



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

"EVALUACION DEL CONTENIDO MINERAL EN SUELO, PLANTA Y ANIMAL, DE CINCO RANCHOS DEL ESTADO DE MEXICO Y ESTADO DE HIDALGO"

T E S I S

Para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

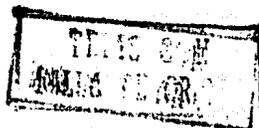
P r e s e n t a :

M.V.Z. Alfredo Kurt Spross Suárez

Asesor: Dr. Marcelo Pérez Domínguez

11662
s/a

MEXICO, D. F.





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

C O N T E N I D O

PAGINA

I. RESUMEN	
II. INTRODUCCION - - - - -	1
III. OBJETIVOS - - - - -	2
IV. ANTECEDENTES	
4.1 Estudio de los minerales - - - - -	4
4.2 Metabolismo de minerales - - - - -	6
4.3 Interrelaciones de minerales - - - - -	32
4.4 Minerales y pH en el suelo - - - - -	35
4.5 Minerales en forrajes - - - - -	40
4.6 Análisis químico proximal - - - - -	50
4.7 Minerales en animales - - - - -	53
V. MATERIAL Y METODOS - - - - -	57
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	
6.1 Efecto de rancho, estado vegetativo e <u>in</u> <u>teracción</u> de elementos minerales y pH en suelo - - - - -	63
6.2 Comparaciones de elementos minerales y nutrientes en forrajes - - - - -	67
6.3 Efecto de rancho, estado vegetativo e <u>in</u> <u>teracción</u> de elementos minerales y nu- trientes en forrajes - - - - -	67
6.4 Efecto de rancho, producción e interac- ción de elementos minerales en animales	79
6.5 Correlaciones entre la concentración de minerales y pH de suelos sembrados con - los forrajes estudiados - - - - -	86
6.6 Correlaciones entre la concentración mi- neral y proximal de los forrajes analiza- dos. - - - - -	86

PAGINA

6.7	Correlaciones entre el contenido de minerales de suero de bovinos - - - - -	93
VII.	CONCLUSIONES - - - - -	97
VIII.	BIBLIOGRAFIA - - - - -	99
IX.	APENDICE - - - - -	125

9.	Promedios y desviaciones estandar de la <u>com</u> <u>posición mineral y análisis químico proxi-</u> <u>mal de las alfalfas relacionados a la inter</u> <u>acción entre rancho y estado de madurez - -</u>	80
10.	Promedios y desviaciones estandar de la <u>com</u> <u>posición mineral y análisis químico proxi-</u> <u>mal de los maíces relacionados a la interac</u> <u>ción entre rancho y estado de madurez - - -</u>	81
11.	Promedios y desviaciones estandar de calcio y fósforo en suero de vacas relacionados al rancho - - - - -	82
12.	Promedios y desviaciones estandar de calcio y fósforo en suero de vacas relacionados a la producción lechera - - - - -	84
13.	Promedios y desviaciones estandar de calcio y fósforo en suero de vacas relacionados a la interacción entre rancho y producción <u>le</u> <u>chera - - - - -</u>	85
14.	Correlaciones entre el contenido de minera- les y pH en suelos sembrados con alfalfas y maíces - - - - -	87
15.	Correlaciones entre el contenido de minera- les y los nutrientes en alfalfas - - - - -	88
16.	Correlaciones entre el contenido de minera- les y los nutrientes en maíz - - - - -	91
17.	Correlaciones entre el contenido de minera- les en suero de animales de acuerdo a la - etapa de producción lechera - - - - -	94

CUADRO

PAGINA

9.	Promedios y desviaciones estandar de la composición mineral y análisis químico proximal de las alfalfas relacionados a la interacción entre rancho y estado de madurez - -	80
10.	Promedios y desviaciones estandar de la composición mineral y análisis químico proximal de los maíces relacionados a la interacción entre rancho y estado de madurez - - -	81
11.	Promedios y desviaciones estandar de calcio y fósforo en suero de vacas relacionados al rancho - - - - -	82
12.	Promedios y desviaciones estandar de calcio y fósforo en suero de vacas relacionados a la producción lechera - - - - -	84
13.	Promedios y desviaciones estandar de calcio y fósforo en suero de vacas relacionados a la interacción entre rancho y producción lechera - - - - -	85
14.	Correlaciones entre el contenido de minerales y pH en suelos sembrados con alfalfas y maíces - - - - -	87
15.	Correlaciones entre el contenido de minerales y los nutrientes en alfalfas - - - - -	88
16.	Correlaciones entre el contenido de minerales y los nutrientes en maíz - - - - -	91
17.	Correlaciones entre el contenido de minerales en suero de animales de acuerdo a la etapa de producción lechera - - - - -	94

CUADRO

PAGINA

18.	Correlaciones entre el contenido de minerales en suero de animales de acuerdo a la etapa de producción lechera. Rancho 1. - -	94
19.	Correlaciones entre el contenido de minerales en suero de animales de acuerdo a la etapa de producción lechera. Rancho 2. - -	95
20.	Correlaciones entre el contenido de minerales en suero de animales de acuerdo a la etapa de producción lechera. Rancho 3. - -	95
21.	Correlaciones entre el contenido de minerales en suero de animales de acuerdo a la etapa de producción lechera. Rancho 4. - -	96
22.	Correlaciones entre el contenido de minerales en suero de animales de acuerdo a la etapa de producción lechera. Rancho 5. - -	96
23.	41 Análisis de varianza de suelo, planta y animal. - - - - -	126

I. RESUMEN

El trabajo fué realizado para estudiar el contenido mineral y composición química proximal de 2 variedades de alfalfa y 1 de maíz en dos estados de madurez, así como, determinaciones de calcio y fósforo en suelos cultivados con estos forrajes y en suero de animales, procedentes de 2 ranchos del Estado de México y de 3 ranchos del Estado de Hidalgo. Además, se determinó la diferencia entre variedades, el efecto de madurez, diferencias entre ranchos, diferencias en estados de producción láctea, los niveles de interacción entre rancho y estado de madurez y entre rancho y estado de producción láctea y correlaciones en planta, suelo y animal.

El contenido de calcio en suelos presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ranchos pero no entre los estados vegetativos. El calcio en suelo fue correlacionado positivamente con el fósforo.

El fósforo en suelos mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ranchos pero no entre estados vegetativos.

El pH en suelos sembrados con maíz presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ranchos pero no entre estados vegetativos. No se encontró correlación con el contenido de calcio y fósforo de los mismos suelos. Mostró interacción significativa ($P < 0.05$) entre rancho y estado de madurez.

El calcio de las alfalfas mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ranchos pero no entre estados vegetativos, se observó una correlación positiva con el fósforo, cobre, manganeso, cinc, plomo y proteína cruda.

El calcio de los maíces presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ranchos y estados vegetativos. Mostró una correlación positiva con fósforo y manganeso.

El fósforo de los forrajes mostró diferencias significativas -- ($P < 0.05$) entre ranchos y estados vegetativos. El fósforo en alfalfas presentó una correlación positiva con cobre, manganeso y cinc y una correlación negativa con el cromo y fibra cruda.

El magnesio de las alfalfas presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ranchos pero no entre estados vegetativos. Se encontró interacción significativa ($P < 0.04$) entre rancho y estado de madurez.

El magnesio de los maíces presentó diferencias significativas - ($P < 0.05$) entre ranchos y estados vegetativos. Mostró una correlación positiva con el cinc y las cenizas y una correlación negativa con la fibra cruda.

El cobre de los forrajes presentó diferencias significativas - ($P < 0.05$) entre ranchos y estados vegetativos. El cobre en alfalfas mostró correlación positiva con el hierro, manganeso y cinc y una correlación negativa con el cromo. además se observó interacción significativa ($P < 0.04$) entre rancho y estado de madurez. El cobre del maíz mostró una correlación positiva con el cobalto, cinc y plomo y una correlación negativa con el hierro y la fibra cruda.

El hierro de los forrajes presentó diferencias significativas - ($P < 0.05$) entre ranchos y estados vegetativos. El hierro de las alfalfas mostró correlación positiva con el manganeso y cinc y una correlación negativa con el magnesio y cromo, además, se encontró interacción significativa ($P < 0.04$) entre rancho y estado de madurez. El hierro de los maíces mostró correlación positiva con el manganeso.

El cobalto de las alfalfas mostró interacción significativa - - ($P < 0.04$) entre rancho y estado de madurez.

El cobalto de los maíces presentó diferencias significativas - ($P < 0.05$) entre ranchos. Mostró correlación positiva con manga-

neso, cinc y proteína cruda y, una correlación negativa con el extracto libre de nitrógeno.

El manganeso de los forrajes presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ranchos. El manganeso de las alfalfas mostró correlación positiva con el cinc, plomo y la proteína cruda y una correlación negativa con el cromo, selenio y extracto libre de nitrógeno. El manganeso de los maíces mostró correlación positiva con el cinc y plomo y una correlación negativa con la fibra cruda.

El cinc de las alfalfas variedad San Joaquín II presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ranchos y estados vegetativos. Mostró correlación positiva con el plomo y proteína cruda y una correlación negativa con el cromo, selenio y la fibra cruda. Se observó interacción significativa ($P < 0.04$) entre rancho y estado de madurez.

El cinc de los maíces presentó diferencias significativas - - ($P < 0.05$) entre ranchos. Mostró correlación positiva con el plomo y las cenizas y una correlación negativa con la fibra cruda, se observó interacción significativa ($P < 0.01$) entre rancho y estado de madurez.

El plomo de los forrajes presentó diferencias ($P < 0.05$) entre ranchos y estados vegetativos. El plomo de las alfalfas mostró correlación positiva con la proteína cruda y una correlación negativa con el selenio y extracto libre de nitrógeno. El plomo de los maíces presentó correlación positiva con la proteína cruda y una correlación negativa con el cromo. Se observó en los dos cultivos interacción significativa ($P < 0.04$) ($P < 0.01$) entre rancho y estado de madurez.

El cromo de las alfalfas presentó diferencias significativas - ($P < 0.05$) entre ranchos y estados vegetativos. Mostró correlación positiva con el selenio y fibra cruda. Se observó interacción significativa ($P < 0.04$) entre rancho y estado de madurez.

El cromo de los maíces presentó diferencias significativas - - ($P < 0.05$) entre estados vegetativos. Mostró correlación positiva con el extracto libre de nitrógeno y una correlación negativa con la proteína cruda.

El selenio de las alfalfas presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ranchos. Mostró interacción significativa - - ($P < 0.04$) entre rancho y estado de madurez.

La proteína cruda de los forrajes presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ranchos y estados vegetativos. La proteína cruda de las alfalfas mostró una correlación negativa con el extracto libre de nitrógeno. La proteína cruda de los maíces mostró correlación positiva con la grasa cruda o extracto etéreo y ceniza y una correlación negativa con el extracto libre de nitrógeno.

La grasa cruda de las alfalfas presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ranchos. Mostró una correlación negativa - con la fibra cruda. Se observó interacción significativa ($P = 0.04$) entre rancho y estado de madurez.

La grasa cruda de los maíces presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ranchos y estados vegetativos. Mostró correlación negativa con el extracto libre de nitrógeno.

La fibra cruda de los forrajes presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ranchos y estados vegetativos. La fibra cruda de los maíces mostró correlación negativa con la ceniza. Se encontró en las alfalfas interacción significativa ($P = 0.04$) entre rancho y estado de madurez.

La ceniza de los maíces presentó diferencias significativas - - ($P < 0.05$) entre ranchos.

El extracto libre de nitrógeno presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ranchos y estados vegetativos.

El calcio en suero de animales presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ranchos y nivel de producción láctea. Mostró correlación positiva con el fósforo de cada una de las etapas de producción (alta, media, baja y seca). Se observó interacción significativa ($P < 0.01$) entre rancho y estado de producción lechera.

El fósforo en suero de animales presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ranchos y estados de producción. Se observó interacción significativa ($P < 0.01$) entre rancho y estado de producción lechera.

II. INTRODUCCION

En América Latina los desórdenes nutricionales constituyen una gran fracción de los factores que disminuyen la productividad ganadera. Teniéndose actualmente sin establecerse hasta qué punto el efecto de la deficiencia de energía y proteína es responsable de la condición pobre, el crecimiento retardado y la baja fertilidad del ganado. No obstante, numerosos investigadores han observado que la condición del ganado en ocasiones se deteriora aún cuando se cuenta con un suministro de alimento aparentemente adecuado.

Los animales domésticos obtienen minerales a partir de dos - - fuentes principales: De los alimentos que consumen y de los - - compuestos inorgánicos de origen geológico o industrial, que - - se utilizan como suplementos en los alimentos comerciales. Sin embargo, una gran proporción de productores de ganado en América Latina no suministra adecuadamente suplementos minerales a sus animales con la posible excepción de sal.

En ciertas condiciones fisiológicas como aquellas que determinan las diferentes producciones zootécnicas, las necesidades - de sustancias minerales, aumentan proporcionalmente al gasto - que ocasione la producción de que se trate, tales como: Fetos, Leche, Lana, Huevo, etc.

Por consiguiente, debe considerarse la importancia de la administración adecuada de minerales, ya que las variaciones en - las cantidades de éstos se traducen en diversos cambios corporales, funcionales y estructurales en los animales.

Para poder efectuar esta suplementación de una manera adecuada, es necesario establecer la cantidad que proporciona el forraje y determinar qué factores pueden influir.

III. OBJETIVOS

La importancia nutricional de los minerales en la alimentación animal motivó la realización del presente trabajo, por lo que se efectuó una serie de análisis de forrajes, alfalfa y maíz; suelo y suero de animales, con la finalidad de obtener la siguiente información:

Análisis de forraje.

- a) Contenido mineral de acuerdo al estado de madurez.
- b) Composición química proximal de acuerdo al estado de madurez.
- c) Diferencias en composición proximal y contenido mineral en variedades de alfalfa
- d) Diferencias en composición proximal y contenido mineral en ranchos.
- e) Interrelación de la composición proximal y mineral entre rancho y estado de madurez.
- f) Correlaciones entre el contenido de minerales y análisis proximal.

Análisis de suelo.

- a) Contenido mineral y pH en relación al estado de madurez del forraje.
- b) Diferencias en contenido mineral y pH en variedades de alfalfas.
- c) Diferencias en contenido mineral y pH en ranchos.
- d) Interrelación del contenido mineral y pH entre rancho y estado de madurez.
- e) Correlación entre el contenido mineral y pH.

Análisis de animal.

- a) Contenido mineral en suero.
- b) Diferencias de contenido mineral en ranchos.
- c) Diferencias de contenido mineral en estados de producción láctea.
- d) Interrelación del contenido mineral entre rancho y estado de producción láctea.
- e) Correlación entre el contenido mineral y estados de producción láctea.

IV. ANTECEDENTES

4.1 Estudio de los minerales.

El estudio de los minerales en nutrición animal es muy complejo, y aunque a menudo actúan por pares o por grupos es conveniente estudiarlos en conjunto y no por separado como se ha hecho siempre (Miller et al, 1965c; Ritchie, 1972; Underwood, 1971), ya que un factor importante que hay que tener en cuenta es la interacción que presentan entre sí (Ammerman, 1965).

El suministro y combinación de sales minerales en la ración, - produce cambios que son significativos en la concentración de - iones sanguíneos (Underwood 1968; Lee et al, 1978; Mc Dowell y Conrad, 1979).

Los animales domésticos poseen una capacidad considerable para adaptarse a una ingestión reducida o elevada de algunos minerales, especialmente calcio, sodio y hierro; sin embargo, la adaptación puede traer como consecuencia una alteración en la función zootécnica, como sería una baja producción láctea o incrementos pobres en la ganancia diaria de peso (Underwood, 1968; - Braithwaite, 1978; Jacobson et al, 1972; Mc Dowell y Conrad, - 1979).

Algunos de los minerales forman parte de la estructura del organismo, otros actúan como activadores enzimáticos y otros producen interferencia en la absorción y actuación de otros minerales (Clark, 1968; Cromwell et al, 1970; Dutton y Fontenot 1967; Emerick y Embry, 1963; Tonroy et al, 1973; Underwood, 1971, Wise et al, 1973).

Los animales necesitan en su alimentación elementos minerales, los cuales se clasifican en:

Macrominerales como son el calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), potasio (K), magnesio (Mg), cloro (Cl) y azufre (S) (Underwood, 1968; Harper, 1975; Henry, 1979; Mc Donald, 1969; Meedway et al, 1969). Estos tienen importantes funciones vitales (Mc Dowell y

Conrad, 1979), como la coagulación sanguínea, (Harper, 1975; - Henry, 1979; Tietz 1976), el equilibrio ácido básico (McDowell y Conrad 1979), la conducción de impulsos nerviosos, etc. (Blood y Henderson, 1976, Runnells et al, 1975; Tietz, 1976).

Microminerales como el cobre (Cu), cobalto (Co), molibdeno (Mo), Selenio (Se), Manganeseo (Mn), yodo (I); cinc (Zn), fierro (Fe) y fluor (F); estos tienen funciones no menos importantes que el grupo anterior, ya que forman parte de hormonas, coenzimas y vitaminas (Underwood, 1968; Harper, 1975; McDonald, 1969; Nuoranne, 1978).

Se sabe de la existencia de un tercer grupo que es sujeto de estudio por varios investigadores, denominándoseles oligominerales (McDowell y Conrad, 1979) y se encuentran en los tejidos - (Casey y Robinson, 1978).

En el metabolismo de los animales existen más o menos 70 interrelaciones de minerales y las variaciones en la cantidad de un elemento van a influenciar la utilización o absorción de otros (Jacobson et al, 1972).

Las necesidades de minerales en los animales se ven influenciados por muchos factores, de los cuales los más importantes son:

- a) La especie o la raza animal.
- b) La edad, sexo y la rapidez de crecimiento
- c) La naturaleza y la tasa de producción que se busca
- d) La cantidad y la forma química en que están los minerales -- ingeridos.
- e) El equilibrio y adecuación total de la dieta en relación con la finalidad que se busca
- f) El clima o medio ambiente no alimenticio

Estos factores aparecen íntimamente interrelacionados e interdependientes, de modo que un componente de la dieta, el animal o el medio ambiente, pueden aumentar las necesidades de un nutriente mineral en particular, mientras que las necesidades de otros

factores nutritivos, podrían ser más bajas al mismo tiempo (Underwood, 1968).

La raza, sexo, edad, tipo de producción, alimentación, época del año, etc., son causas que alteran la concentración de metabolitos en la sangre yugular de vacas lecheras (Dunham y Ward, 1971; Lane et al, 1968; Lumsden et al, 1980; Murtuza et al, 1979; Ross y Holliday, 1976).

La edad del animal hará decrecer la habilidad para almacenar - los elementos minerales en el tejido óseo (Underwood, 1968; Jacobson et al, 1972; McDowell y Conrad, 1979).

Las necesidades de minerales son generalmente satisfechas cuando gran parte del forraje consiste en leguminosas, con excepción del fósforo y la sal que pueden ser fácilmente dosificados en - la ración (Cullison, 1975; Ensminger, 1973; Foley et al, 1972).

Para los diversos procesos vitales no solo es preciso que exista una cantidad suficiente de éstos minerales, sino que no debe de haber exceso de alguno de ellos, ya que en concentraciones - excesivamente altas, todo nutriente, incluyendo todo el elemento mineral esencial, puede producir efectos nocivos y/o tóxicos en los animales (N.R.C., 1978).

4.2 Metabolismo de minerales.

4.2.1 Calcio.

El calcio es un constituyente estructural de los vegetales a - los que otorga rigidez y permeabilidad. Este mineral es el catión que encontramos en mayor proporción en el organismo animal (Flores, 1975). El calcio se encuentra en el suelo y es absorbido por la vegetación, las hojas y tallos de las plantas contienen abundante calcio pero los granos son deficientes (Runnells et al, 1975; Flores, 1975).

El 99% del total del calcio del cuerpo se encuentra distribuido en los huesos y en los dientes y una pequeña cantidad se encuentra en los líquidos orgánicos bajo la forma de calcio ionizado o bien unido a proteínas como la albúmina principalmente y una muy pequeña cantidad en forma de citratos y sulfitos - (Harper, 1975; Jacobson et al, 1972; Kuart y Larsson, 1978; - Tietz, 1976; Swenson, 1970). El hueso está formado por fosfato y carbonato de calcio (Tietz, 1976).

El calcio ionizado tiene un importante papel en la coagulación sanguínea, en el funcionamiento cardíaco, muscular y nervioso (Henry, 1979; Meedway et al, 1969; Runnells et al, 1975; - Thomson D. et al, 1978; Cunha et al, 1964), además de la importancia en la permeabilidad de la membrana celular y activación de ciertos sistemas enzimáticos (Kaneko y Cornelius, 1971; Capen y Martin, 1977; McDonald, 1969; Swenson, 1970; Cunha et al, 1964).

El calcio que ingiere un animal en su ración debe estar en la proporción precisa con otros minerales, particularmente con el fósforo (Dunham y Ward, 1971).

La absorción se lleva a cabo en el intestino a nivel de duodeno y yeyuno proximal (Henry, 1979; McDonald, 1969). Se absorbe alrededor del 10 ó 15% del calcio total de la dieta, siendo - afectada su absorción por factores como el pH intestinal, la - presencia de fitatos y oxalatos, ingestión de fósforo, balance ácido-base e incluyendo la vitamina D (Doxey, 1971; N.R.C., - 1978). Los factores que condicionan su absorción son la presencia de un pH ácido en intestino, la baja presencia de fosfatos, la poca cantidad de ácidos grasos libres, la hormona paratiroidea (PTH) y un aporte adecuado de vitamina D (Dunham y Ward, - 1971; Heaney et al, 1975). La fracción que se encuentra en menor cantidad tiene la característica de no ser ionizado, no es difusible (Henry, 1979; Tietz, 1976) y es la forma como se absorbe en el intestino (Fox et al, 1978).

Varios estudios se han realizado acerca de la absorción a nivel de la mucosa intestinal (Heaney et al, 1975; McDonald, 1969), concluyendo que dependerá de dos factores: Primero es la saturación del calcio ingerido (transporte activo) y segundo que es proporcional a la concentración del calcio intraluminal (difusión pasiva) (Heaney et al, 1975). Sin embargo la absorción a nivel tisular no ha sido bien estudiada. Se conoce que uno de los factores que influencia esta absorción está dado por el aumento de una proteína específica que se une al calcio presente en las células de absorción. Siendo necesario para la síntesis de esta proteína ciertos derivados metabólicamente activos de la vitamina D (Dunham y Ward, 1971; Fox et al, 1978; Henry, 1979).

Otra característica es la que se presenta en la gestación en donde ocurre una hiperabsorción, encontrándose en un 95% por arriba de la absorción normal (Henry, 1979). Se ha comprobado una relación directa entre grado de absorción de calcio y consumo de proteína, por lo tanto los autores concluyen que las dietas ricas en proteína estimulan la absorción de pequeñas cantidades de calcio dietético (West et al, 1976).

Alta cantidad de grasas en la dieta o una pobre digestión de la misma, incrementa la pérdida fecal de calcio por la formación de Jabones (Oltjen, 1975). La presencia de ácido oxálico forma sales insolubles de calcio tales como oxalatos, que pasan a través del intestino sin ser absorbidos (Swenson, 1970).

Existe un equilibrio entre el calcio sanguíneo y el de los huesos, el cual está bajo control de la glándula paratiroidea e íntimamente vinculado con la vitamina D (Capen y Martin, 1977; Dunham y Ward, 1971). El control del calcio sérico es representado por la suma de la absorción gastrointestinal, la reabsorción tubular y la contribución ósea, menos el filtrado del calcio y el que ha entrado al hueso (Henry, 1979; Talmage y Grubb, 1977). Dentro de los eritrocitos la concentración de calcio es baja y del peso total del cuerpo el 2% es calcio y el 3% es fos

fato (McDonald, 1969). La concentración de calcio en el suero - dependerá de tres factores básicamente; Primero, la absorción - intestinal que promoverá un aumento o baja en la excreción por las heces (Henry, 1979); segundo, la absorción por el hueso, y tercero, en la hembra la lactación y la preñez serán factores adicionales en el balance del calcio dentro y fuera del suero (Capen y Martin, 1977; Goldstein et al, 1979; McDonald, 1969; McDowell y Conrad, 1979; Talmage y Grubb, 1977).

El balance del calcio es la diferencia que existe entre el cal - cio absorbido y el que se pierde en las heces, orina y leche. - Un balance positivo es el que ocurre durante el crecimiento, - preñez o después de haber padecido deficiencia de calcio e hi- pervitaminosis D. Un balance negativo indica una pérdida de cal - cio mayor a la cantidad que se ingiere como en los casos de ra- quitismo, deficiencia de vitamina D., hipertiroidismo, dieta de ficiente de calcio o durante la lactación (Jacobson et al, 1972; McDonald, 1969).

El músculo cardiaco es afectado por cambios en la concentración de calcio, lo cual se demuestra fácilmente por electrocardiogra fía. La excitabilidad de neuronas es baja cuando la concentra- ción de calcio difusible es bajo, lo que causa tetania en los - músculos esqueléticos (Meedway et al, 1969; Swenson, 1970), - que es observado en el síndrome de la vaca caída y que es conse cutivo a la fiebre de leche (N.R.C., 1978; Bjorsell et al, - 1969; Capen y Martin, 1977; Curtis et al, 1978). Este fenómeno ha sido relacionado con el consumo de dietas altas en calcio du rante el período seco en ganado productor de leche (Jorgensen, 1974).

La regulación del metabolismo endocrino está dado por dos hormo nas: la paratiroidea (PTH) y la tirocalcitonina (Ct). Los lími tes de secreción entre las dos hormonas puede ser medidos por - los cambios en la concentración de calcio fuera de la mediación de la pituitaria o del sistema nervioso central. Al existir in- cremento de calcio se incrementa la secreción de calcitonina y visceversa, por otra parte al incrementarse el calcio decrece -

la secreción de la paratiroidea y a la inversa al disminuir el calcio se ve incrementada la secreción paratiroidea la que incrementa el calcio sanguíneo (Capen y Martín, 1977; Heaney et al, 1975; Swenson 1970).

Dentro de los límites relativamente amplios, el organismo es capaz de anular la toxicidad que puedan producir las dietas con alto contenido de calcio, debido a la excreción del exceso por las heces; sin embargo, el exceso de calcio tiene efecto antagónico sobre el metabolismo de otros minerales, incluyendo al fósforo, el manganeso y posiblemente al cinc (N.R.C., 1978).

Cuando la ingestión de calcio es inadecuada el organismo es capaz de remover el calcio del esqueleto, pero después de un largo período, generalmente hay debilidad de los huesos (N.R.C., 1978), la cual ligada a insuficiente consumo de fósforo y vitamina D, produce en jóvenes raquitismo y en adultos puede producir osteomalacia o una desmineralización generalizada de los huesos (Swenson, 1970).

El ganado de carne casi nunca presenta situaciones críticas de balance negativo de calcio, debido a que se utiliza únicamente para amamantar a la cría (McDonald, 1969).

Los animales que consumen poco calcio en la dieta se adaptan reduciendo la excreción fecal e incrementando la absorción del Ca, los animales viejos tienden a adaptarse mejor que los animales jóvenes (Jacobson et al, 1972).

4.2.2 Fósforo.

El fósforo es uno de los elementos minerales que más funciones se le han atribuido en el cuerpo animal (Swenson, 1970). Existe en todas las plantas, encontrándose en concentraciones que oscilan entre 0.01 al 1.3% de tejido seco, predominando en forma de fosfatos inorgánicos (Flores, 1975). En las semillas de las

plantas, una cantidad considerable de fósforo se encuentra presente en forma de fitato, el cual no es totalmente disponible para los no rumiantes, pero parece ser utilizado por los rumiantes como una fuente de fósforo inorgánico a través de la enzima fitasa presente en los microorganismos del rumen (Swenson, 1970; McGilliuray, 1974).

En los animales las reservas de abastecimiento del fósforo son almacenadas en el hueso fluctuando a través de las actividades anabólicas y catabólicas del cuerpo (Runnells et al, 1975).

Prácticamente todo el fósforo del plasma se encuentra bajo la forma de fosfatos inorgánicos, estando el 85% en forma de fosfato de calcio y fosfato de magnesio (Harper, 1975). A partir de estos compuestos, el fósforo se deposita en el hueso en forma de sal cálcica insoluble, formando apatita de fluorofosfato de calcio (Tietz, 1976). El fósforo plasmático a diferencia del calcio, no es regulado bajo un estrecho mecanismo de control homeostático; por lo tanto, las deficiencias de fósforo generalmente llegan a ser evidentes en estados más temprano que con deficiencia de calcio, (N.R.C., 1978).

El fósforo remanente está combinado con lípidos, proteínas, carbohidratos y otras sustancias orgánicas que sirven para formar compuestos importantes de fosfatos orgánicos como fosfolípidos, nucleótidos y ácidos nucleicos, que son constituyentes de membranas celulares y del citoplasma celular (Harper, 1975; Henry, 1979; Tietz, 1976). Otros compuestos fosforados son los que forman bandas de energía que juegan un papel importante en el almacenamiento, liberación y transferencia de energía (Kaneko y Cornelius, 1971; Meedway, 1969; Swenson, 1970; Cunha et al, 1964), siendo muy importantes en el metabolismo intermedio (Henry, 1979). También participa en las reacciones químicas de la contracción muscular (McDonald, 1969) y en el funcionamiento adecuado de los microorganismos del rumen (Cunha et al, 1964).

El fósforo en el fluido extracelular es inorgánico predominante

mente y se encuentra bajo la forma de fosfato ácido y ácido - fosfórico. Insignificantes cantidades de fosfato se encuentran dentro de los límites del pH fisiológico. El incremento relativo de los dos iones de fosfato, son obviamente pH dependientes, ya que a pH de 7.4 la conversión de fosfato ácido a ácido fosfórico es aproximadamente 4:1 (Henry, 1979; Meedway, 1969).

El fósforo sérico debe ser expresado en mg/dl, niveles altos - de fósforo se observan durante el crecimiento (Marrow, 1969; - Meedway, 1969) y tienen un ritmo circadiano característico - (Henry, 1979).

Existen tres órganos involucrados en la homeostásis del fósforo los cuales son: el intestino delgado, el riñón y el esqueleto (Bide, 1978; Harper, 1975; Heaney et al, 1975; Meedway, - 1969; Tietz, 1976). Alrededor de las dos terceras partes del - fósforo ingerido es soluble en el intestino, siendo absorbido por el yeyuno (Doxey, 1971; Fox et al, 1978). Esta absorción está determinada por los mismos factores que favorecen la absorción del calcio, además de la presencia de magnesio. El remanente es eliminado por las heces ordinariamente como compuestos insolubles de calcio (Fox et al, 1978). La absorción intestinal del fósforo es un proceso activo, energético dependiente, incrementándose ésta absorción cuando la concentración de calcio en la dieta es baja (Dunham y Ward, 1971). O bien por - la acidificación del contenido intestinal, dicha absorción se ve incrementada por la acción de la vitamina D y la hormona de crecimiento (Harper, 1975). La acción de la hormona paratiroidea en la absorción intestinal es probable que sea puramente indirecta por medio del efecto de ésta sobre el metabolismo de la vitamina D (Dunham y Ward, 1971; Meedway, 1969). Mucho del fósforo absorbido por el intestino y que está fuera del balance - es excretado por la orina (aproximadamente 0.35 a 1.0 g de fósforo inorgánico). Cerca del 90% del fósforo plasmático es filtrado en el glomérulo y aproximadamente del 85 al 95% del fósforo filtrado se reabsorbe nuevamente por el túbulo proximal - (Henry, 1979). En rumiantes ordinariamente se excreta una pequeña cantidad de fósforo en la orina (McDonald, 1969). Se ha

establecido que la acción de la hormona paratiroidea administrada en forma adicional, va a incrementar la eliminación por la orina debido a que ésta hormona reprime la reabsorción del fósforo en el túbulo renal (Henry, 1979).

La cantidad de fósforo sanguíneo, generalmente indica la cantidad del elemento en el alimento (Hewett, 1974). En el ganado normal, el contenido de fósforo sanguíneo disminuye al aumentar la edad (Palmer et al, 1930).

La ingestión y el tipo de alimento, pueden alterar la concentración de fósforo sérico, dado que la ingestión de alimentos ricos en fósforo pueden alterar la concentración en el suero. Por otra parte una harina rica en carbohidratos pueden causar un significativo decremento (Jacobson et al, 1972).

4.2.3 Cobre.

En los animales el cobre es necesario para el adecuado funcionamiento de varios sistemas enzimáticos, del sistema nervioso, metabolismo de tejido óseo, funcionamiento normal del corazón y forma parte de varios pigmentos del cuerpo (Swenson, 1970; Cunha et al, 1964).

El cobre es una parte integral del citocromo "A" y de la citocromo oxidasa. Parece ser que la función del cobre en el sistema citocromal es de la misma manera que el hierro; ésto es, a través del cambio de valencia. Las enzimas tirosinasa, ácido ascórbico oxidasa, citocromo oxidasa, monoamín oxidasa plasmática, ceruloplasmán uricase, contienen cobre y su actividad depende de éste elemento (Swenson, 1970).

Es importante para la absorción del hierro a nivel del tubo digestivo, por lo que tal vez así pueda intervenir en la formación eficiente de la hemoglobina (Guyton, 1977).

El cobre está presente en el plasma sanguíneo como un complejo cobre-proteína, denominado ceruloplasmina (Swenson, 1970; West et al, 1976), el cual difiere de la proteína férrica, transferrina, en que muestra una actividad oxidativa, especialmente - hacia la P-Fenilendiamina; siendo su función tal vez enzimática pero su papel específico es desconocido (Swenson, 1970).

La deficiencia de cobre resulta tanto de poco cobre por sí mismo, como por la influencia de sustancias interferentes, especialmente altas concentraciones de molibdeno, sulfato y otros materiales en los forrajes (Underwood, 1971; Thornton et al, 1972b; Ammerman, 1970).

La variación en la cantidad de cobre hepático no es tan grande como el hierro, la cantidad de cobre en el hígado que es el - principal órgano de almacenamiento, representa una gran porción de la cantidad total en el cuerpo comparado con el hierro (Swenson, 1970).

La deficiencia de cobre resulta en un incremento en el hierro hepático y por otro lado un exceso de cobre produce una disminución del contenido de hierro hepático; esto refleja el papel del cobre en la utilización del hierro.

La disponibilidad del cobre está influenciado por la forma química, los sulfuros son menos aprovechables que el carbonato, - óxido o sulfato (Swenson, 1970). En general, el cobre es pobremente absorbido, solo alrededor del 5 al 10% del cobre ingerido es absorbido y retenido. Bajo condiciones normales el 90% o - más del cobre ingerido aparece en las heces (Swenson, 1970).

Se ha demostrado ausencia de síntomas de carencia bajo dietas de pastoreo que contienen tan solo de 4 a 6 ppm en el forraje seco, siendo el ovino más sensible a la deficiencia de cobre - que el bovino (Flores, 1975).

Las necesidades de cobre en la ración se incrementan a causa de

un exceso de molibdeno, por lo que más de 10 ppm de cobre será necesario cuando los pastos contengan altas concentraciones de molibdeno u otra sustancia interferente (Hartmans, 1974; Cunha et al, 1964; Underwood, 1971). Con inadecuada ingestión de cobre y aunque no existan síntomas de deficiencia, el funcionamiento puede ser subnormal con una posible debilidad no específica (Thornton et al, 1972b).

Animales sacrificados con deficiencia de cobre, presentan lesiones en el esqueleto, sistema cardiovascular, ligamentos de la nuca y en el intestino delgado; debido a los cambios en la actividad de enzimas cobre dependientes (Mills et al, 1976).

Intoxicación de cobre puede ocurrir en el ganado consumiendo - excesivas cantidades de cobre suplemental o alimentos contaminados con compuestos de cobre utilizados para otros propósitos (industriales o agrícolas) (Underwood, 1977).

Cuando se administra a novillos de carne, 4.80g de cobre en - cápsulas de gelatina durante más de un año, los síntomas de - toxicidad no se observan; sin embargo, si este mismo nivel de cobre se administra como dosis líquida, se causa la muerte dentro de 60 días (Chapman et al, 1962).

La necesidad mínima de cobre aumenta con una dieta alta en molibdeno, por lo que el nivel de tolerancia también es mayor al aumentar el molibdeno. Esta forma de razonamiento se utiliza - en intoxicación por cobre mencionando que el exceso de molibde no causa deficiencia de cobre; por lo tanto, molibdeno en conjunción con el ion sulfato deberá ser y es efectivo en el tratamiento de intoxicación de cobre en rumiantes (Swenson, 1970).

4.2.4 Hierro.

El hierro se encuentra principalmente en las partes verdes de los vegetales, aunque en menor proporción figura también en las

raíces, tubérculos y plantas carentes de clorofila (Flores, - 1975).

En el cuerpo animal el hierro se encuentra principalmente en formas complejas unidas a proteínas como los compuestos hemo - (Hemoglobina y mioglobina), como enzimas hemo (citocromos, catalasas y peroxidasas), o como compuestos no hemo (flavi-Fe en zima, transferrina y ferritina) (Swenson, 1970; Blood y Hender son, 1976).

El hierro existe principalmente como hemoglobina en el eritrocito y como transferrina (Swenson, 1970). Una proteína donde es importante es la ferritina, que se encuentra en la médula ósea, hígado, bazo y pared intestinal; otra molécula rica en hierro es la hemosiderina (West et al, 1976).

La absorción del hierro es controlada en gran medida por el intestino y ocurre solamente cuando el organismo necesita de este metal (Swenson, 1970; West et al, 1976).

Los compuestos de fierro soluble, tales como el sulfato ferroso y el citrato férrico, son más aprovechables que el carbonato ferroso y son mucho más disponibles que el fitato de fierro insoluble o el óxido de fierro (Ammerman et al, 1967; Bremmer y Dalgarno, 1973a).

En los monogástricos es ampliamente aceptado que el hierro es principalmente absorbido como ferroso y no como férrico. Substancias reductoras presentes en el alimento, tales como ácido ascórbico o cistina, pueden ayudar a la reducción de la forma férrica a ferrosa y mejorar la absorción de hierro (Swenson, 1970). Si el hierro almacenado está en pequeña cantidad o hay un incremento en la eritropoyesis, la absorción de hierro aumenta; por el contrario, en presencia de adecuadas cantidades de hierro almacenadas y una eritropoyesis normal, la absorción de hierro está disminuída. El hierro es necesitado por el organismo para la síntesis de hemoglobina, de mioglobina y de algu

na enzima hierro dependiente (Bremmer y Dalgarno, 1973b; McDougall et al, 1973).

El contenido de hierro en la leche de vaca es bajo y el nivel - no se incrementa con las dietas altas en hierro (Underwood, 1971) Si los becerros son alimentados exclusivamente con leche por varias semanas, se desarrolla una anemia por deficiencia de hierro (N.R.C., 1978; Blaxter et al, 1957).

Los síntomas de deficiencia de hierro en los becerros son generalmente anemias y disminución de la hemoglobina, pudiendo existir reducida ganancia de peso, indiferencia o apatía, atrofia - de las papilas de la lengua y disminución del apetito (Blaxter et al, 1957; Thomas, 1970).

Una deficiencia de hierro ocurre en el ganado adulto como resultado de una pérdida severa de sangre causada por una infesta- ción parasitaria o una enfermedad, siendo rara esta deficiencia en el ganado en pastoreo.

Las necesidades de hierro recomendadas por el N.R.C. (1978), - son de 100 ppm para becerros y de 50 ppm para ganado adulto en la dieta. Los becerros son capaces de tolerar de 1000 a 1900 - ppm de hierro con poco o ningún efecto adverso (Hartey et al, 1959; Koong et al, 1970); sin embargo, niveles de 2500 ppm tienen decididamente un efecto nocivo sobre el crecimiento (Koong et al, 1970) y en el ganado estos niveles excesivos pueden reducir la ganancia de peso y el consumo de alimento (N.R.C., 1978).

4.2.5 Cobalto.

El cobalto es un constituyente de la vitamina B₁₂, interviene - en la formación de células de la sangre. Esta vitamina está interrelacionada con el hierro y cobre en la hematopoyesis y, por lo tanto, indirectamente involucra también al molibdeno. La vitamina B₁₂ puede tomar parte en la formación de productos de ex

creción de selenio con lo cual reduce la susceptibilidad de los animales a la toxicidad de selenio (Ammerman, 1970).

Los microorganismos del rumen de bovinos y ovinos utilizan este elemento para sintetizar la vitamina B₁₂, en consecuencia, una deficiencia de cobalto da por resultado la limitación del aporte de vitamina B₁₂, limitación que indudablemente es un factor que causa anemia (Harper, 1975; Kolb, 1972), menor consumo de alimento, detención del crecimiento, debilidad muscular, "pica" y debilidad general (marasmo) (Kolb, 1972; Underwood, 1977).

Como catión divalente, el cobalto actúa eficazmente como activador de diversos fermentos, tales como dipeptidasas y dehidrogenasas (Kolb, 1972).

El tiempo en que se toman los signos clínicos de deficiencia para llegar a ser aparente, depende en primer lugar del grado de deficiencia de cobalto en la dieta, la cantidad de vitamina B₁₂ almacenada y la edad del animal. No existe evidencia de que la síntesis de vitamina B₁₂ sea posible dentro de los tejidos del cuerpo o que la vitamina B₁₂ sintetizada por las bacterias del ciego e intestino grueso pueda ser absorbida, los rumiantes por ende, fundamentalmente dependen de la capacidad sintética de los organismos del rumen (Underwood, 1977).

Los borregos pueden tolerar dosis diarias de 3 mg de Co/Kg de peso vivo por varias semanas sin presentar efectos tóxicos, con dosis de 4 a 10 mg de Co/Kg de peso hay disminución severa del apetito y peso, los animales se vuelven anémicos y ocurren algunas muertes con niveles mayores. La anemia probablemente proviene de una depresión de la absorción del hierro por muy altas ingestiones de cobalto. Excesos de cobalto provocan una policitemia (Kolb, 1972; Underwood, 1977).

Correa et al., (1971) describieron una deficiencia de cobalto en becerros de 3 a 9 meses de edad, siendo los signos clínicos de pobre desarrollo, alopecia en cabeza, cuerpo y extremidades y -

anemia. Los síntomas desaparecieron a los 3 meses de ser tratados con vitamina B₁₂ y suplementados con sulfato de cobalto.

Cunha et al., (1964) reportaron que el nivel de cobalto en el hígado de 0.04 ppm sugiere una deficiencia extrema. Los signos de deficiencia de cobalto frecuentemente comienzan cuando la concentración en el hígado es de 0.07 ppm.

4.2.6 Magnesio.

El magnesio generalmente está presente en cantidades adecuadas en la tierra, agua y vegetación. Es un componente de los tejidos suaves y del hueso; aproximadamente el 70% del magnesio corporal está presente en el esqueleto, como una reserva en casos de escasez de este elemento en el forraje (Swenson, 1970; Cunha et al., 1964). Es importante en el desarrollo óseo, en donde el 50% del total está asociado al calcio y fósforo (Runnells et al., 1975; Swenson 1970); tiene un efecto primordial en el endurecimiento óseo y tiene relación con la regulación de la contracción muscular (Underwood, 1968; McDowell y Conrad, 1979; Tietz, 1976; Runnells et al., 1975). Para el crecimiento apropiado de los huesos debe mantenerse una proporción definida de magnesio: calcio, de una parte de magnesio por 3.5 partes de calcio (Henrieson, et al., 1975; Runnells et al., 1975).

El magnesio es uno de los cationes más abundantes en el organismo. Como catión intracelular el magnesio es el segundo en abundancia, siendo el primero el potasio, y su concentración en el líquido intracelular es de aproximadamente 10 veces con respecto al extracelular (Henry, 1979). Sin embargo dentro de los eritrocitos mencionan algunos autores que el contenido es tres veces mayor que en el suero (Henry, 1979; Meedway et al., 1969), mientras que otros mencionan concentraciones dos veces mayores que en el plasma (Tietz, 1976).

Los iones de magnesio son activadores de numerosos sistemas en-

zimáticos encargados de la transferencia e hidrólisis de los grupos fosfato como en el caso de las enzimas creatinín-cinasa (Swenson, 1970), fosfatasa alcalina (de eritrocitos y hueso), fosfatasa ácida prostática (Harper, 1975), transfosforilasas, pirofosfatasa y carboxilasas (Henry, 1979; Nuoranne, 1978b; Tietz, 1976). El magnesio es necesario particularmente en los grupos de reacciones enzimáticas que involucran al adenosintrifosfato donde se forma un complejo, además es esencial para la preservación de la estructura macromolecular del DNA, RNA y ribosomas (Tietz, 1976).

El bovino aparentemente tiene un buen mecanismo de control homeostático para eliminar excesos moderados de magnesio (por excreción principalmente por la vía urinaria) y relativamente pobre control homeostático contra una deficiencia (Miller, 1975). Es poco conocida la dinámica del magnesio, como lo son el intercambio y la homeostasis. Alrededor de un tercio del magnesio - promedio de la dieta en adultos (20 - 40 mEq.) es absorbido - principalmente por el intestino delgado y poco o nada por el colon (Henry, 1979).

La concentración sanguínea se mantiene fundamentalmente por la excreción renal la cual es regulada por la reabsorción tubular, se cree sin embargo que la paratohormona y la aldosterona tienen algo que ver; se ha sugerido que la aldosterona regula la excreción del magnesio en forma similar a la del potasio (Jacobson et al, 1972). En ciertas condiciones se ha observado una relación recíproca entre los niveles de magnesio y calcio séricos. En otras, entre el magnesio y el fósforo séricos. Sin embargo, los detalles acerca de los mecanismos de estas relaciones no son conocidos. La concentración en el plasma no es afectada significativamente por la concentración de la dieta en un amplio margen (Jacobson et al, 1972; Nuoranne, 1978a). Alrededor del 70% del magnesio en el suero es libre y difusible y el resto unido a las proteínas del plasma, principalmente en la albúmina (Harper, 1975; Meedway et al, 1969; Nuoranne, 1978a).

Se ha sugerido que el magnesio y el calcio ejercen efecto diferente sobre la permeabilidad celular y obstaculizan la correcta formación de huesos, debido a que al administrar el magnesio - por inyección endovenosa produce una anestesia inmediata y profunda aunada a una parálisis de los músculos voluntarios y que al administrar calcio por la misma vía produce un efecto inverso instantáneo (Harper, 1975).

Las concentraciones bajas de magnesio en la sangre al igual que las de calcio, producen tetania (West et al, 1976), aumentan - considerablemente la irritabilidad del sistema nervioso, producen vasodilatación periférica y arritmias cardiacas (Guyton, - 1977). En una deficiencia continua, el contenido de magnesio - del hueso decrece y el de calcio se incrementa (Swenson, 1970).

Aún cuando el 60% del magnesio corporal está almacenado en el - hueso del vacuno adulto, éstas reservas son lentamente movilizadas (Rook, 1962). Debido a ésto, un cambio brusco de dietas normales a una con inadecuada disponibilidad de magnesio puede resultar en una hipomagnesemia entre 2 y 18 días (Dishington y - Tollersrud 1967). Sin embargo, en becerros el 30% o más del magnesio del esqueleto puede ser movilizado y colocado en otras - áreas del cuerpo (Blaxter et al, 1954).

Bajo condiciones prácticas, dos tipos de deficiencia de magnesio pueden ocurrir: La primera es la que se presenta en becerros alimentados exclusivamente con leche o en animales que se alimentan con dietas bajas o deficientes de magnesio por períodos largos; la segunda es la llamada "tetania de los pastos" o tetania hipomagnesémica, que ocurre antes de presentarse la depresión de las reservas corporales y es debida a interferencias de otras sustancias que hacen al magnesio menos disponible (N.R.C., 1978).

Entre los síntomas de deficiencia de magnesio que se presentan - en becerros, tenemos anorexia, hiperemia, incremento muy grande en la excitabilidad y calcificación de los tejidos suaves, sus-

ceptibilidad a convulsiones y tal vez muerte durante las mismas. Espuma y salivación (Blaxter et al, 1954). En vacas los síntomas son similares, pero pueden acelerarse mucho y terminar en la muerte, frecuentemente después de convulsiones (Rook, 1963). Estos síntomas son causados por inadecuado magnesio en los fluidos extracelulares críticos (Plasma y fluido intersticial). Esta porción que representa sólo el 1% del total del magnesio corporal, puede caer rápidamente cuando hay inadecuada absorción y/o movilización de magnesio (N.R.C., 1978).

Alta cantidad de proteína cruda en los forrajes está siendo asociada con síntomas de deficiencia de magnesio caracterizada por tetanias y con la enfermedad llamada "vértigo de los pastos" - que sugiere que un alto contenido de amonía en rumen, puede interferir con la absorción o utilización de magnesio (Swenson, - 1970).

4.2.7 Manganeso.

El manganeso es componente y activador de numerosas enzimas, tales como peptidasas, arginasa, malatenzima, isocitratodehidrogenasa, fosfatasa y fosfotransferasas (Harper, 1975; Kolb, 1972).

Son particularmente ricos en manganeso los huesos, hipófisis e hígado. El manganeso desempeña importante papel en la constitución de los huesos, mantenimiento de la capacidad funcional de los órganos reproductores, formación del pigmento sanguíneo y acción lipotropa (Kolb, 1972).

El aprovechamiento del manganeso depende de la cantidad de calcio y fósforo presentes en la ración. El porcentaje de absorción se halla relacionado con la cuantía ingerida, absorbiéndose por lo general sólo un 5-10% del manganeso administrado. El manganeso es transportado por el plasma sanguíneo unido a una β -globulina, intercambiándose con el manganeso de los distintos órganos (Kolb, 1972). En el interior de las células se encuentra el man

ganeso principalmente en las mitocondrias. La capacidad del organismo para almacenar manganeso es relativamente escasa, aunque los principales órganos de almacenamiento son el riñón y el hígado. La mayor parte del manganeso se excreta al intestino por medio de la bilis (Harper, 1975; Kolb, 1972; Underwood 1977).

La excreción también ocurre por la vía del jugo pancreático, cuando la ruta hepática (biliar) es bloqueada o cuando ocurre una sobrecarga de manganeso. Muy poco manganeso es excretado en la orina, cuando se inyecta o se añade a la dieta (Underwood, 1977).

El manganeso es igualmente absorbido a todo lo largo del intestino delgado por un mecanismo de doble paso involucrando la ingestión inicial del lumen y entonces se traslada a través de las células mucosales hacia el cuerpo (Underwood, 1977).

El metabolismo del manganeso es influenciado por las hormonas estrogénicas del ovario y por las hormonas adrenocorticales (Underwood, 1977).

El deterioro en la síntesis de mucopolisacárido asociado con deficiencia de manganeso está relacionado a la activación de las glicosiltransferasas por este elemento. Estas enzimas son importantes en la síntesis de polisacáridos y glicoproteínas, y el manganeso es usualmente el más efectivo de los iones de metal necesitado para su actividad (Underwood, 1977).

Thomas (1970) reportó que se ha comprobado que el manganeso está incorporado dentro de la molécula heme in vivo e in vitro.

La secuencia de tiempo de síntesis y cambio de este manganeso porfirina es indistinguible de aquella de hierro-porfirina. La proporción de este manganeso se incrementa en los animales dándoles grandes cantidades de manganeso y en ratas anémicas. Esta substitución biológica e interrelación de hierro y manganeso es presentada por disminución de los depósitos de hierro seguida -

de ingestiones altas de manganeso y por aumento en la absorción de hierro y manganeso asociada con anemia hierro-deficiente. Niveles experimentales de 50 a 4000 ppm en raciones de rumiantes causaron disminución de la hemoglobina, depresión del crecimiento, huesos anormales y otros síntomas. En vacas alimentadas con 5000 ppm de manganeso los microorganismos del rumen producen menos ácido propiónico.

En rumiantes la carencia de manganeso provoca una reducción en la velocidad de crecimiento y en la capacidad reproductora, junto con alteraciones en el desarrollo de huesos y articulaciones (Kolb, 1972).

4.2.8 Cinc.

Toda la materia que crece en forma natural posee cinc, estando distribuido ampliamente en tejidos de plantas y animales (Swenson, 1970; West et al, 1976).

Es un componente funcional de diversos sistemas enzimáticos, como en el caso de la anhidrasa carbónica, carboxipeptidasa, fosfatasa alcalina, deshidrogenasa láctica y glutámica (Guyton, - 1977; Swenson, 1970). También es importante para la síntesis de ácido ribonucleico (Swenson 1970). La anhidrasa carbónica está presente en los eritrocitos, túbulos renales, mucosa gastrointestinal y epitelio glandular. El ácido ribonucleico está presente en el citoplasma, en el nucléolo y cromosomas del núcleo. La deshidrogenasa láctica es más abundante en el hígado, corazón y músculo esquelético (Swenson, 1970).

El cinc es importante en la maduración de los espermatozoides, encontrándose relativamente en grandes cantidades en testículos y próstata (Swenson, 1970).

El contenido de cinc en tejidos, además del plasma, disminuye lentamente si el animal se alimenta con una dieta deficiente -

en este elemento (Miller, 1969).

El cinc es relativamente poco tóxico para los animales (Brink - et al, 1959; Cox and Harris, 1960). La absorción de cinc es ineficiente, por lo tanto, las necesidades en la dieta son mucho - mayores que los requerimientos metabólicos (Swenson, 1970).

El óxido, carbonato y sulfato de cinc son formas eficientemente utilizadas, mientras que la forma de sulfuro es pobremente utilizada (Cunha et al, 1964).

Las deficiencias de cinc pueden ser experimentalmente producidas en becerros en un período de tres meses siendo los síntomas similares a los observados en otras especies como es la presencia de lesiones cutáneas y una apariencia que muestra indiferencia (Blood y Henderson, 1976; Miller y Miller, 1960). Los síntomas característicos son disminución de la ganancia de peso, menor consumo de alimento y eficiencia alimenticia, disminución - en el crecimiento de los testículos, apatía, inflamación de las patas con lesiones escamosas abiertas, alopecia, dermatitis general que es más severa en extremidades, cuello, cabeza y alrededor del escudo nasal, también se presentan otras lesiones paraqueratóticas (Miller et al, 1962; Ott et al, 1965).

En becerros alimentados con dietas semipurificadas, el crecimiento no aumenta con niveles de cinc arriba de 8 a 10 ppm (Miller et al, 1963, 1965a; Mills et al, 1967). Sin embargo, la rapidez de crecimiento con dietas semipurificadas es menor que la que - se tiene con algunas dietas prácticas. Estudios subsecuentes indicar que las necesidades de cinc deben esperarse que sean mayores con un crecimiento más rápido (Stake et al, 1973).

Un pequeño porcentaje de becerros "Dutch-Friesian", nacen con - un defecto aparentemente hereditario, que causa una severa deficiencia de cinc (Andersen et al, 1970; Kroneman et al, 1975; Miller, 1972). La deficiencia puede corregirse temporalmente con dietas con un alto contenido de este elemento.

En cerdos se ha observado la necesidad de añadir cinc en la dieta para obtener un crecimiento adecuado ya que la adición de calcio ocasiona deficiencias de cinc, por lo que el incremento del nivel de este elemento produce una mejoría sorprendente de los síntomas sobre todo de la paraqueratosis y de la disminución del ritmo de crecimiento (West et al, 1976).

Cuando se alimentan vacas lactantes con 6 ppm de cinc desarrollan síntomas de deficiencia, comparable a la de los becerros - (Schwarz y Kirchgessner, 1975). Un efecto de la deficiencia de cinc en becerros es la poca eficiencia para que las heridas sanen normalmente (Miller et al, 1965b). Factores secundarios tales como lesiones, determinan la localización de la paraqueratosis en el cuerno.

Los ruminantes alimentados con dietas deficientes en cinc muestran un gran y rápido incremento en el porcentaje absorbido de este elemento en la dieta y una reducción en la pérdida fecal del cinc endógeno. La disminución de la absorción observada con la edad, no parece ser debido a la inhabilidad de absorber cinc, sino al control homeostático asociado con un factor de demanda disminuído (Neathery et al, 1973; Stake et al, 1975).

En condiciones de tensión pueden aumentar las necesidades diarias de este metal en el ganado (Cunha et al, 1964).

En raciones de concentrado de mazorcas de maíz para ganado en crecimiento, donde se utilizaron niveles de 900 ppm de cinc se produjo un aprovechamiento subnormal y bajo la eficiencia alimenticia; 1700 ppm o cantidades superiores, reducen el consumo de alimento y causan un apetito depravado (Ott et al, 1966).

Miller (1972) observó que una deficiencia severa de cinc causa numerosos cambios patológicos incluyendo paraqueratosis, crecimiento reducido, debilidad general y un aumento de la susceptibilidad a las infecciones. Dietas con 20 a 40 ppm de cinc algunas veces no son suficientes para un crecimiento óptimo; más de

500 ppm son tóxicas para el ganado. Está bien establecido que - varios factores nutricionales incluyendo el cadmio, calcio, mag- nesio, fósforo y cobre lo mismo que agentes secuestrantes como el EDTA, vitamina D y ácido fítico influyen en la absorción y metabolismo del cinc.

Beeson et al., (1977) reportaron que suplementar cinc a un nivel de 75 mg/kg en ganado de carne causa un aumento significativo - en la ganancia, pero que a un nivel de 620 mg/kg se observa una depresión del crecimiento.

4.2.9 Plomo.

El interés biológico del plomo es debido a su toxicidad para el hombre y animales (Neathery y Miller, 1975). La absorción y re- tención de plomo ingerido es grandemente afectada por los nivé- les dietarios de calcio, fósforo, hierro, cobre y cinc. Inges- tiones subnormales de calcio y fósforo aumentan la retención de plomo en los tejidos y tal retención disminuye a medida que au- menta el calcio dietario de abajo hacia arriba de las necesida- des. La retención del plomo inhalado es mucho mayor, en el or- den de 30-50% y es aún mayor cuando el tamaño de la partícula - es muy pequeña. Una marcada reducción en la retención de plomo en los tejidos y alguna protección contra los efectos tóxicos - de 1000 ppm de plomo ha sido informada en cerdos cuando el cal- cio dietario fué aumentado de 0.7 a 1.1% (Underwood, 1977).

Aumentos de calcio o fósforo dietario disminuyen la absorción - del plomo mientras que bajo calcio dietario tiene un efecto - - opuesto. La absorción de plomo es reducida con deficiencia de - vitamina D (Neathery y Miller, 1975; N.R.C., 1978).

El plomo que es absorbido entra a la sangre y llega a los hue- sos y tejidos blandos del cuerpo, desde los cuales es excretado vía bilis dentro del intestino delgado y desde allí eliminado - en las heces (Underwood, 1977).

En becerros no se ha observado retención de plomo sobre un período de 100 días con una ingestión dietaria de 0.9 ppm de plomo, muy pequeña retención ocurre con 10-11 ppm, y una retención apreciable es aparente con 102 ppm (Underwood, 1977).

El nivel de plomo reportado en la leche de vacas normales es de 0.02-0.04 ppm y en la leche de borregas al inicio de la lactación es de 0.11-0.15 ppm. El plomo pasa rápidamente la barrera mamaria de modo que dosificando a los animales con sales de plomo se produce un marcado aumento en el contenido de la leche (Underwood, 1977).

Cuando la absorción de plomo en borregos es de $1.3 \pm 0.8\%$, se debe a causa de un amplio margen de ingestión de plomo, con poca reducción en la absorción verdadera de los aumentos en las cantidades ingeridas. La tolerancia hacia el plomo varía con la edad del animal, las formas y fuentes de plomo y la composición de la dieta consumida. En todas las especies los animales jóvenes son menos tolerantes que los adultos (Underwood, 1977).

La susceptibilidad al envenenamiento por plomo es afectada por el tipo de compuesto, acidez ruminal o intestinal, especie animal y el estado de lactación y/o gestación. El ganado consumiendo 300 ppm de plomo en la ración total durante 60 días fallece, el ganado viejo puede tolerar alrededor del doble por unidad de peso. En ganado, los signos de toxicidad incluyen apariencia de primida, ceguera, rechimiento de dientes, tic nervioso muscular, parpadeo y convulsiones (Neathery y Miller, 1975).

4.2.10 Cromo.

El cromo se presenta como un oligoelemento en los tejidos, algunos estudios han sugerido que el cromo trivalente puede actuar junto con la insulina promoviendo la utilización de la glucosa. Una restricción severa en el aporte de cromo en la ración de ratas y ratones menoscaba el crecimiento y la sobrevivencia de éstos

tos animales de experimentación y la suplementación de 5 ppm de este elemento, mejora el crecimiento y la supervivencia de estos animales (Harper, 1975).

Los niveles de cromo en el suero declinan con la preñez y bajo la tensión de enfermedades infecciosas agudas. Los compuestos de cromo inorgánico son pobremente absorbidos por animales y hombre, hasta el límite de 1-3% o menos, sin tomar en cuenta la dosis y el estado dietario de cromo. El cromo hexavalente es mejor absorbido que el cromo trivalente. El cromo hexavalente - aniónico rápidamente absorbido pasa a través de la membrana de las células rojas y se queda en el límite de la fracción globulina de la hemoglobina. El cromo trivalente catiónico no puede pasar esta membrana, uniéndose con la β -globulina del plasma y, en cantidades fisiológicas, es transportado hasta el límite de los tejidos por la siderofilina (Transferrina). Una alta concentración de cromo en los ácidos nucleicos es bien conocida y esta hipótesis propone que el cromo y otros metales de transición pueden jugar un papel en el metabolismo del ácido nucleico. El cromo es excretado principalmente en la orina, ya sea ingerido o inyectado, aunque pequeñas cantidades se pierden en las heces vía biliar e intestino delgado, y posiblemente a través de la piel (Underwood, 1977).

La deficiencia de cromo se caracteriza por deterioro del crecimiento y longevidad en animales experimentales y por disturbios en el metabolismo de glucosa, lípidos y proteína. El cromo hexavalente es mucho más tóxico que el trivalente. De hecho el cromo Trivalente es de tan bajo orden de toxicidad que un amplio margen de seguridad existe entre las cantidades ordinariamente ingeridas y aquellas que probablemente inducen efectos de deterioro. La administración oral de 50 ppm de cromato está asociada con depresión del crecimiento y daño en hígado y riñón en animales en experimentación. (Underwood, 1977).

4.2.11 Selenio.

El selenio es un importante microelemento, capaz de sustituir a la vitamina E en diversas funciones y relacionado con el metabolismo de los aminoácidos azufrados (Kolb, 1972).

El selenio es un componente esencial de la enzima glutación peroxidasa (GSH), esta enzima cataliza la oxidación del glutatión, por lo cual el glutatión reducido se convierte en glutatión oxidado. El glutatión reducido ejerce un efecto protector en los glóbulos rojos, destruyendo el peróxido de hidrógeno y los hidroperóxidos de los ácidos grasos a través de reacciones catalizadas por la glutatión peroxidasa. La vitamina E impide la formación de hidroxiperóxido de los ácidos grasos, los aminoácidos sulfurados (como precursores de GSH) y el selenio intervienen en la eliminación de los peróxidos en los tejidos o de los productos inducidos por ellos (Harper, 1975; Omaye y Tappel, 1974).

El selenio se presenta en todas las células y tejidos del cuerpo animal en concentraciones que varían con el tejido, nivel y forma química de selenio en la dieta. El selenio se presenta en los tejidos animales en parte sujeto a las proteínas de una manera incompletamente entendida, en cierto modo incorporado dentro de las proteínas como análogos de selenio de los aminoácidos que contienen azufre. La mayor actividad de la glutatión peroxidasa comunmente ocurre en el hígado, una actividad moderadamente alta en los eritrocitos, músculo del corazón, pulmón y riñones y una pequeña actividad en el tracto intestinal y músculo esquelético. La absorción, retención y distribución de selenio dentro del cuerpo y las cantidades, formas y rutas de excreción varían con las formas químicas y cantidades del elemento ingerido y con los niveles dietarios de otros distintos elementos, tales como arsénico y mercurio. Hay también diferencias entre especies de ruminantes y no ruminantes en estos aspectos de metabolismo. El nivel de tocoferol en la dieta no afecta significativamente el modelo de absorción o retención de selenio. Las especies monogástricas tienen una mayor absorción intestinal de se-

lenio que los rumiantes, lo que puede estar relacionado a la reducción de selenito hacia formas insolubles en el rumen. Las diferentes formas químicas de selenio también varían en su capacidad para prevenir signos de deficiencia de selenio en los animales (Underwood, 1977).

El selenio también es incorporado dentro de la mioglobulina, citrocromo C, las enzimas del músculo, miosina, aldolasa y nucleoproteínas (Underwood, 1977).

El selenio es necesario para el crecimiento y fertilidad en los animales y para la prevención de varias enfermedades. La enfermedad del músculo blanco raramente ocurre en animales maduros, es bioquímicamente caracterizada por concentraciones subnormales de selenio y glutatión peroxidasa en la sangre y tejidos y por altos niveles anormales de transaminasa oxaloacética glutámica (SGOT) y deshidrogenasa láctica (Underwood, 1977).

Una ingestión dietaria de 0.1 ppm de selenio provee un satisfactorio margen de seguridad contra algunas variables dietarias o tensión ambiental en borregos y ganado en pastoreo (Underwood, 1977).

En todas las especies estudiadas la deficiencia de selenio resulta en un deterioro del funcionamiento reproductivo (Underwood 1977). La carencia de selenio combinada con la de la vitamina E desempeña importante papel en la aparición de diversas enfermedades: Distrofia muscular (carne blanca) en terneros y corderos, hepatosis diaetética en cerdos, diátesis exudativa y miodistrofias en las aves (Kolb, 1972; Mahan et al, 1973).

La toxicidad de selenio en los animales varía con las cantidades y formas químicas del selenio ingerido, la maduración y continuidad de la ingestión, la naturaleza del resto de la dieta y hasta cierto grado con las especies animales. Dietas altas en proteína proporcionan cierta protección contra ingestiones potencialmente tóxicas de selenio. El efecto protector puede estar relacionado con la producción de sulfato endógeno (Underwood, - 1977).

Stuart Young et al. (1961) encontraron que al administrar 10 mg - de selenio en forma de selenito de sodio acuoso por vía subcutánea a borregas en los últimos tres meses de gestación sus productos presentaban una marcada reducción en la incidencia de distrofia muscular.

La suplementación de selenio aumenta su concentración en sangre de borregas y borregos y en la leche de borregas de 8 semanas - después del parto (Paulson et al., 1968).

Kuttler y Marble (1960) alimentaron borregas con 0.1 ppm de selenio dos meses antes y después del parto, encontrando que el nivel fué adecuado para prevenir la enfermedad del músculo blanco en sus crías.

Broderius et al. (1973) en sus estudios sugieren el papel del selenio en el metabolismo de compuestos sulfhidrilos.

Ha sido ampliamente demostrado por experimentación científica - que el selenio y la vitamina E son micronutrientes esenciales - necesarios para la buena salud de los animales durante todo su ciclo de vida y para el logro de altos niveles de producción. - En dietas para cerdos y aves se necesita suplementar 0.1 ppm de selenio (selenito o selenato de sodio) y 10 ppm de acetato de - alfa-tocoferol, para pavos son 0.2 ppm de selenio y 10 ppm de - vitamina E y para ganado de carne y borregos 26 ppm en la sal - mineralizada para prevenir la distrofia muscular (Jenkins y Hidiroglou, 1972).

4.3 Interrelaciones de minerales.

Ya se ha demostrado que el calcio y el fósforo son esenciales, por lo que una deficiencia o un exceso de uno interfiere con la utilización adecuada del otro (Boda y Cole, 1954; Rucker et al., 1968; Borle, 1974; Thompson, 1978).

La mayoría de los autores coinciden que las relaciones de Ca: P de 1:1 y 2:1 son las más apropiadas para la producción láctea - (Chandler y Cragle, 1962; Jacobson, 1969; Jacobson et al, 1972; Lee et al, 1978; N.R.C. 1978; Steevens et al, 1971). Sin embargo en relaciones de 8:1 hay un pobre crecimiento y utilización del alimento para novillos holstein (Ricketts et al, 1970), más no existe diferencia significativa en vacas lactantes conteniendo diferentes niveles como 1:1, 4:1 y 8:1 (Jacobson et al, 1972; Smith et al, 1966). En experimentos a largo plazo con vaquillas gestantes la mayor absorción de ambos elementos ocurrió con raciones de 2:1, comparada con la relación de 1:1 que obtuvo Manston (1967).

Chicco et al, (1973), trabajando con ovejas demostraron la interrelación que guardan el calcio, el fósforo y el magnesio en la ración, señalando que: Un alto contenido de calcio en dietas, incrementa el calcio en plasma y en heces, decreciendo el magnesio en huesos y plasma, a su vez incrementa el fósforo fecal y tiende a disminuir el fósforo plasmático. Un exceso de magnesio en dietas, reduce el calcio en plasma e incrementa la pérdida - fecal de calcio, más no afecta el contenido de calcio en huesos; pero incrementa el magnesio en orina, plasma y huesos. Un alto contenido de fósforo en dietas con relaciones de Ca: P de 1:3, incrementa el calcio fecal, pero con una relación de 1:1 incrementa la retención de calcio, aumenta el fósforo en el plasma y reduce el calcio en el mismo.

Las concentraciones elevadas de potasio en la dieta inducen deficiencias de magnesio (Jacobson et al, 1972).

Aparentemente en ratas la absorción de magnesio se ve limitada cuando se incrementan en la ración los niveles de calcio. Al - existir incremento de calcio decrece la reabsorción del fósforo y una elevada concentración de magnesio incrementa la eliminación de calcio . Una elevada concentración de fósforo prevee la pérdida de calcio y decrece la absorción del magnesio. Una elevada concentración de potasio tiende a prevenir la pérdida de calcio (Jacobson et al, 1972).

Lane et al. (1968) sugieren que variaciones en los niveles de - minerales en la sangre de bovinos pueden ser parcialmente expli- cados por los efectos de preñez, parto, lactación y edad; señalan que no tiene efecto estos estados fisiológicos sobre la con- centración de magnesio y que no existe variación al medir calcio del plasma y suero así como con el fósforo.

Una disminución en la concentración de calcio y fósforo, aunada a un incremento del magnesio, ha sido observada al momento o in- mediatamente después del parto. Lane et al. (1968) señalan en su estudio con vacas lecheras, una correlación positiva de magne- sio con calcio.

Los valores de la hemoglobina y el hematocrito en cerdos aumen- tan, cuando se alimentan con 250 ppm de cobre pero disminuyen - cuando los niveles son de 500 ppm. El cobre del plasma y los ni- veles de cinc generalmente aumentan cuando estos minerales son añadidos a la dieta. Los valores de cobre en hígado son altamen- te incrementados cuando el cobre es incluido en la dieta, y - - tienden a ser menores con aumentos en el hierro y cinc en la - dieta (DeGoey et al., 1971).

En cerdos cuando son suplementados con vitamina E o selenio, se incrementa significativamente el manganeso en hígado y riñón; en cambio, cuando se suplementa solo vitamina E disminuye signifi- cativamente el cinc y cobre en tejidos de riñón y el magnesio - aumenta (Ewan, 1971).

Concentraciones excesivas de molibdeno inducen a una deficien- cia secundaria de cobre en animales a pesar del consumo de una cantidad adecuada de cobre bajo situaciones normales (Bremner, 1974). La deficiencia de molibdeno puede ser contrarrestada por los niveles de alimentación de cobre considerados bajo condicio- nes normales. Mills (1974) concluye que concentraciones eleva- das de cadmio aumentan la concentración de cinc en el hígado y disminuyen fuertemente la concentración de cobre, en tanto que el cinc disminuye la retención de cadmio y cobre.

Dentro del lumen gastrointestinal, el manganeso interactúa con calcio y fósforo. Dietas altas en manganeso (más de 1000 ppm) disminuyen los balances de calcio y fósforo y dietas altas en fósforo aumentan la excreción del manganeso (Thomas, 1970).

4.4 Minerales y pH en suelo.

Se piensa que la presencia de muchos minerales es debida a que existen en los suelos donde crecen vegetales que forman parte del alimento del animal, pero no se les ha identificado su función, solo se sabe que pueden ser o son detrimentales como el cadmio, vanadio y otros tóxicos como el plomo, arsénico, berilio, etc. (Alba, 1971; Collins, 1972; Nelson et al, 1968; Reynolds et al, 1953).

Para una más adecuada discusión de las propiedades de los suelos y los factores que afectan la disponibilidad de los elementos hacia las plantas, es necesario considerar que factores regulan la concentración de los elementos en la solución del suelo lo mismo que, los factores que afectan su desplazamiento en solución hacia las raíces (Carson, 1974). La liberación de elementos de lo sólido hacia la fase de solución y después la absorción por las plantas es dinámica; consecuentemente, algunos factores, tales como precipitación, solubilización y absorción química, afecta la ingestión de los elementos o su disponibilidad por las plantas (Ponnamperuma, 1972). El movimiento de los elementos hacia las superficies de la raíz desde el suelo fue discutido por Olsen y Kemper (1968) y Carson (1974). Ellos determinaron que tres mecanismos son responsables para el movimiento de los elementos hacia la superficie de las raíces: (1) intercepción con la raíz, (2) volumen de flujo, y (3) difusión. Ciertas condiciones adversas del suelo pueden disminuir la capacidad de las raíces para absorber los elementos en solución.

Cantidades necesitadas de nutriente son indispensables para mantener una proporción adecuada en solución de suelo y para evitar efectos antagónicos que pueden disminuir el consumo de otros elementos (Volkweiss, 1978).

4.4.1 Calcio y fósforo.

Se ha demostrado que solamente un pequeño porcentaje de fósforo añadido es absorbido por las plantas y que el sobrante es retenido o fijado en el suelo en varias formas relativamente insolubles.

Yuan et al. (1960) estudiaron tres tipos de suelos y mostraron que el fosfato de aluminio, fosfato de hierro, fosfato de calcio y fosfato orgánico son las formas más comunes de fijación de fósforo en los suelos.

En suelos ácidos los productos de fijación de fósforo son fosfatos complejos de hierro y aluminio. (Tisdale y Nelson, 1966).

Reeve y Summer (1970) trabajando con suelos ácidos sugieren que la fijación de fósforo y la toxicidad del aluminio son factores limitantes primarios para el crecimiento de las plantas.

Kehoe y Curnow (1963) mencionan que el consumo aumentado de fósforo de suelos callosos puede ser debido a la capacidad mejorada de las plantas para tomar el fósforo más bien que para una proporción aumentada de sustituir por el suelo. Las raíces sometidas a concentraciones tóxicas de aluminio están frecuentemente deformadas y descoloridas, el consumo de fósforo puede ser entorpecida por la proliferación limitada de la raíz o por razones fisiológicas.

Según Kamprath (1970) los beneficios de suelos ácidos callosos son usualmente atribuidos a un tipo de aumento de descomposición de materia orgánica del suelo, los cuales son liberados por el fósforo en solución de suelo. A medida que el pH aumenta, la disponibilidad de fósforo, calcio, magnesio y molibdeno también se incrementa.

Younge y Plucknett (1966) indican que la fijación de fósforo suplementario es en alto grado más grande en ciertos suelos tropi

cales que en suelos templados y está relacionado a la mineralogía arcillosa y a la naturaleza amorfa de óxidos coloidales hidratados de hierro y aluminio.

Muestras colectadas en Minas Gerais, durante dos períodos (seco y húmedo) indican correlaciones significativas entre pH y fósforo disponible en dos ranchos y entre el fósforo disponible del suelo y el fósforo de las plantas en dos ranchos (Pereira et al, 1971), ellos también mencionan que suelos con menos de 10 ppm de fósforo disponible no son capaces de producir forrajes con niveles adecuados de fósforo para cubrir las necesidades de los animales, especialmente jóvenes.

Gomide (1976) informó que en general la cal disminuye la disponibilidad de manganeso, cinc, hierro, aluminio, boro y cobalto, y, aumenta la disponibilidad de molibdeno, selenio y fósforo en el trópico. El añade que suelos con más de 30 ppm de fósforo disponible pueden ser considerados ricos y aquellos con menos de 2 ppm son considerados pobres. Análisis de suelos en Florida utilizando el método de extracción doble ácida indicaron que de 0 a 5 ppm de fósforo son considerados muy bajos, de 6 a 13 ppm bajos, de 14 a 25 ppm medio, de 26 a 50 ppm muy altos en fósforo (Breland, 1976). Los niveles de calcio de 0 a 71 ppm son considerados bajos, de 72 a 140 ppm son medio y de 141 ppm o más son altos. Bahía (1976) indica que los niveles correspondientes de fósforo considerados en Minas Gerais son de 9 a 10 ppm bajo, de 11 a 30 ppm promedio y de más de 30 ppm alto.

Gupta y Munro (1969) observaron que las aplicaciones de fósforo a los suelos aumenta la producción y contenido de fósforo en el tejido de la planta. Ellos mencionan que cuando el fósforo es aplicado sin azufre se incrementa el contenido de molibdeno en el tejido de la planta. Cohen (1975) menciona que la baja concentración de fósforo en el forraje puede también ocurrir en suelos con un estado aparentemente normal de fósforo cuando éste no es disponible para el uso de la planta a causa de alto contenido de aluminio o hierro o ambos. La sequía también reduce la

proporción de consumo de fósforo por las plantas y en esta condición habrá respuesta pequeña a la aplicación de fertilizantes de fósforo sin humedad.

Sutmöller et al. (1966) encontraron que la relación de Ca/P/Mg - en el suero de animales pastando en suelos fértiles fue normal. Andrew y Norris (1961) informaron que el proceso de nodulación es susceptible al contenido de calcio en leguminosas tropicales y templadas. Esto sugiere que la capacidad superior de las leguminosas tropicales para nodular con bajo sustrato de calcio - es debido a la capacidad de ese grupo para extraer el calcio - del suelo.

Healy (1973) hizo observaciones de campo en forrajes frescos e indicó que la contaminación del suelo es raras veces más que 2% del peso húmedo, ésto corresponde alrededor de 15 a 20% en base a materia seca. Si asumimos que un borrego tiene un consumo de 600g de materia seca por día de forraje limpio, entonces en un forraje contaminado el consumo será de 600g de materia seca más 100g de suelo. La ingestión de 100g de suelo por día puede suplir cerca de 1.5g de calcio, 0.7g de fósforo y 4g de hierro. - Debe ser notado que la ingestión de suelo es más alta cuando - los consumos de materia seca son más bajos debido a limitaciones de forraje y al mismo tiempo los elementos disponibles para el animal directamente del suelo pueden representar una contribución significativa de ciertos minerales y poco o nada para el consumo de otros elementos.

Daniel y Harper (1934) en estudios de Oklahoma, indicaron que - las condiciones de humedad del suelo afectaron marcadamente el contenido de fósforo de el forraje. Ellos encontraron que la - composición del fósforo del suelo no fué asociado de cerca con la composición de fósforo de las plantas.

Ortiz (1980) trabajó con suelos cultivados con alfalfa y obtuvo valores para calcio de 2.7% y para fósforo de 7.8 ppm, siendo - los mismos valores encontrados por Nieto (1981).

4.4.2 pH

La acidez del suelo involucra aspectos de intensidad y de cantidad.

El aspecto de intensidad es caracterizado universalmente por medición de la actividad del ion hidrógeno, expresado como pH. El aspecto de cantidad es caracterizado, directa o indirectamente, por la cantidad de álcali necesario para titular el suelo hacia algún punto final arbitrario (Black, 1968). Miller et al, (1964) encontraron que la correlación bruta entre el pH del suelo y el contenido de cinc del forraje fué -0.72, pero cuando los efectos de la cal y del nitrógeno son eliminados la correlación es reducida hacia -0.09. En esos estudios el contenido de cinc por unidad de materia seca aumenta con reducción del pH del suelo. Teixeira et al. (1971) observaron que cuando el pH disminuye los niveles de cobre y cobalto en el forraje aumentan. Werner (1975) menciona que la disponibilidad de fierro, manganeso, cinc y molibdeno en el suelo para los forrajes es enormemente afectada por el pH del suelo. Consecuentemente, un incremento en el pH del suelo disminuye la disponibilidad de los primeros tres minerales pero aumenta la disponibilidad del molibdeno. Fleming (1973) indicó que el cambio en el pH del suelo de 5.1 a 7.1 tiene un mayor efecto en los niveles de magnesio de los forrajes que los niveles de calcio en forrajes, pero los niveles de fósforo, potasio y nitrógeno no son modificados hacia algún grado significativo. El pH del suelo y otros factores afectan el contenido de cinc del forraje (Miller, 1972).

El manual de Instrumentos Beckman* informa valores de pH en suelos que varían con alfalfas de 6.5 a 7.5 y con maíz de 5.5 a 7.0. Ortiz (1980) encontró valores de pH de 7.8 en suelos cultivados con alfalfas.

* Instrumentos Beckman. Manual de métodos analíticos. Instrumentos Beckman, U.S.A.

4.5 Minerales en forrajes.

Los forrajes, contienen cantidades variables de elementos minerales, los cuales estarán influenciados o relacionados directamente con: La naturaleza del suelo, condiciones climáticas o estacionales durante el crecimiento y etapa de maduración del vegetal, la utilización de fertilizantes, tipo de irrigación y agua empleada, y prácticas encaminadas a la conservación de los forrajes (Underwood, 1968).

La absorción de minerales por parte de las plantas y por consiguiente su composición mineral, puede verse afectada por el pH del terreno y por ciertas condiciones como es el caso de la inundación del suelo, que ha demostrado aumentar notablemente el contenido de cobalto y manganeso de las plantas (Adams y Honeysett, 1964).

La absorción de níquel, cobalto y manganeso, por las plantas se ve favorecida por la reacción ácida del terreno, según puede demostrarse a través del aumento en las adiciones de óxido de calcio (Tonroy et al., 1973).

La deficiencia o toxicidad de un elemento altera la absorción de otros elementos y reduce el grado de crecimiento de las plantas. Ciertos microorganismos en el suelo también pueden ser la causa de dichas anomalías (Corey y Schulte, 1972).

4.5.1 Calcio y fósforo.

Las concentraciones de fósforo en las plantas, descienden marcadamente, según avanza la fase de maduración; no siendo así con el calcio (Underwood, 1968).

Cuando el heno de alfalfa constituye el principal forraje en la dieta, no es raro encontrar en los animales relaciones de Ca: P de 3 a 4 veces más altas que las óptimas (Rickets et al., 1970).

La relación Ca:P en la alfalfa, frecuentemente se aproxima a 8 partes de calcio, por 1 de fósforo (Steevens et al., 1971); estando dentro de los valores informados por Haag (1929) que es de 3 a 25 veces más calcio que fósforo.

El contenido de fósforo de las plantas es considerablemente menor que el de nitrógeno, potasio y calcio (Black, 1968); él lo añade como un factor limitante, siendo el fósforo más importante que el calcio y el potasio.

Adams (1975) encontró que hay diferencias entre valores bajos y altos para muchos elementos traza dentro de un tipo dado de alimento y la variación para los forrajes va desde 52 hasta 100%. Por 5 años estudió los forrajes observando que el rango de los niveles de calcio es de 0.01 a 2.61% con un coeficiente de variación de 28%. El fósforo varió de 0.07 a 0.74% con un coeficiente de variación de 25%. El añade que algunos problemas de nutrición mineral resultan de un requerimiento diferencial del animal sobre el de las plantas o de baja disponibilidad de un elemento para el animal.

Fleming (1973) menciona que el concepto clásico de una planta forrajera creciendo para madurar es un consumo relativamente rápido de minerales en estados tempranos de crecimiento, con una producción relativamente lenta de materia seca. A medida que las áreas fotosintéticas aumentan la producción de materia seca, la concentración mineral disminuye debido a procesos de dilución natural. Analizó valores de cuatro especies de leguminosas encontrando un rango de 1.0 a 2.1% de calcio y los valores de calcio de nueve especies de gramíneas en un rango de 0.23 a 0.46%.

Walker et al. (1976) estudió valores de calcio, fósforo, magnesio, manganeso y selenio para 5 variedades de alfalfa crecida en 6 lugares de Nuevo México (U.S.A.). El contenido mineral no fué significativamente afectado por la variedad pero fué grandemente afectado por el lugar. Los análisis de correlación - -

muestran una relación positiva entre Ca/Mg, Ca/Mn, P/Se. Se/ - proteína cruda y una correlación negativa entre P/Mg. En un estudio con forrajes tropicales, Gomide (1976) informa que la edad de la planta es un importante factor que afecta la composición química y el valor nutritivo de los forrajes. Los niveles de fósforo disminuyen con la edad de la planta y esta dilución sigue una curva sigmoideal con el tiempo. El fósforo es extremadamente móvil, cambiando de los tejidos viejos de la planta hacia el nuevo. Sin embargo, el calcio es relativamente inmóvil y aumentando las concentraciones es encontrado en los órganos viejos y en el tallo. El menciona que las diferencias en la composición mineral entre especies de forraje es baja con pocas excepciones. En el caso del calcio, las leguminosas tropicales tienen mayores concentraciones que las gramíneas.

Nieto (1981) obtuvo valores para calcio y fósforo en alfalfas de 3.79 y 0.34% respectivamente.

Huston y Rector (1976) observaron que las especies de ramoneo mantienen un nivel consistente de fósforo a través de las estaciones.

Hanson (1972) encontró valores para calcio y fósforo en alfalfas en un rango de 2.24 a 3.11% y de 0.2 a 0.5% respectivamente.

Hagg et al. (1967) estudió forrajes de más de 84 días de edad y encontró que el calcio y el fósforo son menos absorbidos que el potasio. McNaught (1970) informó que las necesidades de calcio y boro son mucho mayores en el trébol que en las gramíneas. En hojas de plantas sanas de forrajes de pastoreo, usualmente el rye grass perenne fue más alto en fósforo y bajo en calcio que el trébol blanco. Temperaturas más altas favorecen la absorción del calcio por las especies forrajeras. Las concentraciones de fósforo en los forrajes son grandemente reducidas por la sequedad.

El N.R.C. (1976, 1978) describe contenidos de calcio para alfalfa y maíz en un promedio de 1.72 y 0.50% respectivamente y para fósforo de 0.31 y 0.21% en los mismos forrajes.

Escobosa et al. (1978) demostraron que los contenidos de calcio y fósforo se encuentran dentro de los valores observados por - otros autores, sobre todo en los mismos lugares de este estudio.

Christiansen (1972) presenta valores de calcio para alfalfa y - maíz en un rango de 1.06 a 2.06% y 0.19 a 1.96% respectivamente y de fósforo de 0.19 a 0.52% y 0.04 a 0.24% respectivamente.

4.5.2 Cobre

Gavillón y Quadros (1976) convienen que las necesidades de cobre para ganado de carne son de 4 ppm cuando los niveles de molibdeno son bajos (1 a 1.5 ppm). Aún cuando los niveles de molibdeno o sulfato sean altos, las necesidades para cobre pueden aumentar tres o más veces.

Gupta y Macleod (1975) mencionan que las leguminosas acumulan - mayor cantidad de molibdeno que las gramíneas, cuando contienen 5 ppm de cobre necesitan contener 7 ppm o más de molibdeno para causar toxicidad por este último elemento. Underwood (1977) informa que la toxicidad de cobre puede desarrollarse en borregos pastando forrajes que contengan de 10 a 15 ppm y extremadamente bajos niveles de 0.1 a 0.2 ppm de molibdeno. Sin embargo, si el nivel de molibdeno cae por debajo de 0.2 ppm pudiera presentarse intoxicación por cobre, porque la toxicidad de cobre puede - fácilmente resultar en la presencia de bajos niveles de molibdeno. Wyne y McClymont (1955) indicaron que la toxicidad de cobre en bovinos fue asociada con pasturas que contenían de 8 a 12 - ppm de cobre; de 1 a 5 ppm de molibdeno y de 0.6 a 0.9% de sulfato.

Christiansen (1972) encontró valores de cobre para alfalfa y - maíz dentro de los límites de 6.1 a 24.5 y 27.9 ppm respectivamente.

Gavillón y Quadros (1966) observaron que en el Oeste de Río Grande do Sul, los niveles de cobre son cerca de 10 ppm y los de molibdeno son de 0.20 ppm. Ellos indicaron que en estas condiciones podría presentarse una intoxicación por cobre para los borregos. Thornton et al. (1972b) encontraron intoxicación por molibdeno en el sur de los Apeninos cuando los análisis de suelo y forraje mostraron adecuado contenido de cobre y el molibdeno del forraje estuvo entre 3 y 20 ppm, comparado con las muestras de menos de 2 ppm de los ranchos sanos. Heathery (1976) en un reporte acerca de los niveles de elementos esenciales, informó que los niveles de tolerancia para el molibdeno están en un rango de 5 a 50 ppm y que los niveles de tolerancia para cobre son de cerca de 100 ppm de materia seca.

El N.R.C. (1976, 1978) describe valores de cobre para alfalfa y maíz respectivamente de 9.9 a 15.4 y 4.8 a 9.8 ppm.

Gallo et al. (1974) estudiaron forrajes de Sao Paulo e informaron que las leguminosas son más ricas en cobre que los pastos.

Hanson (1972) informó que los niveles de cobre en alfalfas varían de 8 a 20 ppm.

Church (1979) observó los valores de cobre en alfalfas en un rango de 4 a 15 ppm.

Nieto (1981) obtuvo valores promedios de cobre en alfalfas de 21 ppm.

4.5.3 Hierro y manganeso

El hierro es uno de los minerales más deficientes en cerdos jóvenes y el hombre. Sin embargo, la deficiencia de hierro de bovinos en pastoreo y borregos no es probable que ocurra (McDowell, 1976).

Christiansen (1972) encontró valores de manganeso en alfalfa y maíz de 22.7 a 103.9 y de 49.8 ppm respectivamente.

Gavillón y Quadros (1973) estudiaron pastos nativos en Río Grande de Do Sul y observaron una disminución significativa en el contenido de hierro y una disminución en la relación Fe/Mn de primavera a verano, pero no hubo efecto estacional significativo en manganeso.

N.R.C. (1976-1978) informa valores de hierro y manganeso en alfalfas y maíces en un promedio de 100 a 490 y 16.5 a 50 ppm de hierro y de 80 a 230 y 15 a 68.1 ppm de manganeso.

Gomide et al. (1969) encontraron que la fertilización con nitrógeno aumenta ($P < 0.05$) el contenido de manganeso de los forrajes en un promedio de 41 ppm. El contenido de hierro de los forrajes varió entre especies ($P < 0.01$) y disminuyó con la edad de la planta ($P < 0.01$). El zacate gordura (Melinis minutiflora) tuvo el mayor promedio de hierro conteniendo 442 ppm. En otro estudio, Gomide (1976) indicó que el hierro es casi inmóvil en el tejido de la planta y las concentraciones aumentan en órganos viejos y en el tallo. Gallo et al. (1974) mencionan que las leguminosas son más ricas en hierro que los pastos y también que las leguminosas y pastos muestran contenidos similares de manganeso.

Hanson (1972) obtuvo valores de hierro y manganeso en alfalfas en un rango de 800 y 39-61 ppm respectivamente.

McNaught (1970) menciona que el pasto rye perenne usualmente tiene mayor contenido de manganeso y más bajo hierro que el trébol blanco.

Church (1979) obtuvo valores de hierro y manganeso en alfalfas en un rango de 30-300 y de 20-100 ppm.

Escobosa et al. (1978) encontraron niveles excesivamente bajos de manganeso en forrajes como alfalfa y Rye grass en diferentes

lugares de la República Mexicana.

Nieto (1981) encontró niveles de hierro y manganeso en alfalfas de 639 y 160 ppm respectivamente.

4.5.4 Cobalto

Houser et al. (1976) observó que en regiones de alta precipitación hay una tendencia hacia el aumento de la lixiviación del cobalto. Este problema es agravado por dilución del cobalto durante el crecimiento rápido de los forrajes durante la estación húmeda. Las leguminosas contienen más altos niveles de cobalto que las gramíneas y el cobalto se concentra más en las hojas que en los tallos (Robertson, 1971). Looney et al. (1976) concluyeron que las concentraciones de cobalto en las plantas tal vez no indique la disponibilidad del cobalto para los animales y hay sugerencias de sus resultados que menos cobalto es necesario para mantener la salud en leguminosas forrajeras que en pastos forrajeros. Winter et al. (1977) informaron que los bovinos en pastoreo de forrajes (Panicum maximum y Stylosanthes guyanensis) abonados con 0.025 ppm de cobalto, presentan deficiencia en dicho elemento.

Reisenhauer (1960) demostró que el cobalto juega un papel importante en la fijación del nitrógeno por la bacteria.

Hanson (1972) encontró valores de cobalto en alfalfas de 0.30 a 0.40 ppm. N.R.C. (1976,1978), describe valores de cobalto para alfalfa y maíz de 0.09 a 0.39 y de 0.13 a 0.30 ppm respectivamente. Christiansen (1972) obtuvo valores de cobalto en alfalfas de 0.04 a 0.27 ppm.

4.5.5 Magnesio

Viana (1976) explicó que el magnesio es encontrado como un constituyente de la clorofila, pigmento esencial para la fotosíntesis. Gomide (1976) observó que el magnesio es casi inmóvil en el tejido de la planta y las concentraciones aumentan en órganos viejos y en los tallos.

La fertilización con nitrógeno afectó la concentración de magnesio en las plantas y su disponibilidad para ruminantes (Jung, 1977). En un estudio con zacate orchard, Reid et al. (1974) encontraron valores más altos de magnesio asociados con la fertilización con nitrógeno; sin embargo, la disponibilidad de magnesio para el borrego disminuye cuando el nitrógeno fue aumentado de 60 a 240 Kg/ha. El magnesio tiende a disminuir con adiciones de nitrógeno, fósforo y potasio, especialmente durante condiciones de sequía (Walsh y Beaton, 1973).

Adams (1975) informó que los límites de variabilidad para el magnesio en los forrajes fue de 0.07 a 0.75% y el coeficiente de variación de 33%.

Hanson (1972) trabajando con alfalfas obtuvo valores de magnesio dentro de los límites de 0.08 a 0.30%.

Fick et al. (1976) en una extensa revisión sobre investigación mineral, encontró que más del 35% de los 290 forrajes analizados de América Latina contenían 0.20% o menos de magnesio en la materia seca y que bajo condiciones normales la deficiencia de magnesio rara vez sucede.

N.R.C. (1978) informa valores de magnesio para alfalfa y maíz en un rango de 0.26 a 0.39% y 0.18 a 0.45% respectivamente.

Andreasi et al. (1967) estudiaron la composición mineral de forrajes tropicales en Sao Paulo y observaron que el zacate Jara-gua (Hyparrhenia rufa), presentaba la mayor concentración de

magnesio en la época seca de 0.36%. Gomide et al., (1969) estudiaron seis forrajes tropicales y encontraron que los niveles de magnesio fueron diferentes entre forrajes ($P < 0.01$), edad de la planta ($P < 0.01$) y entre años ($P < 0.05$) y fue encontrada una interacción para especies por edad.

Nieto (1981) obtuvo valores de 0.41% de magnesio en alfalfas. Church (1969) encontró valores de magnesio en alfalfas dentro de los límites de 0.10 - 0.6%.

Haag et al. (1967) estudiaron la absorción de nutrientes por los pastos e informaron que algunos minerales aumentaron y otros disminuyeron con la edad de la planta, pero que el magnesio no mostró una definitiva tendencia. Nascimento et al. (1976) observaron que los niveles de magnesio presentes en la planta completa y en el tallo no son afectados por la edad de la planta, pero los niveles de magnesio en las hojas aumentan significativamente.

El contenido de magnesio en los forrajes y suelo de los lugares donde se presenta tetania de los pastos se ha encontrado dentro de los límites considerados normales. Altas concentraciones de potasio en plantas tiernas y suculentas pueden crear un desbalance en el magnesio (N.R.C., 1978). En agudo contraste con los demás nutrientes, la absorción de magnesio es pequeña en pastos tiernos y se incrementa en los forrajes maduros (Blaxter y McGill, 1956; Kemp, 1963).

4.5.6 Cinc

Underwood (1977) encontró que la concentración de cinc en las plantas usualmente disminuye con el avance de la madurez y que las leguminosas invariablemente acarrean mayores niveles de cinc que las gramíneas en crecimiento probadas bajo condiciones iguales.

Church (1979) obtuvo valores de cinc en alfalfas de 10-50 ppm. Hanson (1972) informa valores de cinc en alfalfas de 14 ppm.

Adams (1975) encontró que los niveles de cinc de los forrajes varían de 8 a 300 ppm y el coeficiente de variabilidad fue de 63%.

N.R.C. (1976,1978) describen valores de cinc en alfalfas de 17 a 22 ppm. Christiansen (1972) informa valores de cinc en alfalfa de 22.5 a 74 ppm.

Gomide (1976) observó que el cinc es casi inmóvil en el tejido de la planta y por consiguiente tiende a aumentar en órganos viejos y en el tallo. Gomide et al. (1969) no encontraron diferencias en los niveles de cinc en seis forrajes tropicales debido a la especie, edad o fertilización con nitrógeno.

Nieto (1981) trabajó con alfalfas y obtuvo valores promedio de cinc de 25 ppm'

4.5.7 Plomo

Los niveles de plomo en las raíces y retoños de Rye grass perene creciendo en suelos bajos en plomo extractable son de 10.0 y 5.1 ppm respectivamente y los niveles correspondientes para plantas creciendo en suelos altos en plomo son de 37.8 y 7.4 ppm (Underwood, 1977).

La concentración promedio de plomo en las plantas cerca de la carretera es de 34 ppm (Hemphill, 1974).

4.5.8 Selenio

De hecho, en vez de una relación directa o una inversa entre el contenido de selenio de la alfalfa y la presencia de la enfermedad del músculo blanco en becerros ha sido informado, a pesar -

de la evidencia de la efectividad de la suplementación con selenio. Esto probablemente puede ser explicado por los inusitados altos niveles de sulfato en la alfalfa. Ingestiones altas de sulfato es conocido que reducen la disponibilidad de selenio para los animales aun con altas ingestiones de selenio, de modo que las necesidades de selenio son probablemente mayores - cuando las ingestiones de sulfato son altas. Las pasturas y forrajes libres de enfermedades seleno-responsables en animales generalmente contienen 0.1 ppm de selenio o más, en tanto que en áreas con una incidencia variable de dichas enfermedades - los niveles son en su mayor parte abajo de 0.05 ppm y algunas veces más bajo como 0.02 ppm de selenio (base seca). Gran parte del selenio en trigo y probablemente en otros granos y en la alfalfa es en forma de selenometionina (Underwood, 1977).

El consumo de selenio por alfalfa de suelos seleníferos puede ser notablemente reducido por adiciones de sulfato de calcio y cloruro de bario; estas sales reducen los niveles de selenio - en las plantas de 90-100% cuando se aplican en cantidades que no afecten el crecimiento de las plantas o resulten concentraciones significativas de bario en los tejidos (Underwood 1977).

Escobosa et al. (1978) estudiaron forrajes como alfalfas en los mismos lugares de este estudio y encontraron valores de selenio que van de 0.002 a 0.031 ppm y en otros lugares como Jaral de Berrio, los valores fueron de 0.074 a 0.288 ppm, de 0.015 a 0.300 ppm en Sayula, Jalisco y de 0.133 a 0.363 ppm en Torreón, Coahuila.

4.6 Análisis químico proximal

El análisis proximal representa probablemente el esquema químico utilizado más frecuente para describir los alimentos. Este - esquema de análisis, dice que los alimentos se pueden dividir - en 6 fracciones: Humedad, Extracto etéreo, Fibra cruda, cenizas, proteína cruda y extracto libre de nitrógeno.

Este sistema de descripción reúne a diversas sustancias que poseen algunas características físico-químicas comunes. No es como se ha supuesto erróneamente algunas veces, un análisis de los nutrientes del alimento. Cada uno de los componentes, excepto el agua, representa una combinación de sustancias, algunas de las cuales son nutrientes o combinaciones de nutrientes y otras carecen totalmente de valor nutritivo para algunos animales (Crampton, 1974).

4.6.1 Proteína cruda

Se determina el contenido de nitrógeno total (amino, amido, imino) presente en la muestra. Este contenido se multiplica por el coeficiente nitrogenado de las sustancias proteicas (6.25) para obtener el valor aproximado en porcentaje de proteína cruda contenido en la muestra. Los valores encontrados de proteína cruda en alfalfas varían dentro de los límites de 16.3 a 25.5% (Crampton 1974; Christiansen, 1972; Hanson, 1972; N.R.C., 1976, 1978, Nieto, 1981) y los obtenidos para maíces varían de 5.9 a 9.8% (Christiansen, 1972; N.R.C., 1976, 1978).

4.6.2 Grasa cruda o extracto etéreo

Consiste en la extracción de compuestos orgánicos solubles en éter. Algunos compuestos que son arrastrados en esta extracción son ácidos grasos volátiles, colesterol, lecitina, aceites volátiles, resinas, glicéridos, pigmentos, ceras, etc., de los cuales no todos son considerados como nutrientes. Los valores notificados de grasa cruda en alfalfas, varían de 2.4 a 4.0% (Crampton, 1974; Christiansen, 1972; Hanson, 1972, Nieto, 1981); maíces varían de 1.70 a 3.0% (Christiansen, 1972)

4.6.3 Fibra cruda

La fibra cruda está constituida por carbohidratos heterogéneos

como celulosa y hemicelulosa y otras sustancias como lignina, - que son resistentes a la digestión ácida y alcalina. Se supone - que el resultado nos va a expresar la porción indigestible del - alimento, lo cual no es del todo cierto ya que sabemos que gran parte de la fibra cruda es celulosa, la cual tiene una alta digestibilidad por los rumiantes. Los valores descritos de fibra - cruda en alfalfas varían de 20 a 29% (Crampton, 1974; Christiansen, 1972; Hanson, 1972; N.R.C. 1976,1978; Nieto, 1981) y los obtenidos para maíz varían de 9 a 37%(Christiansen 1972; N.R.C., - 1976, 1978).

4.6.4 Cenizas

Son el residuo inorgánico de la calcinación a 450°C por 8 horas. La significancia nutricional que pueden tener las cenizas depende en parte del alimento analizado, ya que en materiales vegetales tiene poco uso como indicador nutricional puesto que son compuestos altamente variables, no solo como un todo, sino que también en sus componentes. Los valores notificados de cenizas en - alfalfas varían de 9.0 a 16.7% (Crampton, 1974; Christiansen, - 1972; Hanson, 1972; Nieto 1981) y los del maíz son de 4.8 a 11.0% (Christiansen, 1972).

4.6.5 Extracto libre de nitrógeno

Esta fracción, incluye cantidades variables de celulosa, hemicelulosa y lignina solubles en ácidos o álcalis diluidos, azúcares simples, pectinas, ácidos orgánicos, resinas, taninos, pigmentos, vitaminas hidrosolubles, etc. Se obtiene por diferencia entre el peso de la muestra original y la suma del contenido de proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo y cenizas. Los valores descritos de extracto libre de nitrógeno en alfalfas varían de 32.0 a 45.0% (Crampton, 1974; Christiansen, 1972; Hanson, 1972; Nieto 1981) y para maíz son de 42.3 a 58.7% (Christiansen, 1972).

4.7 Minerales en animales

Los animales domésticos pueden estar expuestos a elementos minerales potencialmente tóxicos de varias fuentes (James et al, - 1966; Bremner, 1974; Case, 1974; Buck 1975; Ammerman et al, 1977). Imbalances nutricionales por cobre, manganeso, cinc y hierro - son identificados en rumiantes domésticos mucho antes que el re conocimiento de dicho problema nutricional en humanos (Mertz, - 1977). Esto es probablemente a causa de que los animales están más expuestos directamente a influencias de el medio ambiente - geoquímico.

Los minerales juegan un importante papel metabólico en la nutri ción animal, sin embargo, ellos no son fuentes de energía o pro teína, pero son esenciales para la biosíntesis de nutrientes - esenciales.

4.7.1 Calcio y fósforo

Thompson y Werner (1976) encontraron que el calcio es el elemen to más abundante en el cuerpo animal, y que cerca del 99% está localizado en el hueso y dientes y solamente el 1% en tejido - blando.

Los síntomas de deficiencia de calcio tales como osteomalacia y raquitismo no ocurren frecuentemente en ganado a causa del pe- ríodo tan largo de amamantamiento de los becerros y la dieta al ta en forraje consumida por las vacas durante la gestación y - lactación. La deficiencia de calcio es más probable que ocurra en ganado de carne que es alimentado con dietas altas en granos que contienen altos niveles de energía. Los síntomas de deficien- cia son: bajas ganancias de peso, digestibilidad reducida, bajos niveles de calcio en la sangre, huesos débiles y en algunos ca- sos tetania (Nicolaysen et al, 1953; Bartler, 1964; Wills 1973; Thompson, 1978)

El fósforo representa cerca del 1% del peso del cuerpo del animal, pero a diferencia del calcio en que aproximadamente el 80% del total está en los huesos y 20% en los tejidos. El fósforo - está involucrado en casi todas las reacciones metabólicas y es importante para la microflora del rumen. Cohen (1975) observó - que el ganado pastando en forrajes bajos en fósforo tienen apetito deprimido, retardo del crecimiento, baja eficiencia reproductiva, disminución de la producción láctea, frecuentemente dificultad al caminar y rápidamente sufren fracturas en los huesos.

Cohen (1973) informó que los coeficientes de correlación entre el contenido de fósforo del forraje y cualquiera de los dos ya sea contenido de fósforo en pelo o la concentración de fósforo inorgánico en plasma no fueron significativos.

Dayrell et al. (1973a y b) demostraron que hay una correlación - entre los valores de fósforo del suelo y el promedio al año de los valores de fósforo inorgánico del suero del ganado en el - área de Brasilia región de Brazil. Los valores de fósforo inorgánico se elevan significativamente cuando el suero fue separado después que la sangre permaneció a temperatura ambiente por más de tres horas.

Los valores normales de calcio en suero de animales descritos - por diferentes autores son de 9 a 12 mg/100 ml (Dukes, 1973; - Swenson, 1970; Cunha et al., 1964; Kaneko y Cornelius, 1971; Underwood, 1977) y los valores de fósforo para becerros de 8 a 10 mg/100 ml, para terneros de un año de 6 a 8 mg/100 ml y para vacas adultas de 4 a 6 mg/100 ml (N.R.C., 1978; Bratton et al., - 1959; Reinhart, 1939); aunque otros investigadores no estén de acuerdo y consideran que para vacas adultas son de 5 a 8 mg/100 ml (Cunha et al., 1964) o que consideran que valores de 4.5 mg/100 ml son demostrativos de una deficiencia severa (McDowell, - 1976).

En vacas en lactación, un exceso moderado de calcio no produce efectos nocivos, sin embargo, esto no sucede en toros, a los - cuales, el consumo de 3 a 5 veces las cantidades de calcio reco

mendadas, les produce alta incidencia de osteopetrosis, anquilosis vertebral y osteoartritis degenerativa (Krook et al, 1969).

En vacas adultas, dando una dieta deficiente de calcio por largos períodos de tiempo, se reduce la producción de leche sin reducir la concentración de calcio en la misma, existiendo una marcada disminución de calcio y fósforo de los huesos (N.R.C., 1978).

Se han encontrado valores bajos de fósforo sanguíneo, sin que los animales presenten signos clínicos (Malan et al, 1928; Theiler et al, 1927). Sin embargo, cuando existen deficiencias graves y prolongadas, se observan problemas de osteomalacia y deformación ósea (Underwood, 1968).

Por otro lado, se ha observado que vacas con una severa deficiencia de fósforo no necesariamente presentan un apetito deprimido (N.R.C., 1978; Hofer et al, 1974). Los niveles de fósforo sanguíneo, en animales con dietas deficientes varían de 1.07 a 6.56 mg/100 ml. dependiendo del grado de deficiencia (Palmer, 1927).

En pruebas de campo realizadas por Call et al. (1978), no encontraron diferencias significativas en lo que se refiere a ganancia de peso, apetito deprimado, función reproductiva y contenido de fósforo en hueso y músculo, por lo que sugieren niveles inferiores a los recomendados por el N.R.C. (1978).

Araujo (1977) trabajó con ganado lechero y encontró que la concentración de calcio aumenta durante el primero y segundo tercio de la gestación con respecto a las no gestantes y que la concentración disminuye hacia el final de la gestación. Con respecto a la concentración de fósforo, este aumenta en animales no gestantes en comparación a los gestantes y la concentración disminuye conforme se acerca el momento del parto.

Lane (1968) analizó sangre de rumiantes y no encontró variacio-

nes de calcio en los diferentes estados fisiológicos. En cuanto al fósforo señala ligeras fluctuaciones en la concentración durante los distintos períodos de gestación.

Murtuza et al. (1979) trabajó con ganado de raza Hariana y encontró concentraciones mayores de calcio y fósforo en vacas al final de la gestación que en vacas vacías.

García G. (1980) observó en vacas de la raza Cebú que la concentración de calcio decrece durante la gestación, mientras que la concentración de fósforo aumenta.

Lee et al. (1978) analizaron sueros de ganado lechero en etapa de secado y encontraron valores de calcio y fósforo de 9.93 y 5.78 mg/100 ml. respectivamente. Ross et al. (1976) observaron valores para calcio en ganado lechero de 9.15 mg/100 ml. Rowlands et al. (1974) trabajó con ganado lechero y obtuvo valores de calcio y fósforo de 9.55 y 5.97 mg/100 ml. Thompson et al. (1978) analizaron sueros de ganado lechero en lactación y encontraron valores de calcio y fósforo de 9.57 y 5.65 mg/100 ml. García G. (1980) trabajó con ganado cebú y obtuvo valores de calcio y fósforo de 9.9 y 4.34 mg/100 ml. García B. (1980) notificó valores para calcio y fósforo en ganado cebú de 12.39 y 3.46 mg/100 ml. respectivamente. Díaz (1981) analizó suero de ganado lechero y encontró valores de calcio y fósforo de 10.6 y 7.7 mg/100 ml.

V. MATERIAL Y METODOS

5.1. Localización del Area

El experimento se llevó a cabo con muestras de 2 ranchos del Estado de México y con 3 ranchos del estado de Hidalgo.

Rancho 1. "Jalapango", localizado en el Estado de México, con una latitud de $19^{\circ}32'$, una longitud de $98^{\circ}51'$ y con una altitud de 2250 m.s.n.m. (García, 1973)

Rancho 2. "Rosario", localizado en el estado de México, con una latitud de $19^{\circ}31'$, una longitud de $98^{\circ}53'$ y con una altitud de 2353 m.s.n.m. (García, 1973)

Rancho 3. "Santa Clara", localizado en el estado de Hidalgo, con una latitud de $20^{\circ}98'$, una longitud de $98^{\circ}43'$ y con una altitud de 2435 m.s.n.m. (García, 1973)

Rancho 4. "Actopan", localizado en el estado de Hidalgo, con una latitud de $20^{\circ}16'$, una longitud de $98^{\circ}57'$ y con una altitud de 1990 m.s.n.m. (García, 1973)

Rancho 5. "Distrito 03 de Riego", localizado en el estado de Hidalgo, con una latitud de $20^{\circ}29'$, una longitud de $99^{\circ}13'$ y con una altitud de 1745 m.s.n.m. (García, 1973).

Los suelos* de los ranchos analizados son de tipo cambisol cal cárico y de textura migajón arcilloso y migajón arcillo-arenoso.

5.2. Lugar de Ejecución

El presente trabajo se llevó a cabo en el Departamento de Nu-

* Síntesis geográfica del Estado de México. SPP. pag.136. 1981.

trición Animal y Bioquímica de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en el Departamento de Geoquímica del Instituto de Geología y en el Departamento de Química Atmosférica y estudios del Agua del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México, y en el Departamento de Nutrición del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (SARH).

5.3. Plan Experimental y Material

Se realizaron determinaciones de calcio (Ca), Fósforo (P), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Cobalto (Co), Magnesio (Mg), Manganeseo (Mn), Zinc (Zn), Plomo (Pb), Cromo (Cr) y Selenio (Se), y análisis químico proximal en alfalfas y maíz en estado de prefloración y 10% de floración, así como determinaciones de calcio y fósforo en suelos cultivados con estos forrajes y en sueros de animales de cada uno de los 5 ranchos estudiados. Además se determinó el pH en suelos.

En el cuadro 1 se presenta el número de muestras colectadas al azar en suelo, cultivo, estado vegetativo y animal en los 5 ranchos estudiados.

5.3.1. Colección de Suelo.

Las muestras fueron colectadas en un tubo de acero inoxidable de 10 a 15 cm., en una área circular de aproximadamente 25 m. de diámetro cada muestra (\pm 300 g.) La muestra, se mezcló y se subdividió en 5 submuestras, depositadas en bolsas de polietileno y transportadas al laboratorio.

5.3.2. Colección de forraje

Las muestras tanto de alfalfa como de maíz se colectaron en forma de zig-zag en un área de una hectárea. Cada muestra se mezcló y se subdividió en 10 submuestras (\pm 200g), depositadas en bolsas de polietileno y transportadas al laboratorio.

Las muestras fueron tomadas en dos estados de madurez (prefloración y 10% de floración) y arrancadas desde el suelo.

5.3.3. Colección de Suero en Animales

El ganado bovino de leche "Holstein Friesian" de cada rancho, se dividió en cuatro grupos, que fueron:

- a) Vacas altas productoras. Animales con una producción de más de 25 litros de leche por día y hasta 3 meses después de haber parido.
- b) Vacas medianas productoras. Animales con una producción de 15 a 25 litros de leche por día y de 3 a 6 meses después del parto.
- c) Vacas bajas productoras. Animales con una producción de 8 a 15 litros de leche por día y de 6 meses después del parto hasta el final de la producción.
- d) Vacas secas

De cada grupo se colectaron por animal 10 ml. de sangre yugular en tubos de "vacutainer" con 75 U. de heparina sódica, y se transportaron al laboratorio para su análisis.

5.3.4. Preparación de la Muestra.

- 5.3.4.1. Las muestras de suelo fueron desecadas a menos de 90°C, mezcladas con una solución de extracción doble ácida según la técnica, agitadas por 5 minutos y filtradas.
- 5.3.4.2. Las muestras de forraje se lavaron varias veces con agua destilada y después con agua desmineralizada para eliminar otros minerales contaminantes, posteriormente

se picaron lo más aprisa posible para evitar pérdida de humedad, se pesaron y se desecaron a menos de 90°C. Se molieron y se pasaron a través de un tamiz de acero inoxidable con abertura de 1 mm.

5.3.4.3. El suero se obtuvo por centrifugación a 2,000 RPM, durante 10 minutos.

5.3.5. Clasificación

Las muestras fueron colocadas en frascos de nalgeno herméticamente cerrados y rotulados con una clave según el tipo de muestra y de procedencia.

5.3.6. Almacenamiento

Las muestras de forraje y suelo fueron almacenadas en la oscuridad a temperatura ambiente y las muestras de sangre se refrigeraron para su posterior análisis.

5.4. Métodos

Se tomaron de las muestras cantidades necesarias para las diferentes determinaciones químicas.

5.4.1. Suelos.

El calcio fue analizado por espectrofotometría de absorción atómica según el método sugerido en el manual Perkin-Elmer (1976), el fósforo fue analizado siguiendo el método descrito por Fiske and Subbarow (1925). El pH fue determinado con un potenciómetro (Beckman modelo Zeromatic II).

5.4.2. Forrajes

El calcio fue analizado por el método de oxalato de amonio (A. O.A.C. 1975), el fósforo fue analizado, siguiendo el método - del molibdo vanadato (A.O.A.C., 1975), con un espectrofotómetro de luz ultravioleta y visible (Coleman Junior II modelo - 6/35), los demás minerales como cobre, fierro, cobalto, magnesio, manganeso, cinc, plomo y cromo fueron determinados con un espectrofotómetro de absorción atómica (Perkin-Elmer, modelo - 460, equipado con horno de grafito y aditamento para flama) - (Perkin-Elmer), y el selenio fue determinado por fluorometría (Turner modelo 110) (Olson et al, 1975). El análisis químico - proximal fue determinado según el manual de la A.O.A.C. (1975).

5.4.3. Sangre animal

En el suero se determinó el calcio siguiendo el método de Roe y Kahn (1929) y el fósforo fue analizado por el método de - - Fiske y Subbarow (1925).

5.5. Análisis Estadístico

Los datos del suelo fueron analizados de acuerdo al rancho, - cultivo y estado vegetativo.

Los datos del forraje fueron analizados según el rancho, cultivo y estado vegetativo.

Los datos del animal fueron analizados de acuerdo al rancho y tipo de producción.

En cada caso el modelo utilizado fué factorial (Steel y Torrie, 1960). Se utilizó la prueba de Duncan para comparación de medias, se hicieron correlaciones en suelo, planta y animal. El sistema de análisis estadístico (SAS)(Barr et al, 1979) fue - utilizado para procesar los datos en el Centro de Estadística y Cálculo de la Universidad Autónoma de Chapingo.

CUADRO No. 1 NUMERO DE MUESTRAS COLECTADAS AL AZAR EN SUELO, CULTIVO, ESTADO VEGETATIVO Y ANIMAL EN LOS CINCO RANCHOS ESTUDIADOS.

RANCHO	PREFLORACION			10% FLORACION			
	SUELO	ALFALFA	MAIZ	SUELO	ALFALFA	MAIZ	ANIMAL
1	20	30	30	20	30	30	207
2	20	30	30	20	30	30	202
3	20	30	30	20	30	30	212
4	20	30	30	20	30	30	164
5	20	30	30	20	30	30	98

NOTA: NO SE COLECTO EL MISMO NUMERO DE MUESTRAS, NI SE ANALIZO IGUAL CANTIDAD DE MINERALES Y NUTRIENTES, EN VIRTUD, DE NO CONTAR CON LAS FACILIDADES ADECUADAS.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION *

6.1 Efecto de rancho, estado vegetativo e interacción de elementos minerales y pH en suelo.

En el cuadro 2 se presenta la composición mineral y pH en suelos de ranchos sembrados con los forrajes analizados.

Calcio, fósforo y pH en suelo relacionados al rancho. El suelo del rancho 3 presentó el mayor contenido de calcio de 0.27 y - - 0.11% para alfalfa y maíz respectivamente y el del rancho 5 los más bajos niveles de 0.18 y 0.08%. El contenido de calcio mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ranchos.

El nivel de fósforo presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ranchos. El fósforo en suelos mostró la misma tendencia del calcio; en donde, el rancho 3 presentó el mayor nivel de fósforo, 64 y 25 ppm en alfalfa y maíz respectivamente y el rancho 5 el menor contenido, 43 y 18 ppm en los mismos forrajes.

El valor del pH no indicó diferencias significativas ($P > 0.05$) entre ranchos, para suelos sembrados con alfalfas, pero sí para los sembrados con maíz ($P < 0.05$). El suelo del rancho 1 presentó el valor más bajo de pH de 7.3 y 6.3 en alfalfa y maíz respectivamente y el rancho 5 los valores más altos de 7.6 y 6.9 para los mismos forrajes.

Kamprath (1970) informa que en suelos ácidos limosos a medida que el pH aumenta, la disponibilidad de calcio y fósforo también se incrementa y la descomposición de materia orgánica del suelo libera al fósforo hacia la solución del suelo, existe además una reducida ingestión de aluminio y un bloqueo de las reacciones de fijación. Carson (1974) menciona que es necesario considerar los factores que regulan la concentración de los elementos en la solución del suelo lo mismo que, los que afectan su desplazamiento en solución hacia las raíces. Kehoe y Curnow (1963) mencionan -

* Los análisis de varianza para suelo, planta y animal se presentan en el apéndice.

CUADRO No. 2 PROMEDIOS (\bar{X}) Y DESVIACION ESTANDAR (D.E.) DE LA COMPOSICION MINERAL Y pH DE SUELOS SEMBRADOS CON FORRAJES RELACIONADOS AL RANCHO

RAN CH \bar{O}	N	SEMBRADOS DE ALFALFA					SEMBRADOS DE MAIZ					
		Ca	%	P	ppm	pH	Ca	%	P	ppm	pH	
		\bar{X}	D.E.	\bar{X}	D.E.	\bar{X}	D.E.	\bar{X}	D.E.	\bar{X}	D.E.	
1	20	0.24 \pm 0.05 ^b		58 \pm 17 ^{ab}		7.3 \pm 0.5 ^a		0.10 \pm 0.03 ^{ab}		20 \pm 9 ^{bc}		6.3 \pm 0.6 ^b
2	20	0.22 \pm 0.03 ^{bc}		56 \pm 13 ^{ab}		7.4 \pm 0.4 ^a		0.09 \pm 0.02 ^{bc}		24 \pm 6 ^{ab}		6.5 \pm 0.5 ^b
3	20	0.27 \pm 0.06 ^a		64 \pm 14 ^a		7.4 \pm 0.4 ^a		0.11 \pm 0.02 ^a		25 \pm 5 ^a		6.4 \pm 0.5 ^b
4	20	0.20 \pm 0.03 ^{cd}		52 \pm 18 ^{bc}		7.5 \pm 0.5 ^a		0.09 \pm 0.01 ^{bc}		20 \pm 7 ^{bc}		6.4 \pm 0.5 ^b
5	20	0.18 \pm 0.02 ^d		43 \pm 13 ^c		7.6 \pm 0.4 ^a		0.08 \pm 0.02 ^c		18 \pm 5 ^c		6.9 \pm 0.4 ^a

N = Número de observaciones.

a,b,c,d = Cifras con diferente suscripción en la columna son estadísticamente diferentes ($F < 0.05$)

que el consumo aumentado de fósforo de suelos calisos puede ser debida a la capacidad mejorada de las plantas para tomar el fósforo, más bien, que una proporción aumentada en el suelo. Reeve y Summer (1970) sugieren que la fijación de fósforo y la toxicidad del aluminio en suelos ácidos son factores limitantes primarios para el crecimiento de las plantas.

El contenido obtenido de calcio en este estudio en suelos con alfalfas y maíces están por abajo de lo informado por Ortiz (1980) y Nieto (1981) y arriba de lo mencionado por Breland (1976).

Los niveles de fósforo para suelos con alfalfas se encuentran en la clasificación alta descrita por Bahia (1976), Breland (1976) y Gomide (1976) y superiores a lo notificado por Ortiz (1980) y Nieto (1981); sin embargo, los obtenidos en maíces se encuentran en la clasificación media de lo mencionado por Bahia (1976) y Breland (1976).

Los valores de pH obtenidos en alfalfas se encuentran ligeramente abajo de lo encontrado por Ortiz (1980) y dentro de los límites detectados por instrumentos Beckman*, a excepción del rancho 5 cuyo valor sale ligeramente de dichos límites; en tanto que, los valores obtenidos en maíces se encuentran dentro de los límites observados por Instrumentos Beckman.

En el cuadro 3 se presenta el contenido de minerales y pH en suelos sembrados con forrajes en diferente estado de madurez.

Calcio, fósforo y pH en suelo relacionados al estado vegetativo.

Los suelos con alfalfas y maíces en la etapa de prefloración presentaron un contenido mayor de calcio y fósforo y un pH menor no significativos estadísticamente ($P > 0.05$) que los suelos con los mismos forrajes en la etapa de 10% de floración.

El cuadro 4 muestra la interacción del contenido mineral y pH entre rancho y estado vegetativo.

***Instrumentos Beckman. Manual de métodos analíticos. Instrumentos Beckman, U.S.A.**

CUADRO No. 3 PROMEDIOS (\bar{X}) Y DESVIACIONES ESTANDAR (D.E.) DE LA COMPOSICION MINERAL Y pH DE SUELOS SEMBRADOS CON FORRAJES RELACIONADOS AL ESTADO VEGETATIVO

NUTRIEN TES	N	ALFALFA TANVERDE EN SUELOS				ALFALFA SAN JOAQUIN 11 EN				MAIZ			
		PREFLORACION		10% FLORACION		PREFLORACION		10% FLORACION		PREFLORACION		10% FLORACION	
		\bar{X}	D.E.										
Ca %	20	0.23 \pm 0.03 ^a		0.22 \pm 0.06 ^a		0.22 \pm 0.06 ^a		0.21 \pm 0.05 ^a		0.10 \pm 0.02 ^a		0.10 \pm 0.03 ^a	
P ppm	30	60 \pm 13 ^a		55 \pm 17 ^a		55 \pm 20 ^a		52 \pm 15 ^a		23 \pm 7 ^a		20 \pm 7 ^a	
pH	50	7.2 \pm 0.5 ^a		7.5 \pm 0.5 ^a		7.5 \pm 0.4 ^a		7.5 \pm 0.4 ^a		6.4 \pm 0.6 ^a		6.6 \pm 0.4 ^a	

N = Número de observaciones.

a = Cifras con la misma suscripción en el renglón no son estadísticamente diferentes (P > 0.05)

Calcio, fósforo y pH en suelo relacionados a la interacción entre rancho y estado vegetativo. Los suelos con alfalfas y maíces no muestran diferencias significativas ($P > 0.05$) de interacción entre rancho y estado vegetativo para calcio y fósforo; pero el pH de suelos con maíz sí presentan diferencias significativas ($P < 0.05$) de interacción entre rancho y estado vegetativo. Los valores de pH de los ranchos 2 y 4 aumentaron a medida que avanzaba el estado de crecimiento de los maíces, no - - siendo así, con el rancho 5 los cuales disminuyeron y los valores de los ranchos 1 y 3 permanecieron iguales. La interacción se presentó con mayor cambio en el rancho 4 en donde se puede observar, que el nivel es menor en la etapa de prefloración y mayor en la de 10% de floración, Serrao y Falesi (1977) reseñan que en suelos del Amazonas el incremento de pH es debido a que, las cenizas aumentan la base intercambiable en la solución del suelo y que el calcio participa con aproximadamente el 70% y el magnesio con un 20%.

6.2 Comparaciones de elementos minerales y nutrientes en forrajes.

En el cuadro 5 se puede observar que las alfalfas presentaron un contenido mayor de nutrientes que los maíces, excepto en los niveles de cobalto y cromo que casi fueron iguales. El maíz presentó un mayor contenido de extracto libre de nitrógeno.

En el cuadro 6 la alfalfa variedad Tanverde presentó un mayor contenido de calcio y hierro que la variedad San Joaquín 11, - - siendo iguales en el contenido de los demás minerales y nutrientes. El maíz presentó un mayor contenido de extracto libre de nitrógeno que las dos variedades de alfalfas además un nivel - semejante de cobalto y cromo.

6.3 Efecto de rancho, estado vegetativo e interacción de elementos minerales y nutrientes en forrajes.

CUADRO No. 4

PRÓMEDIOS (\bar{x}) Y DESVIACIONES ESTÁNDAR (D.E.) DE LA COMPOSICIÓN
MINERAL Y PH DE SUELOS SIEMBRADOS CON FORRAJES RELACIONADOS A LA
INTERACCIÓN TIEMPO, MANEJO Y ESTADOS VEGETALES.

RE CNO	N	A		L		F		A		S		M		A		I		C		E		S		
		C PREFLORACION	L D.E.	C D.E.	I D.E.	I D.E.	D.E.	F D.E.	F D.E.	A D.E.	S D.E.	S D.E.	C D.E.	I D.E.	I D.E.	A D.E.	I D.E.	C D.E.	E D.E.	E D.E.	S D.E.	S D.E.	S D.E.	
1	10	0,24±0,03		0,23±0,06		60±15		57±20		7,7±0,4		7,6±0,6		0,11±0,02		0,10±0,05		21±10		19±8		6,3±0,7		6,3±0,5
2	10	0,22±0,01		0,21±0,05		60±12		53±14		7,7±0,5		7,6±0,3		0,10±0,02		0,09±0,01		25±5		23±8		6,4±0,5		6,5±0,4
3	10	0,27±0,06		0,26±0,05		67±7		62±12		7,3±0,5		7,0±0,4		0,11±0,02		0,11±0,02		27±4		24±7		6,4±0,6		6,4±0,3
4	10	0,21±0,05		0,19±0,02		53±21		51±16		7,6±0,6		7,5±0,5		0,10±0,01		0,09±0,01		21±8		19±6		6,0±0,6		6,0±0,2
5	10	0,18±0,02		0,18±0,02		44±16		42±10		7,8±0,3		7,5±0,4		0,09±0,02		0,09±0,02		19±5		17±6		6,9±0,4		6,8±0,4

N= Número de observaciones

M= Interacción significativa (P<0,05)

CUADRO No. 5 PROMEDIOS (\bar{X}) Y DESVIACIONES ESTANDAR (D.E.) DE CALCÍO (Ca), FOSFORO (P), MAGNESIO (Mg), COBRE (Cu), HIERRO (Fe), COBALTO (Co), MANGANESO (Mn), ZINC (Zn), PLOMO (Pb), CROMO (Cr), SELENIO (Se), PROTEÍNA CRUDA (PC), GRASA CRUDA (G.C.), FIBRA CRUDA (F.C.), CENIZAS (C) Y EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO (E.L.N.) DE ALFALFAS Y MAICES.

NUTRIENTES	N	ALFALFAS		N	MAICES	
		\bar{X}	D.E.		\bar{X}	D.E.
Ca %	300	1.71	± 0.22	300	0.69	± 0.13
P %	300	0.44	± 0.08	300	0.33	± 0.06
Mg %	118	0.45	± 0.18	100	0.18	± 0.07
Cu ppm	118	14	± 2	100	10	± 3
Fe ppm	118	233	± 81	100	51	± 29
Co ppm	118	3	± 1	100	2	± 1
Mn ppm	118	43	± 18	100	36	± 14
Zn ppm	118	39	± 15	100	29	± 15
Pb ppm	118	24	± 10	100	19	± 7
Cr ppm	118	12	± 3	100	11	± 3
Se ppm	118	0.04	± 0.02	-	-	-
P.C. %	43	23.88	± 2.73	22	9.64	± 1.69
G.C. %	43	6.13	± 1.88	22	2.95	± 0.80
F.C. %	43	23.28	± 2.15	22	15.01	± 1.66
C. %	43	11.14	± 1.42	22	6.31	± 0.97
E.L.N.%	43	35.37	± 3.41	22	66.08	± 2.49

N = Número de observaciones.

- = No se realizó la determinación.

CUADRO No. 6 PROMEDIOS (\bar{X}) Y DESVIACIONES ESTANDAR (D.E.) DE CALCIO (Ca), FOSFORO (P), MAGNESIO (Mg), COBRE (Cu), HIERRO (Fe), COBALTO (Co), MANGANESO (Mn), ZINC (Zn), PLOMO (Pb), CROMO (Cr), SELENIO (Se), PROTEINA CRUDA (P.C.), GRASA CRUDA (G.C.), FIBRA CRUDA (F.C.), CENIZAS (C) Y EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO (E.L.N.) EN ALFALFAS VARIEDAD TANVERDE Y SAN JOAQUIN 11 Y EN MAICES.

NUTRI- ENTES.	N	ALFALFA TANVERDE		ALFALFA SAN JOAQUIN 11			MAIZ		
		\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.
Ca %	120	1.76	± 0.18	180	1.68	± 0.23	300	0.69	± 0.13
P %	120	0.45	± 0.06	180	0.44	± 0.08	300	0.33	± 0.06
Mg %	48	0.46	± 0.20	70	0.45	± 0.18	100	0.18	± 0.07
Cu ppm	48	14	± 2	70	13	± 2	100	10	± 3
Fe ppm	48	240	± 109	70	228	± 54	100	51	± 29
Co ppm	48	3	± 1	70	3	± 1	100	2	± 1
Mn ppm	48	43	± 16	70	43	± 18	100	36	± 14
Zn ppm	48	38	± 15	70	39	± 16	100	29	± 15
Pb ppm	48	22	± 11	70	26	± 8	100	19	± 7
Cr ppm	48	12	± 3	70	11	± 3	100	11	± 3
Se ppm	48	0.05	± 0.02	70	0.04	± 0.01	-	-	-
P.C. %	18	24.76	± 1.78	25	23.24	± 3.14	22	9.64	± 1.69
G.C. %	18	5.20	± 1.86	25	6.79	± 1.62	22	2.95	± 0.80
F.C. %	18	23.86	± 1.85	25	22.85	± 2.28	22	15.01	± 1.66
C. %	18	11.32	± 1.47	25	11.01	± 1.40	22	6.31	± 0.97
E.L.N.%	18	34.86	± 1.66	25	35.73	± 4.25	22	66.03	± 2.49

N = Número de observaciones

- = No se realizó la determinación.

En el cuadro 7 se presenta la concentración de elementos minerales y nutrientes en forrajes relacionados al rancho.

Calcio en forrajes relacionado al rancho. La alfalfa del rancho 3 presentó el nivel mayor de calcio, 1.83% y los ranchos 4 y 5 los más bajos contenidos, 1.60 y 1.61% respectivamente. El maíz del rancho 2 contiene el nivel mayor de calcio, 0.73% y el rancho 5 presentó el contenido menor, 0.60%. Los datos presentados en el cuadro 2 muestran que los suelos con alfalfas del rancho 3 tienen el mayor porcentaje de calcio y que los ranchos 4 y 5 presentan el más bajo contenido de calcio. Los suelos con maíces del rancho 2 contienen el nivel mayor de calcio y que el rancho 5 presentó el nivel menor de dicho elemento.

Los valores encontrados para calcio en alfalfas de este estudio están acordes a los expresados por Adams (1975), Alba (1971), Escobosa et al. (1978), Fleming (1973), Flores (1975), Hanson (1972), N.R.C. (1976, 1978), Walker et al. (1976), por arriba de lo informado por Christiansen (1972) y muy por abajo de lo obtenido por Nieto (1981).

Los valores de calcio en maíz concuerdan con lo señalado por Adams (1975), Christiansen (1972), Fleming (1973) y N.R.C. (1976, 1978)

Fósforo en forrajes relacionado al rancho. La alfalfa del rancho 3 presentó un mayor contenido de fósforo de 0.49% y la del rancho 5 el nivel más bajo de 0.37%. El maíz de los ranchos 1 y 3 presentó el nivel mayor de fósforo de 0.34% y el del rancho 5 el porcentaje menor de 0.29. Los datos que se presentaron en el cuadro 2 muestran que los suelos con alfalfas del rancho 3 obtuvieron el contenido mayor de fósforo y los del rancho 5 el nivel más bajo. Los suelos con maíces del rancho 3 presentaron el nivel mayor de fósforo y los del rancho 5 el contenido menor.

Los valores obtenidos para fósforo en alfalfas de este estudio concuerdan con los descritos por Adams (1975), Alba (1971), -

Christiansen (1972), Escobosa et al. (1978), Flores (1975), Hanson (1972), Walker et al. (1976), siendo valores ligeramente - más altos a los mencionados por N.R.C. (1976, 1978) y Nieto - - (1981).

Los valores de fósforo en maíces se encuentran arriba de los - expresados por Christiansen (1972) y N.R.C. (1976, 1978), siendo semejantes a los publicados por Adams (1975).

Magnesio en forrajes relacionado al rancho. Las alfalfas de los ranchos 2 y 5 presentaron el mayor porcentaje de magnesio, 0.53% en tanto que el rancho 3 presentó el menor contenido, 0.37%. El maíz del rancho 3 mostró el mayor nivel de magnesio, 0.21% y el menor contenido fue para el rancho 4, 0.11%.

Los valores obtenidos para magnesio en las alfalfas de este estudio están acordes a los expresados por Adams (1975), Church - (1979) y ligeramente superiores a los obtenidos por Hanson - - (1972), Nieto (1981), N.R.C. (1976, 1978).

Los valores obtenidos en maíz concuerdan con los observados por Adams (1975), Andreasi et al. (1967), Fick et al. (1976), N.R.C. (1976).

Cobre en forrajes relacionado al rancho. Las alfalfas de los - ranchos 2 y 3 presentaron el contenido mayor de cobre de 15 ppm y la del rancho 5 el nivel menor de 12 ppm. El maíz del rancho 3 presentó el nivel mayor de cobre de 11 ppm y el del rancho 4 el nivel menor de 8 ppm.

Los valores obtenidos para cobre en alfalfas de este estudio - concuerdan con lo reportado por Church (1979), Hanson (1972), - N.R.C. (1976, 1978) y son valores menores a los encontrados por Nieto (1981)

Los valores obtenidos en maíces son inferiores a los notificados por Christiansen (1972) y superiores a los del N.R.C. - - (1976, 1978).

Hierro en forrajes relacionado al rancho. La alfalfa del rancho 1 presentó el nivel mayor de hierro de 302 ppm y la del rancho 2 el nivel menor de 175 ppm. El maíz del rancho 1 presentó el contenido mayor de hierro de 82 ppm y el del rancho 5 el nivel menor de 24 ppm.

Los valores obtenidos para hierro en las alfalfas estudiadas concuerdan con lo informado por Church (1979), N.R.C. (1976, 1978) y por abajo de lo analizado por Hanson (1972) y Nieto (1981).

Los valores obtenidos en maíz son inferiores a lo descrito por N.R.C. (1976, 1978).

Cobalto en forrajes relacionado al rancho. El contenido de cobalto en alfalfas y maíces no presentó variación en los diferentes ranchos.

Los valores obtenidos para cobalto en este estudio se encuentran por arriba de lo notificado por Christiansen (1972), Hanson (1972), N.R.C. (1976, 1978).

Manganeso en forrajes relacionado al rancho. La alfalfa del rancho 3 presentó el contenido mayor de manganeso de 65 ppm y la del rancho 5 el nivel menor de 23 ppm. El maíz del rancho 3 obtuvo el nivel mayor de 49 ppm y el del rancho 5 el contenido menor de 20 ppm.

Los valores obtenidos para manganeso en alfalfas concuerdan con lo reportado por Christiansen (1972), Church (1979), Hanson (1972), N.R.C. (1976, 1978) y difieren de lo analizado por Nieto (1981).

Los valores obtenidos en maíz concuerdan con lo informado por Christiansen (1972), N.R.C. (1976, 1978).

CUADRO No. 7

PROMEDIOS (X) DESVIACIONES ESTANDAR (D.E.) DE LA COMPOSICION MINERAL Y ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LOS FORRAJES RELACIONADOS AL RANCHO

NUTRIENTES	RANCHO 1				RANCHO 2				RANCHO 3				RANCHO 4				RANCHO 5			
	N	X	D.E.	N	X	D.E.	N	X	D.E.	N	X	D.E.	N	X	D.E.	N	X	D.E.	N	X
Ca%	60	1.73±0.21 ^b	60	0.71±0.12 ^a	60	1.80±0.12 ^a	60	0.73±0.12 ^a	60	1.83±0.20 ^a	60	0.71±0.12 ^a	60	1.40±0.24 ^c	60	0.70±0.11 ^a	60	1.61±0.18 ^c	60	0.60±0.15 ^b
P%	60	0.43±0.06 ^b	60	0.34±0.06 ^a	60	0.47±0.05 ^a	60	0.33±0.06 ^a	60	0.49±0.05 ^a	60	0.34±0.06 ^a	60	0.44±0.07 ^b	60	0.33±0.06 ^a	60	0.37±0.06 ^c	60	0.29±0.05 ^b
Mg%	24	0.38±0.11 ^b	20	0.16±0.05 ^b	24	0.53±0.22 ^a	20	0.20±0.05 ^{ab}	22	0.37±0.06 ^b	20	0.21±0.06 ^b	24	0.44±0.10 ^{ab}	20	0.11±0.04 ^c	24	0.53±0.22 ^a	20	0.20±0.08 ^{ab}
Cu ppm	24	14±9	20	10±3 ^a	24	15±3 ^a	20	10±2 ^a	21	15±3 ^a	20	11±2 ^a	24	13±3 ^c	20	8±1 ^b	24	12±1 ^d	20	12±4 ^c
Fe ppm	24	302±95 ^a	20	82±38 ^a	24	175±58 ^c	20	40±13 ^b	22	265±47 ^b	20	55±16 ^b	24	232±16 ^b	20	50±6 ^{bc}	24	190±27 ^c	20	24±11 ^d
Co ppm	24	3±1 ^a	20	2±1 ^{ab}	24	3±1 ^a	20	2±1 ^a	22	3±1 ^a	20	2±1 ^a	24	3±1 ^a	20	2±1 ^b	24	3±1 ^c	20	2±1 ^b
Mn ppm	24	45±15 ^b	20	39±8 ^b	24	40±17 ^b	20	38±9 ^{bc}	22	65±9 ^a	20	49±15 ^a	24	41±5 ^b	20	32±4 ^c	24	23±3 ^c	20	20±8 ^d
Zn ppm	24	41±15 ^b	20	26±6 ^b	24	36±14 ^{bc}	20	23±9 ^{bc}	22	53±3 ^a	20	49±21 ^a	24	31±3 ^d	20	18±3 ^c	24	27±4 ^d	20	30±8 ^b
Pb ppm	24	22±10 ^c	20	22±7 ^a	24	22±10 ^c	20	18±3 ^b	22	33±5 ^b	20	23±5 ^b	24	17±3 ^d	20	15±3 ^b	24	27±5 ^b	20	16±5 ^b
Cr ppm	24	11±2 ^{bc}	20	11±2 ^a	24	12±3 ^{ab}	20	11±2 ^a	22	9±1 ^d	20	11±2 ^b	24	11±1 ^c	20	12±2 ^a	24	14±3 ^a	20	12±2 ^a
Se ppm	24	0.06±0.02 ^a	--	--	24	0.04±0.01 ^b	--	--	22	0.03±0.00 ^c	--	--	24	0.05±0.01 ^b	--	--	24	0.04±0.01 ^b	--	--
P.C. %	9	25.81±1.27 ^a	4	9.73±0.47 ^b	9	23.76±1.25 ^b	5	9.48±0.33 ^b	10	26.59±0.87 ^a	5	11.99±0.72 ^b	7	21.34±0.96 ^c	4	8.34±1.03 ^{bc}	7	20.80±0.92 ^c	4	7.76±0.43 ^c
G.C. %	9	4.00±0.97 ^a	4	3.04±0.29 ^b	9	6.20±1.32 ^{bc}	5	3.57±0.61 ^b	10	6.63±1.48 ^b	5	3.07±0.34 ^b	7	8.27±0.88 ^a	4	2.26±0.15 ^b	7	5.32±1.09 ^c	4	2.34±0.12 ^b
F.C. %	9	24.17±2.01 ^a	4	14.23±0.43 ^{bc}	9	23.61±1.81 ^{ab}	5	14.70±0.57 ^b	10	21.78±0.80 ^c	5	13.69±0.91 ^c	7	22.33±1.16 ^{bc}	4	17.60±0.95 ^a	7	25.26±0.70 ^a	4	15.42±0.50 ^b
C. %	9	10.74±1.05 ^a	4	6.03±0.77 ^b	9	11.91±1.54 ^a	5	6.08±0.47 ^b	10	11.07±1.49 ^b	5	7.56±0.68 ^b	7	10.36±0.74 ^a	4	5.36±0.58 ^b	7	11.67±1.66 ^a	4	6.27±0.33 ^b
E.L.N. %	9	35.26±1.38 ^b	4	66.94±0.40 ^a	9	34.52±1.38 ^{bc}	5	65.05±0.97 ^{ab}	10	32.99±2.88 ^c	5	63.66±2.06 ^b	7	37.67±1.28 ^a	4	65.33±0.70 ^{ab}	7	35.93±1.69 ^a	4	68.18±0.40 ^a

N = NUMERO DE OBSERVACIONES

a, b, c, d = LITERAL CON DIFERENTE SUSCRIPCION EN EL FORRAJE/RANCHO CON ESTADISTICAMENTE DIFERENTES (P < 0.05).

Cinc en forrajes relacionado al rancho. La alfalfa del rancho 3 presentó el nivel mayor de cinc de 59 ppm y la del rancho 5 el contenido menor de 27 ppm. El maíz del rancho 3 obtuvo el contenido mayor de 49 ppm y el del rancho 4 el nivel menor de 18 ppm.

Los valores obtenidos para cinc en las alfalfas estudiadas concuerdan con lo observado por Adams (1975), Christiansen (1972), Church (1979) y son mayores a lo analizado por Hanson (1972), Nieto (1981), N.R.C. (1976,1978).

Los valores obtenidos en maíz concuerdan con lo analizado por Adams (1975).

Plomo en forrajes relacionado al rancho. La alfalfa del rancho 3 presentó el contenido mayor de plomo, 33 ppm y la del rancho 4 el nivel menor, 17 ppm. El maíz del rancho 3 obtuvo el nivel mayor, 23 ppm y el del rancho 4 el contenido menor, 15 ppm.

Los valores obtenidos para plomo en alfalfas y maíces se encuentran por abajo de lo informado por Hemphill (1974).

Cromo en forrajes relacionado al rancho. Los niveles de cromo - obtenidos en alfalfas y maíces variaron entre 9 y 14 ppm.

Selenio en forrajes relacionado al rancho. El contenido de selenio en alfalfas de los cinco ranchos varió en un rango de 0.03 a 0.06 ppm. concordando con los valores encontrados por Escobosa et al, (1978).

Proteína cruda en forrajes relacionada al rancho. El contenido de proteína cruda obtenido en alfalfas y maíces fue mayor para el rancho 3 con un valor de 26.59 y 11.99% respectivamente, encontrándose el menor porcentaje en el rancho 5, 20.80 y 7.76.

Los valores obtenidos de proteína cruda en alfalfas y maíces concuerdan con lo descrito por Crampton (1974), Christiansen (1972), Hanson (1972), Nieto (1981), N.R.C. (1976, 1978).

Grasa cruda en forrajes relacionada al rancho. El contenido de grasa cruda obtenido en alfalfas fué mayor para el rancho 4 con un valor de 8.27% y menor para el rancho 1, con 4.00%. El maíz del rancho 2 obtuvo el mayor porcentaje, 3.67 y el del rancho 4 el menor, 2.26.

Los valores obtenidos de grasa cruda en alfalfas se encuentran por arriba de lo especificado por la literatura y los obtenidos en maíz concuerdan con lo informado por Christiansen (1972).

Fibra cruda en forrajes relacionada al rancho. La alfalfa del rancho 5 presentó el porcentaje mayor, 25.26 y la del rancho 3 el menor, 21.78. El maíz del rancho 4 presentó el contenido mayor, 17.60% y el del rancho 3 el menor, 13.69%.

Los valores obtenidos de fibra cruda en alfalfas y maíces concuerdan con lo definido en la literatura.

Ceniza en forrajes relacionada al rancho. La alfalfa del rancho 2 presentó el porcentaje mayor, 11.91 y la del rancho 4 el menor, 10.36. El maíz del rancho 3 presentó el contenido mayor, 7.56% y el del rancho 4 el menor, 5.36%.

Los valores obtenidos de cenizas en alfalfas y maíces concuerdan con lo notificado por Crampton (1974), Christiansen (1972), Hanson (1972), Nieto (1981).

Extracto libre de nitrógeno en forrajes relacionado al rancho. La alfalfa del rancho 4 presentó el contenido mayor, 37.67% y la del rancho 3 el menor, 32.99%. El maíz del rancho 5 presentó el porcentaje mayor, 68.18 y el del rancho 3 el menor, 63.66.

Los valores obtenidos de extracto libre de nitrógeno en alfalfas concuerdan con lo descrito en la literatura y los encontrados en maíz están por arriba de los mencionados por Christiansen (1972).

En el cuadro 8 se presenta la concentración de nutrientes y elementos minerales en forrajes relacionados al estado vegetativo.

En la etapa de crecimiento o edad de la planta algunos minerales y nutrientes aumentaron, otros disminuyeron y algunos se mantuvieron constantes. A medida que avanzó el estado de madurez de los forrajes, el calcio de la alfalfa Tanverde aumentó y el del maíz disminuyó significativamente, sucediendo lo mismo con el fósforo en las alfalfas variedad San Joaquín 11 y en los maíces. El magnesio del maíz disminuyó. El cobre disminuyó en las alfalfas San Joaquín 11 y aumentó en los maíces. El hierro disminuyó en alfalfas San Joaquín 11 y en maíces. El cobalto aumentó en las alfalfas variedad Tanverde. El manganeso no presentó diferencias significativas en los tres cultivos. El cinc disminuyó significativamente en las alfalfas variedad San Joaquín 11. El plomo aumentó en las alfalfas Tanverde y en maíces. El cromo aumentó en alfalfas San Joaquín 11 y disminuyó en maíces. El selenio no presentó diferencias significativas en las alfalfas. La proteína cruda aumentó en los tres cultivos. La grasa cruda o extracto etéreo aumentó en los maíces. La fibra cruda aumentó en alfalfas variedad San Joaquín 11 y en maíces. Las cenizas o minerales totales no presentaron diferencias significativas en los tres cultivos. El extracto libre de nitrógeno disminuyó en los tres cultivos.

El aumento o disminución de los minerales y nutrientes en los tres cultivos, conforme avanzó el estado vegetativo o madurez es debido a que, ciertos elementos son relativamente inmóviles o móviles en órganos viejos y en el tallo o que las plantas forrajeras creciendo para madurar, absorben rápidamente minerales en estados tempranos de crecimiento y a medida que aumenta la producción de materia seca, la concentración mineral disminuye debido a procesos de dilución natural (Fleming, 1973; Gomide et al, 1969. Gomide 1976; Haag et al, 1967; Underwood, 1968, 1977).

En el cuadro 9 se presenta la concentración de nutrientes y minerales en alfalfas relacionados a la interacción entre rancho y estado vegetativo.

CUAJRO No. 8

PROMEDIOS (\bar{X}) Y DESVIACIONES ESTANDAR (D.E.) DE LA COMPOSICION MINERAL Y ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LOS FORRAJES RELACIONADOS AL ESTADO DE MADUREZ.

NUTRIENTES	ALFALFA PREFLORACION			TANVERDE 10% FLORACION			ALFALFA SAN PREFLORACION			JOAQUIN 11 10% FLORACION			M A PREFLORACION			I Z 10% FLORACION		
	N	\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.
Ca %	60	1.74	+0.16 ^a	60	1.79	+0.20 ^a	90	1.69	+0.25 ^a	90	1.67	+0.22 ^a	150	0.72	+0.13 ^a	150	0.68	+0.13 ^b
P %	60	0.46	+0.07 ^a	60	0.44	+0.06 ^a	90	0.46	+0.09 ^a	90	0.41	+0.07 ^b	150	0.34	+0.06 ^a	150	0.32	+0.06 ^b
Mg %	25	0.41	+0.19 ^a	23	0.51	+0.20 ^a	36	0.45	+0.19 ^a	34	0.45	+0.16 ^a	50	0.20	+0.07 ^a	50	0.17	+0.07 ^b
Cu ppm	25	15 _±	2 ^a	23	14 _±	2 ^a	36	14 _±	2 ^a	34	13 _±	2 ^b	50	9 _±	4 ^b	50	11 _±	3 ^a
Fe ppm	25	254 _±	135 ^a	23	225 _±	71 ^a	36	244 _±	28 ^a	34	211 _±	68 ^b	50	61 _±	29 ^a	50	44 _±	25 ^b
Co ppm	25	2 _±	1 ^b	23	3 _±	1 ^a	36	3 _±	1 ^a	34	3 _±	1 ^a	50	2 _±	1 ^a	50	2 _±	1 ^a
Mn ppm	25	40 _±	14 ^a	23	46 _±	19 ^a	36	42 _±	18 ^a	34	44 _±	18 ^a	50	37 _±	14 ^a	50	35 _±	11 ^a
Zn ppm	25	35 _±	11 ^a	23	41 _±	17 ^a	36	42 _±	17 ^a	34	36 _±	14 ^b	50	29 _±	12 ^a	50	28 _±	12 ^a
Pb ppm	25	18 _±	10 ^b	23	27 _±	10 ^a	36	26 _±	8 ^a	34	25 _±	9 ^a	50	16 _±	4 ^b	50	22 _±	8 ^a
Cr ppm	25	12 _±	2 ^a	23	12 _±	3 ^a	36	11 _±	2 ^b	34	12 _±	4 ^a	50	12 _±	2 ^a	50	10 _±	3 ^b
Se ppm	25	0.05	+0.02 ^a	23	0.05	+0.02 ^a	36	0.04	+0.01 ^a	34	0.04	+0.01 ^a	--	--	--	--	--	--
P.C %	9	23.94	+1.77 ^b	9	25.58	+1.45 ^a	13	22.15	+3.34 ^b	12	24.42	+2.52 ^a	11	9.04	+1.14 ^b	11	10.24	+1.43 ^a
G.C %	9	5.55	+2.41 ^a	9	4.75	+1.02 ^a	13	6.53	+1.65 ^a	12	7.07	+1.62 ^a	11	2.74	+0.44 ^b	11	3.29	+0.78 ^a
F.C %	9	23.42	+1.94 ^a	9	24.30	+1.75 ^a	13	21.44	+1.45 ^b	12	24.38	+2.03 ^a	11	14.41	+1.42 ^b	11	15.48	+1.06 ^a
C. %	9	11.33	+1.56 ^a	9	11.30	+1.46 ^a	13	11.35	+1.40 ^a	12	10.65	+1.37 ^a	11	6.31	+0.97 ^a	11	6.25	+0.75 ^a
E.L.N. %	9	35.64	+1.31 ^a	9	34.07	+1.66 ^b	13	38.51	+2.62 ^a	12	32.72	+3.60 ^b	11	67.50	+1.35 ^a	11	64.74	+2.29 ^b

N= Número de observaciones

a,b= Literal con diferente suscripción en el mismo forraje son estadísticamente diferentes

(P < 0.05).

CUADRO No. 8

PROMEDIOS (\bar{X}) Y DESVIACIONES ESTANDAR (D.E.) DE LA COMPOSICION MINERAL Y ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LOS FORRAJES RELACIONADOS AL ESTADO DE MADUREZ

NUTRIENTES	ALFALFA			TANVERDE			ALFALFA SAN			JOAQUIN 11			M A			I Z		
	N	\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.
Ca %	60	1.74±0.16 ^a		60	1.79±0.20 ^a		90	1.69±0.25 ^a		90	1.67±0.22 ^a		150	0.72±0.13 ^a		150	0.68±0.13 ^b	
P %	60	0.46±0.07 ^a		60	0.44±0.06 ^a		90	0.46±0.09 ^a		90	0.41±0.07 ^b		150	0.34±0.06 ^a		150	0.32±0.06 ^b	
Mg %	25	0.41±0.19 ^a		23	0.51±0.20 ^a		36	0.45±0.19 ^a		34	0.45±0.16 ^a		50	0.20±0.07 ^a		50	0.17±0.07 ^b	
Cu ppm	25	15± 2 ^a		23	14± 2 ^a		36	14± 2 ^a		34	13± 2 ^b		50	9± 4 ^b		50	11± 3 ^a	
Fe ppm	25	254± 135 ^a		23	225± 71 ^a		36	244± 28 ^a		34	211± 68 ^b		50	61± 29 ^a		50	44± 25 ^b	
Co ppm	25	2± 1 ^b		23	3± 1 ^a		36	3± 1 ^a		34	3± 1 ^a		50	2± 1 ^a		50	2± 1 ^a	
Mn ppm	25	40± 14 ^a		23	46± 19 ^a		36	42± 18 ^a		34	44± 18 ^a		50	37± 14 ^a		50	35± 11 ^a	
Zn ppm	25	35± 11 ^a		23	41± 17 ^a		36	42± 17 ^a		34	36± 14 ^b		50	29± 12 ^a		50	28± 12 ^a	
Pb ppm	25	18± 10 ^b		23	27± 10 ^a		36	26± 8 ^a		34	25± 9 ^a		50	16± 4 ^b		50	22± 8 ^a	
Cr ppm	25	12± 2 ^a		23	12± 3 ^a		36	11± 2 ^b		34	12± 4 ^a		50	12± 2 ^a		50	10± 3 ^b	
Se ppm	25	0.05±0.02 ^a		23	0.05±0.02 ^a		36	0.04±0.01 ^a		34	0.04±0.01 ^a		--	--		--	--	
P.C %	9	23.94±1.77 ^b		9	25.58±1.45 ^a		13	22.15±3.34 ^b		12	24.42±2.52 ^a		11	9.04±1.14 ^b		11	10.24±1.43 ^a	
G.C %	9	5.55±2.41 ^a		9	4.75±1.02 ^a		13	6.53±1.65 ^a		12	7.07±1.62 ^a		11	2.74±0.44 ^b		11	3.29±0.78 ^a	
F.C %	9	23.42±1.94 ^a		9	24.30±1.75 ^a		13	21.44±1.45 ^b		12	24.38±2.03 ^a		11	14.41±1.42 ^b		11	15.48±1.06 ^a	
C. %	9	11.33±1.56 ^a		9	11.30±1.46 ^a		13	11.35±1.40 ^a		12	10.65±1.37 ^a		11	6.31±0.97 ^a		11	6.25±0.75 ^a	
E.L.N. %	9	35.64±1.31 ^a		9	34.07±1.66 ^b		13	38.51±2.62 ^a		12	32.72±3.60 ^b		11	67.50±1.35 ^a		11	64.74±2.29 ^b	

N= Número de observaciones

a, b= Literal con diferente suscripción en el mismo forraje son estadísticamente diferentes (P < 0.05).

Los elementos minerales y nutrientes que presentaron interacción en alfalfas variedad Tanverde fueron el cobre y grasa cruda o extracto etéreo y en alfalfas variedad San Joaquín 11 fueron el magnesio, hierro, cobalto, cinc, plomo, cromo, selenio y fibra cruda.

Se puede observar que los contenidos aumentaron o disminuyeron para realizar la interacción, conforme avanzó el estado de madurez de las alfalfas.

En el cuadro 10 se presenta la concentración de nutrientes y elementos minerales en maíces relacionados a la interacción entre rancho y estado vegetativo.

Los elementos minerales en los que se observó interacción en todos los ranchos fueron el cinc y el plomo.

6.4 Efecto de rancho, producción e interacción de elementos minerales en animales.

En el cuadro 11 se presenta la concentración de calcio y fósforo en vacas relacionados al rancho.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede apreciar que los niveles de calcio en los ranchos 1, 2, 3 y 4 con sus diferentes estados de producción se encuentran dentro de los límites normales; es decir, que están acordes a los valores expresados por Cunha et al.(1964), Díaz (1981), Dukes (1973), García G.(1980), Kaneko y Cornelius (1971), Lee et al.(1978), Lumsden et al.(1980), Ross y Holliday (1976), Rowlands et al.(1974), Swenson (1970), Thompson (1978), Underwood (1977) y difieren de lo encontrado por García B. (1980). Se encontraron valores inferiores en cada una de las producciones del rancho 5, el cual también presentó niveles menores de calcio en suelo y forraje.

La concentración media de fósforo inorgánico en sueros de bovinos

CUADRO No. 9

PROVEEDOS (E) Y DESVIACIONES ESTÁNDAR (D.E.) DE LA COMPOSICIÓN MINERAL Y ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LAS ALPALTAS RELACIONADAS A LA INTERSECCIÓN ENTRE RANCHO Y ESTROZ DE MADUELA

NUTRIEN TES	R A N C H O 1			R A N C H O 2			R A N C H O 3			R A N C H O 4			R A N C H O 5		
	PRELORACION N X D.E.	10% FLOCCACION N X D.E.		PRELORACION N X D.E.	10% FLOCCACION N X D.E.		PRELORACION N X D.E.	10% FLOCCACION N X D.E.		PRELORACION N X D.E.	10% FLOCCACION N X D.E.		PRELORACION N X D.E.	10% FLOCCACION N X D.E.	
Ca X	30 1.71±0.18	30 1.75±0.25		30 1.79±0.12	30 1.81±0.15		30 1.85±0.22	30 1.87±0.19		30 1.82±0.24	30 1.85±0.24		30 1.62±0.22	30 1.62±0.22	30 1.60±0.16
P X	30 0.44±0.07	30 0.42±0.06		30 0.43±0.07	30 0.44±0.04		30 0.51±0.07	30 0.47±0.04		30 0.47±0.09	30 0.42±0.09		30 0.40±0.08	30 0.40±0.08	30 0.35±0.05
Mg X	13 0.31±0.09	11 0.46±0.14		12 0.51±0.21	12 0.54±0.24		12 0.41±0.07	12 0.33±0.06		12 0.35±0.08	12 0.51±0.12		12 0.60±0.26	12 0.47±0.19	
Cu ppm	13 152.2	11 132.2		12 152.1	12 152.1		12 152.2	11 152.1		12 162.1	12 132.2		17 132.1	12 132.1	
Fe ppm	13 336±135	11 268±55		12 355±55	12 182±10		12 210±35	12 270±50		12 230±33	12 335±13		12 241±21	12 241±21	12 132±31
Co ppm	13 321	11 421		12 321	12 321		12 321	12 321		12 321	12 321		12 321	12 321	12 321
Mn ppm	13 45±9	11 45±20		12 32±16	12 42±9		12 65±2	12 66±10		12 32±2	12 45±5		12 23±3	12 23±3	12 24.2
Zn ppm	13 38±9	11 43±20		12 32±12	12 32±16		12 65±2	12 65±13		12 29±2	12 35±3		12 31±2	12 31±2	12 24.2
Pb ppm	13 19±10	11 25±10		12 16±11	12 25±10		12 30±2	12 36±3		12 19±2	12 16±3		12 30±8	12 30±8	12 24.2
Cr ppm	13 13±1	11 12±3		12 12±2	12 13±4		12 9±1	12 15±1		12 13±2	12 9±1		12 10±1	12 10±1	12 17.23
Se ppm	13 0.05±0.02	11 0.06±0.03		12 0.04±0.02	12 0.04±0.02		12 0.03±0.00	12 0.03±0.00		12 0.06±0.01	12 0.04±0.02		12 0.04±0.01	12 0.04±0.01	12 0.05±0.01
P.C. X	4 25.35±1.38	5 26.28±1.17		5 22.82±1.13	4 24.70±1.18		5 25.01±1.02	5 27.17±0.72		4 13.93±1.30	4 22.75±0.62		4 19.56±1.10	3 22.05±0.74	
G.C. X	4 3.43±1.09	5 4.58±0.85		5 7.45±1.32	4 4.91±1.32		5 6.36±1.58	5 6.91±1.38		4 8.09±0.63	4 8.46±1.14		4 5.16±1.17	3 5.49±1.01	
F.C. X	4 24.06±2.02	5 24.19±2.01		5 22.91±1.94	4 24.31±1.68		5 20.35±0.46	5 23.21±1.15		4 20.97±0.94	4 23.75±1.39		4 23.28±0.69	3 27.24±0.71	
C. X	4 10.79±0.56	5 10.70±1.54		5 11.77±2.23	4 12.06±1.26		5 11.34±1.89	5 10.81±1.18		4 11.12±0.87	4 9.61±0.62		4 11.60±1.61	3 11.74±1.72	
E.L.N. X	4 36.37±0.70	5 34.15±2.06		5 35.06±1.46	4 33.35±1.30		5 35.92±1.71	5 30.69±1.66		4 39.88±1.16	4 35.45±1.40		4 40.39±1.90	3 33.47±1.49	

N= Número de observaciones
 *² Interacción significativa (P<0.05).

CUADRO No. 10

PROPIEDADES Y DESIGNACIONES ESTADIAN (D.E.) DE LA COMPOSICIÓN MINERAL Y ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LOS MAICES RELACIONADOS A LA INTERACCIÓN ENTRE RANCHO Y ESTADO DE MADUREZ

NUTRIENTE	RANCHO 1		RANCHO 2		RANCHO 3		RANCHO 4		RANCHO 5		RANCHO 6		RANCHO 7	
	N	D.E.												
Ca X	30	0.73±0.11	30	0.69±0.13	30	0.74±0.13	30	0.74±0.12	30	0.62±0.12	30	0.73±0.11	30	0.62±0.12
P X	30	0.33±0.06	30	0.33±0.06	30	0.34±0.07	30	0.33±0.06	30	0.33±0.06	30	0.34±0.07	30	0.33±0.06
Mg X	10	0.19±0.07	10	0.14±0.04	10	0.21±0.04	10	0.21±0.07	10	0.21±0.05	10	0.19±0.06	10	0.22±0.06
K ppm	10	34	10	11±1	10	8±1	10	17±1	10	12±1	10	11±1	10	7±1
Fe ppm	10	39±4	10	65±35	10	47±10	10	34±17	10	51±7	10	58±16	10	81±10
Co ppm	10	2±1	10	2±1	10	2±1	10	3±1	10	3±1	10	3±1	10	2±1
Mn ppm	10	41±11	10	36±0	10	36±0	10	37±1	10	42±8	10	50±13	10	37±5
Zn ppm	10	27±3	10	30±1	10	23±1	10	22±1	10	37±1	10	40±11	10	15±1
Pb ppm	10	13±1	10	31±12	10	17±1	10	19±1	10	21±1	10	21±1	10	15±1
Cd ppm	10	13±1	10	9±1	10	12±1	10	11±1	10	11±1	10	10±1	10	10±1
P.C. X	2	5.27±0.46	2	10.19±0.18	2	8.83±0.11	3	10.12±0.55	3	10.82±0.39	2	11.19±0.40	2	8.16±0.44
D.C. X	2	3.19±0.51	2	2.80±0.08	2	2.95±0.34	3	6.44±0.88	3	2.16±0.68	2	3.13±0.10	2	2.49±0.20
F.C. X	2	14.04±0.10	2	14.44±0.11	2	14.33±0.18	3	15.03±0.37	3	12.84±1.03	2	16.09±0.24	2	16.05±0.69
C ₁ X	2	6.81±0.36	2	6.26±0.18	2	6.23±0.14	3	5.32±0.81	3	7.10±1.22	2	7.14±0.16	2	5.15±0.91
E.L.M. X	2	67.47±0.11	2	66.42±0.10	2	67.08±0.18	3	66.43±1.77	3	66.18±0.28	2	64.09±0.84	2	64.15±1.03

N= NÚMERO DE OBSERVACIONES

±= INTERACCIÓN SIGNIFICATIVA (P<0.05).

CUADRO No. 11 PROMEDIOS (\bar{x}) Y DESVIACIONES ESTANDAR (D.E.) DE CALCIO (Ca) Y FOSFORO (P) EN SUERO DE VACAS RELACIONADOS AL RANCHO.

RANCHO	N	Ca mg/dl		P mg/dl	
		\bar{X}	D.E.	\bar{X}	D.E.
1	207	9.7	$\pm 0.6^{ab}$	4.5	$\pm 1.0^a$
2	202	9.7	$\pm 0.8^a$	4.4	$\pm 0.8^a$
3	212	9.6	$\pm 1.0^b$	4.4	$\pm 0.8^a$
4	164	9.3	$\pm 0.7^c$	4.1	$\pm 0.8^b$
5	98	8.5	$\pm 0.6^d$	3.1	$\pm 0.7^c$

N = Número de observaciones.

a,b,c,d, = Literal con diferente suscripción en la columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

productores de leche de los ranchos 1, 2, 3 y 4 muestreados en este estudio concuerdan con los valores descritos por Bratton et al. (1959), Cunha et al. (1964), García G. (1980), Kaneko y - Cornelius (1971), Lee et al. (1978), Lumsden et al. (1980), N.R. C. (1978), Reinhart (1939), Rowlands et al. (1974), Thompson - (1978) y difieren de lo obtenido por Díaz (1981). Se encontraron niveles inferiores en cada una de las producciones del rancho 5, el cual también presentó valores menores de fósforo en suelo y forraje.

En el cuadro 12 se presenta la concentración de calcio y fósforo en suero de vacas relacionados a la producción.

Los resultados obtenidos para calcio en este estudio, presentan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre grupos de animales, encontrándose dentro de los valores normales y con tendencia a disminuir hacia el final de la gestación, por lo que concuerdan con los estudios realizados por Araujo et al. (1977), García G. (1980) y difieren de la información de Murtuza et al. (1979).

Los valores encontrados para fósforo en este estudio, presentan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre grupos de animales, encontrándose fluctuaciones en animales gestantes que tienden a elevarse al final de la gestación, concordando con lo observado por García G. (1980), Lane et al. (1968), Murtuza et al. (1979). Los valores más altos se observaron en animales vacíos, lo que concuerda con los estudios de Araujo et al. (1977).

En el cuadro 13 se presenta la concentración de calcio y fósforo en sueros de vacas relacionados a la interacción entre rancho y producción lechera.

Durante las diferentes etapas de producción lechera el calcio - en sueros fue significativamente mayor ($P < 0.01$) en vacas altas productoras que en vacas secas. El fósforo fue significativamente mayor ($P < 0.01$) en vacas altas productoras, seguido de vacas secas y encontrándose el nivel más bajo en vacas medianas y bajas productoras.

CUADRO No. 12 PROMEDIOS (\bar{X}) Y DESVIACIONES ESTANDAR (D.E.) DE CALCIO (Ca) Y FOSFORO (P) EN SUERO DE VACAS RELACIONADOS A LA PRODUCCION LECHERA.

ANIMALES	N	Ca mg/dl		P mg/dl	
		\bar{X}	D.E.	\bar{X}	D.E.
ALTAS PRODUCTORAS	215	9.9 \pm 1.2 ^a	4.9 \pm 1.2 ^a		
MEDIANAS PRODUCTORAS	231	9.4 \pm 0.9 ^b	4.0 \pm 1.0 ^c		
BAJAS PRODUCTORAS	240	9.3 \pm 0.9 ^{bc}	3.9 \pm 1.0 ^c		
SECAS	197	9.2 \pm 0.7 ^c	4.2 \pm 0.8 ^b		
PROMEDIO GENERAL	883	9.5 \pm 1.0	4.2 \pm 1.1		

N = Número de observaciones

a,b,c, = Literal con diferente suscripción en la columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

CUADRO No. 13

PROMEDIOS (\bar{X}) Y DESVIACIONES ESTANDAR (D.E.) DE CALCIO (Ca) Y FOSFORO (P) EN SUERO DE VACAS RELACIONADOS A LA INTERACCION ENTRE RANCHO Y PRODUCCION LECHERA.

RANCHO	N	ALTAS PRODUCTORAS*			MEDIANAS PRODUCTORAS*			BAJAS PRODUCTORAS*			S E C A S*									
		Ca \bar{X}	mg/dl D.E.	P \bar{X}	mg/dl D.E.	N	Ca \bar{X}	mg/dl D.E.	P \bar{X}	mg/dl D.E.	N	Ca \bar{X}	mg/dl D.E.	P \bar{X}	mg/dl D.E.					
1	54	10.1±0.1		5.6±1.1		54	9.8±0.9		4.1±0.8		54	9.4±0.8		3.8±1.1		45	9.3±0.7		4.6±1.0	
2	50	10.0±1.0		5.2±1.2		54	9.7±0.9		4.2±0.7		50	9.9±0.8		4.2±0.6		48	9.3±0.7		4.1±0.6	
3	54	10.5±1.7		5.1±0.9		54	9.3±0.7		4.2±0.8		54	9.2±0.8		4.1±0.7		50	9.2±0.8		4.4±0.8	
4	35	9.2±0.7		4.1±0.7		42	9.3±0.7		4.2±0.9		51	9.2±0.5		4.2±0.9		36	9.3±0.7		4.0±0.6	
5	22	8.8±0.5		3.4±0.7		27	8.5±0.8		2.4±0.7		31	8.3±0.9		2.8±0.8		18	8.5±0.3		3.7±0.6	

N = Número de observaciones

* = Interacción significativa ($P < 0.01$)

Las variaciones encontradas entre ranchos y estados de producción lechera pueden deberse al tipo de ganado, tipo de alimentación y manejo de cada rancho.

6.5 Correlaciones entre la concentración de minerales y pH de suelos sembrados con los forrajes estudiados.

El cuadro 14 muestra las correlaciones entre el Ca, P y pH de suelos sembrados con alfalfa y maíz.

Los suelos sembrados con alfalfa y maíz presentaron una correlación positiva y significativa ($P < 0.01$) entre el calcio y fósforo, es decir que, a medida que el calcio aumentó el fósforo también se incrementó y viceversa. El pH no presentó relación alguna con respecto al calcio y fósforo.

6.6 Correlaciones entre la concentración mineral y proximal de los forrajes estudiados.

En el cuadro 15 se presentan las correlaciones entre el contenido de minerales y componentes del análisis proximal en alfalfa.

Calcio en alfalfa. De los resultados obtenidos, se tiene que conforme aumentó el calcio en la planta, los contenidos de fósforo, cobre, manganeso, cinc, plomo y proteína cruda también se incrementaron.

Fósforo en alfalfa. A medida que aumentó el fósforo en la planta, los contenidos de cobre, manganeso y cinc se incrementaron; no siendo así, con el cromo y fibra cruda que presentaron una correlación negativa.

Cobre en alfalfa. Conforme aumentó el cobre, los contenidos de hierro, manganeso y cinc también se incrementaron; en cambio, el cromo presentó una correlación negativa.

CUADRO No. 14 CORRELACIONES ENTRE EL CONTENIDO DE MINERALES Y pH EN SUELOS SEMBRADOS CON ALFALFAS Y MAICES.

	SUELO CON ALFALFAS		SUELO CON MAICES	
	P	pH	P	pH
Ca	0.34253 ^a	-0.09068	0.32106	-0.00953
	0.0005 ^b	NS	0.0011	NS
	100 ^c	100	100	100
P		-0.09804		0.07050
		NS		NS
		100		100

a = Valor de correlación

b = Probabilidad

c = Número de observaciones

NS = No significativo ($P > 0.05$)

CUADRO No. 15 CORRELACIONES ENTRE EL CONTENIDO DE MINERALES Y LOS NUTRIENTES EN ALFALFAS

	P	Cu	Fe	Co	Hg	Mn	Zn	Pb	Cr	Se	P.C.	G.C.	I
Ca	0.33930 ^a 0.0001 ^b 300 ^c	0.28159 0.0020 118	-0.03278 NS 118	0.12286 NS 118	0.00641 NS 118	0.32285 0.0004 118	0.37620 0.0001 118	0.33876 0.0002 118	0.08340 NS 118	-0.10424 NS 118	0.37123 0.0142 43	-0.28528 NS 43	-0
P		0.46899 0.0001 118	0.10327 NS 118	0.00381 NS 118	0.07989 NS 118	0.21275 0.0207 118	0.18847 0.0410 118	-0.05415 NS 118	-0.20889 0.0232 118	-0.06344 NS 118	-0.09714 NS 43	0.11424 NS 43	0
Cu			0.35556 0.0001 118	0.04082 NS 118	-0.08348 NS 118	0.42768 0.0001 118	0.37809 0.0001 118	-0.01959 NS 118	-0.24455 0.0076 118	-0.16286 NS 43	0.24006 NS 43	-0.17479 NS 43	-0
Fe				-0.10445 NS 118	-0.20696 0.0245 118	0.27009 0.0031 118	0.33586 0.0002 118	-0.05244 NS 118	-0.33808 0.0002 118	0.02016 NS 118	0.18807 NS 43	-0.20471 NS 43	-0
Co					0.03852 NS 118	0.05714 NS 118	0.14387 NS 118	0.03999 NS 118	-0.17152 NS 118	-0.14999 NS 118	0.10014 NS 43	-0.19738 NS 43	0
Mg						-0.10670 NS 118	-0.00187 NS 118	0.04446 NS 118	0.03956 NS 118	0.04097 NS 118	-0.21544 NS 43	0.02924 NS 43	0
Mn							0.60766 0.0001 118	0.21876 0.0173 118	-0.28630 0.0017 118	-0.27467 0.0026 118	0.63927 0.0001 43	0.08096 NS 43	-0
Zn								0.26797 0.0033 118	-0.33468 0.0029 118	-0.27176 0.0029 43	0.63213 0.0001 43	-0.05168 NS 43	-0
Pb									-0.08104 NS 118	-0.28779 0.0016 43	0.35863 0.0182 43	0.01170 NS 43	-0
Cr										0.25916 0.0046 118	-0.14442 NS 43	-0.17839 NS 43	
Se											-0.17297 NS 43	-0.21952 NS 43	
P.C.												-0.23531 NS 43	
G.C.													
F.C.													
C.													

a = Valor de correlación (Coeficiente de correlación)
 b = Probabilidad
 c = Número de observaciones
 NS = No significativo (P > 0.05)

Hierro en alfalfa. A medida que aumentó el hierro, el contenido de manganeso y cinc se incrementó; sin embargo, el magnesio y cromo presentaron una correlación negativa.

Cobalto en alfalfa. El contenido de cobalto no presentó relación con los minerales y nutrientes de la planta.

Magnesio en alfalfa. El magnesio no presentó relación con los minerales y nutrientes de la planta, excepto con el hierro que ya se mencionó.

Manganeso en alfalfa. Conforme aumentó el manganeso, los contenidos de cinc, plomo y proteína cruda también se incrementaron, mientras que, los contenidos de cromo, selenio y extracto libre de nitrógeno presentaron una correlación negativa.

Cinc en alfalfa. Al aumentar el contenido de cinc en la planta, los contenidos de plomo y proteína cruda también lo hacen; sin embargo, el cromo, selenio y fibra cruda presentaron una correlación negativa.

Plomo en alfalfa. A medida que aumentó el plomo, el contenido de proteína cruda también se incrementó; no siendo así, con el selenio y el extracto libre de nitrógeno que presentaron una correlación negativa.

Cromo en alfalfa. Conforme aumentó el contenido de cromo, los contenidos de selenio y fibra cruda también se incrementaron.

Selenio en alfalfa. El contenido de selenio no presentó relación directa con los minerales y nutrientes de la planta.

Proteína cruda en alfalfa. A medida que aumentó el contenido de proteína cruda en las alfalfas, el contenido de extracto libre de nitrógeno disminuyó.

Grasa cruda o extracto etéreo en alfalfa. Conforme aumentó el contenido de grasa cruda en la planta, el contenido de fibra cru

da disminuyó.

Fibra cruda en alfalfa. El contenido de fibra cruda no presentó correlación ninguna con los minerales y nutrientes estudiados.

Cenizas en alfalfa. El contenido de cenizas no presentó relación con los minerales y nutrientes de las alfalfas.

Extracto libre de nitrógeno en alfalfas. El contenido de extracto libre de nitrógeno no presentó relación con los minerales y nutrientes estudiados.

En el cuadro 16 se presentan las correlaciones entre el contenido de minerales y componentes del análisis proximal en maíz.

Calcio en maíz. Conforme aumentó el calcio en el maíz, los contenidos de fósforo y manganeso se incrementaron.

Fósforo en maíz. El contenido de fósforo presentó una correlación positiva con el calcio.

Cobre en maíz. A medida que aumentó el contenido de cobre en la planta, los contenidos de cobalto, cinc y plomo se incrementaron o disminuyeron; en cambio, los contenidos de hierro y fibra cruda presentaron una correlación negativa.

Hierro en maíz. Conforme aumentó el contenido de hierro, el contenido de manganeso también se incrementó.

Cobalto en maíz. A medida que el contenido de cobalto aumentó, los contenidos de manganeso, cinc y proteína cruda también aumentaron.

Magnesio en maíz. Al aumentar el contenido de magnesio en los maíces, los contenidos de cinc y cenizas también lo hacen; sin embargo, el contenido de fibra cruda presentó una correlación negativa.

CUADRO No. 16 CORRELACIONES ENTRE EL CONTENIDO DE MINERALES Y LOS NUTRIENTES

	P	Cu	Fe	Co	Mg	Mn	Zn	Pb
Ca	0.62933 ^a 0.0001 ^b 300 ^c	0.02281 NS 100	0.10838 NS 100	0.08456 NS 100	-0.10253 NS 100	0.19195 0.0557 100	0.03311 NS 100	0.18579 NS 100
P		-0.08217 NS 100	0.18856 NS 100	-0.03739 NS 100	-0.13242 NS 100	0.16698 NS 100	0.04374 NS 100	0.13245 NS 100
Cu			-0.39407 0.0001 100	0.29131 0.0033 100	0.14241 NS 100	0.09372 NS 100	0.47258 0.0001 100	0.29010 0.0034 100
Fe				-0.13654 NS 100	-0.03312 NS 100	0.31218 0.0016 100	-0.12032 NS 100	0.01360 NS 100
Co					-0.03330 NS 100	0.25411 0.0107 100	0.24403 0.0144 100	0.10593 NS 100
Mg						0.10216 NS 100	0.231399 0.0205 100	0.08092 NS 100
Mn							0.42220 0.0001 100	0.24563 0.0138 100
Zn								0.21073 0.0353 100
Pb								
Cr								
P.C.								
G.C.								
F.C.								
C								

a = Valor de correlación (Coeficiente de correlación)
 b = Probabilidad
 c = Número de observaciones
 NS = No significativo ($P > 0.05$)

RIENTES EN MAIZ

Cr	P.C.	G.C.	F.C.	C.	E.L.N.
-0.05217 NS 100	0.28735 NS 22	-0.35783 NS 22	0.08467 NS 22	0.18630 NS 22	-0.20860 NS 22
-0.14033 NS 100	0.17998 NS 22	-0.30918 NS 22	-0.06960 NS 22	0.30073 NS 22	-0.09326 NS 22
-0.06412 NS 100	0.21486 NS 22	0.11986 NS 22	-0.40810 0.0594 22	0.37393 NS 22	-0.05804 NS 22
-0.03373 NS 100	0.09531 NS 22	0.13448 NS 22	-0.17917 NS 22	-0.18739 NS 22	0.08494 NS 22
0.03749 NS 100	0.57825 0.0048 22	0.38097 NS 22	-0.10516 NS 22	0.38585 NS 22	-0.59571 0.0034 22
-0.00983 NS 100	0.00778 NS 22	0.19155 NS 22	-0.44396 0.0385 22	0.43402 0.0436 22	0.05961 NS 22
-0.07540 NS 100	0.39966 NS 22	0.22367 NS 22	-0.63353 0.0015 22	0.33938 NS 22	-0.05274 NS 22
-0.02600 NS 100	0.23143 NS 22	-0.14784 NS 22	-0.65688 0.0009 22	0.64304 0.0012 22	0.07811 NS 22
-0.43304 0.0001 100	0.42220 0.0503 22	0.14624 NS 22	-0.13821 NS 22	0.02990 NS 22	-0.25278 NS 22
	-0.45197 0.0347 22	-0.24343 NS 22	-0.04007 NS 22	-0.05193 NS 22	0.43206 0.0446 22
		0.49809 0.0183 22	-0.32920 NS 22	0.57168 0.0054 22	-0.84244 0.0001 22
			-0.17199 NS 22	0.03929 NS 22	-0.56115 0.0066 22
				-0.61589 0.0023 22	-0.14833 NS 22
					-0.37998 NS 22

Manganeso en maíz. Conforme aumentó el contenido de manganeso, - los contenidos de cinc y plomo también se incrementaron; no sien do así, con el contenido de fibra cruda con la cual presentó una correlación negativa.

Cinc en maíz. A medida que aumentó el contenido de cinc en la - planta, los contenidos de plomo y cenizas aumentaron, presentó una correlación negativa con el contenido de fibra cruda.

Plomo en maíz. Conforme aumentó el contenido de plomo en los maí ces, el contenido de proteína cruda se incrementó . El contenido de cromo presentó una correlación negativa.

Cromo en maíz. Al aumentar o disminuir el contenido de cromo, el contenido de extracto libre de nitrógeno también se incrementa. El contenido de proteína cruda presentó una correlación negativa.

Proteína cruda en maíz. A medida que aumentó el contenido de pro teína cruda en los maíces, los contenidos de grasa cruda y cenizas también se incrementaron; en cambio, el extracto libre de ni trógeno presentó una correlación negativa.

Grasa cruda en maíz. Conforme aumentó el contenido de grasa cru da o extracto etéreo en la planta, el contenido de extracto libre de nitrógeno mostró una correlación negativa.

Fibra cruda en maíz. A medida que aumentó el contenido de fibra cruda, el contenido de cenizas presentó una correlación negativa.

Cenizas en maíz. Con el contenido de cenizas presentan correla- ción positiva el magnesio, cinc y proteína cruda y una correla- ción negativa la fibra cruda.

Extracto libre de nitrógeno. El contenido de cromo presentó una correlación positiva y los contenidos de cobalto, proteína cruda y grasa cruda, una correlación negativa con el contenido de ex- tracto libre de nitrógeno.

6.7 Correlaciones entre el contenido de minerales de sueros de bovinos.

En el cuadro 17 se presentan las correlaciones entre el contenido de minerales de sueros de animales según la producción. En todas las etapas productivas se presentó una correlación altamente significativa ($P < 0.0001$) entre el contenido de calcio y el contenido de fósforo.

Los cuadros 18, 19, 20, 21 y 22 presentan las correlaciones entre el contenido de minerales en suero de animales de acuerdo al rancho y a la etapa de producción lechera.

Rancho 1. Los animales de mediana y baja producción presentaron una correlación altamente significativa ($P < 0.001$) entre los contenidos de calcio y fósforo; es decir que, a medida que aumentó el contenido de calcio, el contenido de fósforo también aumentó.

Rancho 2. Los animales de alta, mediana y baja producción presentaron una correlación positiva ($P < 0.05$) entre los contenidos de calcio y fósforo.

Rancho 3. Los animales de mediana, baja producción y secas presentaron correlación positiva ($P < 0.001$) entre los contenidos de calcio y fósforo.

Rancho 4. Los animales de mediana, baja producción y secas presentaron correlación positiva ($P < 0.01$) entre el contenido de calcio y el contenido de fósforo.

Rancho 5. Los animales de mediana producción mostraron una correlación altamente significativa ($P < 0.01$) en sus contenidos de calcio y fósforo.

CUADRO No. 17 CORRELACIONES ENTRE EL CONTENIDO DE MINERALES EN SUERO DE ANIMALES DE ACUERDO A LA ETAPA DE PRODUCCION LECHERA.

	PRODUCCION ALTA	PRODUCCION MEDIA	PRODUCCION BAJA	SECAS
	P	P	P	P
Ca	0.33715 ^a	0.51887	0.51403	0.39652
	0.0001 ^b	0.0001	0.0001	0.0001
	215 ^c	231	240	197

CUADRO No. 18 CORRELACIONES ENTRE EL CONTENIDO DE MINERALES EN SUERO DE ANIMALES DE ACUERDO A LA ETAPA DE PRODUCCION LECHERA. RANCHO 1.

	PRODUCCION ALTA	PRODUCCION MEDIA	PRODUCCION BAJA	SECAS
	P	P	P	P
Ca	0.16082 ^a	0.48693	0.55631	0.22753
	NS ^b	0.0002	0.0001	NS
	54 ^c	54	54	45

a = Valor de correlación

b = Probabilidad

c = Número de observaciones

NS = No significativo ($P > 0.05$)

CUADRO No. 19 CORRELACIONES ENTRE EL CONTENIDO DE MINERALES EN SUERO DE ACUERDO A LA ETAPA DE PRODUCCION LECHERA. RANCHO 2.

	PRODUCCION ALTA	PRODUCCION MEDIA	PRODUCCION BAJA	SECAS
	P	P	P	P
Ca	0.41725 ^a	0.26871	0.49981	0.27085
	0.0026 ^b	0.0494	0.0002	NS
	50 ^c	54	50	48

CUADRO No. 20 CORRELACIONES ENTRE EL CONTENIDO DE MINERALES EN SUERO DE ANIMALES DE ACUERDO A LA ETAPA DE PRODUCCION LECHERA. RANCHO 3

	PRODUCCION ALTA	PRODUCCION MEDIA	PRODUCCION BAJA	SECAS
	P	P	P	P
Ca	0.05120 ^a	0.47598	0.41714	0.56665
	NS ^b	0.0003	0.0017	0.0001
	54 ^c	54	54	50

a = Valor de correlación

b = Probabilidad

c = Número de observaciones

NS = No significativo ($P > 0.05$)

CUADRO No. 21 CORRELACIONES ENTRE EL CONTENIDO DE MINERALES EN SUERO DE ANIMALES DE ACUERDO A LA ETAPA DE PRODUCCION LECHERA. RANCHO 4

	PRODUCCION ALTA	PRODUCCION MEDIA	PRODUCCION BAJA	SECAS
	P	P	P	P
Ca	0.13966 ^a	0.48648	0.35308	0.49893
	NS ^b	0.0011	0.0110	0.0020
	35 ^c	42	51	36

CUADRO No. 22 CORRELACIONES ENTRE EL CONTENIDO DE MINERALES EN SUERO DE ANIMALES DE ACUERDO A LA ETAPA DE PRODUCCION. RANCHO 5.

	PRODUCCION ALTA	PRODUCCION MEDIA	PRODUCCION BAJA	SECAS
	P	P	P	
Ca	0.17485 ^a	0.53505	0.19143	-0.02275
	NS ^b	0.0040	NS	NS
	22 ^c	27	31	18

a = Valor de correlación

b = Probabilidad

c = Número de observaciones

NS = No significativo ($P > 0.05$)

VII. CONCLUSIONES

En relación a los resultados obtenidos en esta investigación, - se presentan las conclusiones de los análisis de suelo, planta y suero de animales en los cinco ranchos:

- 1.- El calcio de suelos sembrados con alfalfa y maíz fue suficiente para cubrir las necesidades de estas plantas.
- 2.- El fósforo de suelos sembrados con alfalfa y maíz varió dentro de los límites de 43 a 64 ppm y de 18 a 25 ppm respectivamente.
- 3.- El pH de suelos sembrados con alfalfa y maíz aumentó (aunque no en forma significativa) a medida que avanzó el crecimiento de los forrajes.
- 4.- El calcio del forraje fue mayor en la etapa de prefloración y menor en la de 10% de floración.
- 5.- El fósforo del forraje disminuyó conforme avanzó el crecimiento de los mismos.
- 6.- El magnesio de las alfalfas no varió en los dos estados vegetativos; en cambio, el del maíz disminuyó a medida que avanzó su crecimiento.
- 7.- El cobre de las alfalfas disminuyó en la etapa de 10% de floración y aumentó en los maíces.
- 8.- El hierro de los forrajes decreció al continuar la maduración de los mismos.
- 9.- El cobalto del forraje se encontró en un nivel superior a lo reportado por la literatura, variando entre 2 y 3 ppm.
- 10.- El manganeso de los forrajes permaneció igual en los dos estados vegetativos.

- 11.- El cinc disminuyó en la alfalfa variedad San Joaquín 11, - conforme avanzó el estado de madurez.
- 12.- El plomo en los forrajes aumentó en la etapa de 10% de flo ración, probablemente por acumulación en la planta o por contaminación.
- 13.- El cromo aumentó en la alfalfa variedad San Joaquín 11 y - disminuyó en el maíz al avanzar la madurez de los forrajes.
- 14.- El selenio en las alfalfas permaneció constante al cambiar el estado vegetativo.
- 15.- La proteína cruda de los forrajes aumentó en el segundo es tado de madurez.
- 16.- La grasa cruda o extracto etéreo en los maíces aumentó al avanzar la madurez de los mismos.
- 17.- La fibra cruda de los forrajes aumentó conforme fueron ma- durando las alfalfas y maíces.
- 18.- Las cenizas o minerales totales de los forrajes permanecie- ron igual en los dos estados vegetativos.
- 19.- El extracto libre de nitrógeno de los forrajes disminuyó - en la segunda etapa de madurez.
- 20.- El calcio en el suero de los animales se encontró normal y con tendencia a disminuir hacia el final de la gestación.
- 21.- El fósforo en el suero de los animales se encontró normal, presentando fluctuaciones en animales gestantes que tien- den a elevarse al final de la gestación y encontrándose el valor más alto en animales vacíos.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Adams, S.N. and Honeysett, J.L.: Some effects of soil water logging on the cobalt and copper status of pasture plants - grown in pots. Austral. J. Agric. Res., 15: 357 (1964)
2. Adams, R.S. Symposium: New concepts and developments in trace element nutrition. Variability in mineral and trace element content of dairy cattle feeds. J. Dairy Sci. 58 (10): 1539-1541 (1975)
3. Alba De J.: Alimentación del ganado en América Latina. La - Prensa Médica Mexicana, México. 1971.
4. Ammerman, A.B.: Mineral interrelationships. Feedstuffs, 37: 18 (1965)
5. Ammerman, C.B.; Wing, J.M.; Dunavant, B.G.; Robertson, W.K.; Feaster, J.P., and Arrington, L.R.: Utilization of inorganic Iron by ruminants as influenced by form of Iron an Iron Status of the animal. J. Anim. Sci.; 26: 404-410 (1967)
6. Ammerman, C.B.: Recent developments in cobalt and copper in ruminant nutrition. A review. J. Dairy Sci., 53: 1097-1107 (1970)
7. Ammerman, C.B.; Miller, S.M.; Fick, K.R. and Hansard II, S. L. Contaminating elements in mineral supplements and their potential toxicity. A review, J. Anim. Sci., 44: 485-508 - (1977)
8. Andersen, W., Flagstad, T.; Basse, A.; Brummerstedt, E.: Evidence of a lethal trait, a46, in black pied Danish cattle of Friesian descent. Nord. Vet. Med. 22: 473-483 (1970)
9. Andreasi, F.; Mendoca, C.X. Jr.; Veiga, J. S.M.; Prada, F. and Barnabé, R.C.: Levantamento dos elementos minerais em - plantas forrageiras de areas delimitadas do Estado de São -

Paulo. Rev. Fac. Med. Vet. São Paulo. 7 (3): 583. (1967)

10. Andrew, C.S. and Morris, D.O.: Comparative response to calcium of five tropical and four temperate pasture legume - species. Aust. J. Agr. Res. 12:40 (1961)
11. A.O.A.C. Official methods of analysis. Ass. Off. Anal. Chem. 12th. ed., Washington, D.C., U.S.A., 1975.
12. Araujo, L.M.; D'Angelino, J.C.; Birgel, E.H.; Araujo, W.P., Reichmann, C.E.; Influencia de gestação e do puerporio sobre alguns constituintes do sangue do bovinos do raca Holandesa braca e preta. Rev. Fac. Med. Vet. Zotec. Univ. S. Paulo. - 14 (1): 37-43. (1977)
13. Bahia, V.G.; Laboratorio de manipulação de amostras e análises de solo. Simposio Latino-americano sobre pesquisa em nutrição mineral de ruminantes em pastagens. Belo Horizonte.: 110 (1976)
14. Bartler, F.C.; Disturbances of phosphorus metabolism. Vol. 2, part A. Acad. Press, New York U.S.A.: 560 (1964)
15. Barr, J.A.; Goodnight, N.H., Sall, J.P. and Helwig. J.T.; A user's guide to sas 79. Sas Inst. Inc. P.O. Box 10522, Raleigh, North Caroline, U.S.A. 1979.
16. Beeson, W.M.; Perry, T.W. and Zurcher, T.D.; Effect of supplemental zinc on growth and on hair and blood serum levels of beef cattle. J. Anim. Sci. 45 (1): 160 (1977)
17. Bide, R.W.: Metabolic profiles of beef cattle the literature contains many studies and a great deal of data. Can. Vet. J. 19: 344-345. (1978)
18. Bjorsell, R.A.; Holtenius, P. and Jacobson, S.D.; Studies on parturient paresis with special reference to the downer cow syndrome. Acta. Vet. Scand. 10: 36-43 (1969)

19. Black, C.A.: Soil plant relationships. Second ed.; John -
Wiley and Sons, Inc., New York, U.S.A.; 792 (1968)
20. Blaxter, K.L.; Rook, J.A.F. and MacDonald, A.M.; Experimen-
tal magnesium deficiency in calves. I. Clinical and patho-
logical observations. J. Comp. Pathol, 64: 157-175. (1954)
21. Blaxter, K.L., McGill, R.F.: Magnesium metabolism in cattle.
Vet. Rev. Annot. 2: 35-55. (1956)
22. Blaxter, K.L., Sharman, G.A.M. and MacDonald, A.H.: Iron -
deficiency anaemia in calves. Br. J. Nutr. 11: 234-246.
(1957)
23. Blood, D.C. y Henderson, J.A.: Medicina Veterinaria. 4a. ed.
Ed. Interamericana, S.A. México, 1976
24. Boda, J.M. and Cole H.H.: The influence of dietary calcium
and phosphorus on the incidence of milk fever in dairy
cattle. J. Dairy Sci. 37: 360-372. (1954)
25. Borle, A.B.: Calcium and phosphate metabolism. Ann. Rev. -
Phy. 36: 360-390 (1974)
26. Braithwaite, G.D.: Adaptations in the calcium and phosphorus
metabolism of sheep in response to an intravenous infusion -
of Ca. Br. J. Nutr. 40: 17-21. (1978)
27. Bratton, R.W., Musgraves, S.D., Dunn, H.O. and Foote, R.H.;
Causes and prevention of reproductive failures in Dairy
cattle. Bulletin 940, part II, New York State College of -
Agriculture, Ithaca, N.Y. 1959
28. Breland, H.L.: IFAS Soil science lab. Memorandum to Florida
extension specialists and county extension directors-Labora-
tory, University of Florida. Gainesville. 1976

29. Bremner, I. and Dalgarno, A.C.: Iron metabolism in the veal calf. the availability of different Iron compounds. Br. J. Nutr. 29: 229-243 (1973a)
30. Bremner, I. and Dalgarno, A.C.: Iron metabolism in the veal calf. 2. Iron requirements and the effect of copper supplementation, Br. J. Nutr. 30: 61-76 (1973b)
31. Bremner, I.: Heavy metal toxicities. Quart. Rev. Biophys, 7: 75-79 (1974)
32. Brink, M.F.; Becker, D.E.; Tevrill, S.W. and Jensen, A.H.; Zinc toxicity in the weaning pig. J. Anim. Sci, 18: 836-842 (1959)
33. Broderius, M.A.; Whanger, P.D. and Weswig, P.H.; Tissue sulphydryl groups in selenium-deficient rats and lambs. J. Nutr. 103: 336-341 (1973)
34. Buck, W.B.: Toxic materials and neurologic disease in cattle. J. Amer. Vet. Med. Ass. 166: 222-226 (1975)
35. Call, J.W.; Butcher, J.E., Blake, J.T.; Smart, R.A. and Shupe, J.L.; Phosphorus influence on growth and reproduction of beef cattle. J. Anim. Sci. 47 (1): 216-225 (1978)
36. Capen, CH. and Martin, S.L.: Calcium metabolism and disorders of parathyroid glands. Vet. Clin. North. Am 7 (3): 513-548 (1977)
37. Carson, E.W.: The plant root and its enviroment. Univ. of Virginia Press. Charlottes Ville, Va., U.S.A.: 691 (1974)
38. Case, A.A.; Toxicity of various chemical agents to sheep. J. Amer. Vet. Med. Ass. 164: 277-283 (1974)

39. Casey, C.E. and Robinson, M.F.; Copper, manganese, zinc, nickel, cadmium and lead in human foetal tissues. Br. J. Nutr. 39: 639-646 (1978)
40. Clark, I.: Effects of magnesium ions on calcium and phosphorus metabolism. Amer. J. Physiol. 214: 348-352 (1968)
41. Cohen, R.D.H.: Phosphorus nutrition of beef cattle. 2. Relation of pasture phosphorus to phosphorus content of blood, hair and bone of grazing steers. Austr. J. Exp. Agr. and Anim. Husb. 13:5 (1973)
42. Cohen, R.D.H.: Phosphorus and the grazing ruminant, World Rev. Anim. Prod. XI 2:27 (1975)
43. Collins, A.: What nature provides. Dairy farmer supplement. February, 15 (1972)
44. Corey, R.B. and Shulte, E.E.: Factors affecting the availability of nutrients to plants. In: Soil testing and Plant Analysis (Rev. Ed.) Soil Sci. Soc. Am. Inc. Madison, Wis. - U.S.A.: 23-33 (1972)
45. Corrêa, W.M.; Corrêa, C.N.M.; Cottschalk, A.F.; Zezza Neto, L. and Fernandes, N.S.: Deficiência de cobalt en becerro em Boracéia, Estado de São Paulo, Arqs. Inst. Biol. São Paulo: 38 (4): 201 (1971)
46. Cox, D.H. and Harris, D.L.: Effect of excess dietary zinc on iron and copper in the rat. J. Nutr. 70: 514-521 (1960)
47. Crampton, E.W.: Nutricion Animal Aplicada. 2a. ed., Acribia, Zaragoza, España. 1974
48. Cromwell, G.L.; Hays, V.W.; Chaney, C.H. and Overfield, J.R.: Effects of dietary phosphorus and calcium level on performance, bone mineralization and carcass characteristics of swine. J. Anim. Sci. 30 (4): 519-524 (1970)

49. Cullison, A.E.: Feeds and feeding. Reston publishing company Inc., Virginia, U.S.A. 1975
50. Cunha, T.J.; Shirley, R.L.; Chapman, H.L. Jr.; Ammerman, C.B.; Davis, G.K.; Kirk, W.G. and Hentges, J.F. Jr.; Minerals for beef cattle in Florida. University of Florida, - Agricultural experiment stations. 683: 4-22 (1964)
51. Curtis, R.A.; Cote J.F.; McLennan, M.C.; Smart, J.F. and - Rowe, R.C.; Relationship of methods of treatment to relapse rate and serum levels of calcium and phosphorus in parturient hypocalcaemia. Can. Vet. J. 19: 155-158 (1978)
52. Chandler, P.T. and Cragle, R.E.: Responses of Holstein Calves to dietary calcium, phosphorus, vitamin D₃. J. Dairy - Sci. 45: 680 (1962)
53. Chapman, H.L. Jr.; Nelson, S.L.; Kidder, R.W.; Sippel, W.L. and Kidder, C.W.; Toxicity of cupric sulfate for beef cattle. J. Anim. Sci. 21: 960-962 (1962)
54. Chicco, C.F., Ammerman, C.B.; Feaster, J.P. and Dunavant, - B.G.: Nutritional Interrelationships of dietary calcium, phosphorus and magnesium in sheep. J. Anim. Sci. 36: 986-993 (1973)
55. Christiansen Wm.C.: Latin American tables of feed composition University of Florida. U.S.A. 1972.
56. Church, D.C.; Livestock feeds and feeding. 4a. Im. Ed. O.E. B. Books Inc. USA. 1979
57. Daniel, H.A. and Harper, H.J.: The relation between total - calcium and phosphorus in mature prairie grass and available plant food in the soil. J. am. Soc. Agr. 26: 986-992 (1934)
58. Dayrell, M.S.; Döbereiner, J. and Tokarnie, C.H.: Phosphorus

- deficiency in cattle from the Brasilia region of Brazil. Pesq. Agropec. Bras., Ser. Vet. 8 (6): 105. (1973a)
59. Dayrell, M.S.; Lopes, H.O.S.; Sampaio, I.B.M. and Döbereiner, J. Factores a serem considerados na interpretação de valores analíticos do phosphorus inorgânico no soro sanguíneo dos - bovinos. Pesq. Agropec. Bras. Ser. Vet. 8 (6): 43 (1973b)
 60. DeGoey, L.W.; Wahlstrom; R.C. and Emerick, R.J.: Studies of high level copper supplementation to rations for growing - swine. J. Anim. Sci. 33: 52 (1971)
 61. Díaz N.R.A.: Concentración de los elementos minerales Ca, P, Mg, Cu, Fe, y Zn en muestras de suero, pelo de capa y pelo - de cola de bovinos de las razas Holstein, Hereford, Cebú y - Pardo Suizo localizados en las zonas del estado de México y Hueytamalco, Puebla. Tesis F.M.V.Z.-U.N.A.M. 1981
 62. Dishington, I.W. and Tollersrud, W.S.: Hypomagnesaemia and hypomagnesaemic tetany induced in lactating cows by changing the diet. Acta Vet. Scand. 8: 14-25 (1967)
 63. Doxey, D.L.: Veterinary clinical pathology. Williams and Wilkins Company, Baltimore, U.S.A. 1971
 64. Dukes, H.H.: Fisiología de los animales domésticos. Ed. Aguilar, 3a. ed., Madrid, España. 1973
 65. Dunham, J.R. and Ward, G.: Influences of calcium intake and vitamin D supplementation on the composition of lactating - cows blood. J. Dairy Sci. 54 (6): 863-866 (1971)
 66. Dutton, J.E. and Fontenot, J.P.: Effect of dietary organic - phosphorus on magnesium metabolism in sheep. J. Anim. Sci. - 26: 1409 (1967)
 67. Emerick, R.V. and Embry, L.B.: Calcium and phosphorus levels

- related to the development of phosphate urinary calculi in sheep. *J. Anim. Sci.* 22: 510 (1963)
68. Ensminger, M.E.: Producción bovina para carne. Ed. El Ateneo, Buenos Aires, Argentina. 1973.
69. Escobosa, A.; González, M.O.; Rocha, A.M.; Rosas, N.; O'Connor, J. y Figueroa, F.M.: Determinación de selenio, calcio, fósforo, manganeso, en forrajes y pH de suelos de algunas regiones de la República Mexicana. X Congreso mundial de Buatría. Memorias, México. Agosto 16-19: 839 (1978)
70. Ewan, R.C.: Effect of vitamin E and selenium on tissue composition of young pigs. *J. Anim. Sci.* 32: 883 (1971)
71. Fick, K.R.; Miller, S.M.; Houser, R.H. and Silva, R.M.: Simposio Latino-americano sobre pesquisa em nutrição mineral de ruminantes em pastagens. Belo Horizonte: 261 (1976)
72. Fiske, C.H. and subbarow, y: The determination of inorganic phosphate in whole blood plasma, or serum, *J. Biol. Chem.* - 66: 375 (1925)
73. Fleming, G.A.: Mineral composition of herbage. *Chemistry and Biochemistry of Herbage*. Academic Press, New York, U.S.A.: 529 (1973)
74. Flores, J.A.: *Bromatología Animal*. Ed. Limusa, México, D.F. 1975
75. Foley, R.C.; Bath, D.L.; Dickinson, F.N. and tucker, H.A.: *Dairy cattle; Principles, practices, problems, profits*, Lea & Febiger, Philadelphia, Penn. U.S.A. 1972.
76. Fox, J.; Pickard, D.W.; Care, A.D. and Murray, T.M.; Effect of low phosphorus diets on intestinal calcium absorption and

- the concentration of calcium binding protein in intact and parathyroidectomized pigs. *J. Endocr.* 78: 379-387 (1978)
77. Gallo, J.R.; Hiroce, R.; Bataglia, O.C.; Furlani, P.R.; Furlani, A.M.C.; Mattos, H.B.; Sartani H.J. and Fonseca, M.P.; Composição química inorgânica de forrageiras do Estado de São Paulo. *Bol. Ind. Anim. São Paulo* 31 (1): 115 (1974)
 78. García, B.C.M.: Estudio sobre las deficiencias nutricionales de los macroelementos Ca, P, Mg, en bovinos de la zona norte del estado de Chiapas y las correlaciones existentes entre estos minerales en pelo de capa, pelo de cola y suero. Tesis FMVZ- UNAM. 1980
 79. García, E.: Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 2a. ed., U.N.A.M., México, D.F. 1973
 80. García, G.J.: Valores normales de Ca, P y Mg serico para vacas de la raza, Cebú (Indobrazil) en condiciones de pastoreo y en clima semicálido húmedo. Tesis FMVZ-UNAM. 1980
 81. Gavillon, O. and Quadros, A.T.F.: Survey of the mineral composition of native grasslands in Rio Grande do Sul (Brazil) Cooper, cobalt and molybdenum. *Anais IX Congr. Int. Pastagens, São Paulo*: 709 (1966)
 82. Gavillon, O. and Quadros, A.T.F.: O ferro e o manganes em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. *Pesq. Agropec. Bras., Ser. Zootec.* 8 (2): 47. (1973)
 83. Gavillon, O. and Quadros, A.T.F.: O cobre, o molibdênio e o sulfato inorgânico em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. *Anuario. Téc. Inst. de Pesc. "Francisco Osorio", Porto Alegre.* 3: 423 (1976)
 84. Goldstein, D.A.; Romoffm, B.E. and Massry S.: Relationship between the concentrations of calcium and phosphorus in blood and cerebro espinal fluid. *J. Clin. Endoc. Met.* 49: 58-62 (1979)

85. Gomide, J.A.; Noller, C.H.; Mott, G.O.; Conrad, J.H. and Hill, D.L.: Mineral composition of six tropical grasses as influenced by plant age and nitrogen fertilization. *Agron. J.* 16: 120 (1969)
86. Gomide, J.A.: Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. Simposio Latino-americano sobre pesquisa em nutrição mineral de ruminantes em pastagens. *Belo - Horizonte*: 20 (1976)
87. Gupta, U.C. and Munro, D.C.: Influence of sulfur, molybdenum and phosphorus on chemical composition and yields of Brussels sprouts and of molybdenum on sulfur contents of several plant species grown in the greenhouse. *Soil. Sci.* 107: 114 (1969)
88. Gupta, U.C. and Macleod, L.B.: Effects of sulfur and molybdenum on the molybdenum, copper and sulfur concentrations of forage crops. *Soil. Sci.* 119 (6): 441 (1975)
89. Guyton, A.C.: *Tratado de Fisiología Médica*. 4a. ed. Ed. Interamericana, S.A. México, 1977
90. Haag, J.R.: The physiological effect of the rations restricted principally or solely to the alfalfa plant. 1. the calcium, phosphorus and nitrogen metabolism of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 1: 445 (1929)
91. Haag, H.P.; Base, M.L.V. and Andrade, R.G.: Absorção dos macro-nutrientes pelos capins colonião, gordura, jaraguá, napeir e pangola. *An. Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz"*. Piracicaba, São Paulo 24: 177 (1967)
92. Hanson, C.: *Alfalfa Science and Technology*. American Society of Agronomy, Inc. Publisher, Madison, Wis. U.S.A. In the series *Agronomy*. No. 15 (1972)
93. Harper, H.A.: *Manual de Química Fisiológica*, 4a. ed., Ed. El Manual moderno. México, D.F. 1975

94. Hartey, W.J.; Mullins, J. and Lawson, B.M.: Nutritional Side_rosis in the bovine. N.Z. Vet. J. 7: 99-105 (1959)
95. Hartmans, J.: Tracing and treating mineral disorders in cattle under field conditions. Hockstra, W.G.; Suttie, J.W.; Ganther, M.E. and Mertz, W. (Editors). Trace element metabolism in animals. University Park Press. Baltimore, 1974.
96. Healy, W.B.: Nutritional aspect of soil ingestion by grazing animal. Chemistry and Biochemistry of Herbage, Academic Press, New York, U.S.A.: 567 (1973)
97. Heaney, R.P.; Selville, P.D. and Reaker, R.L.: Calcium absorp_tion as a function of calcium intake. J. Lab. Clin. M. 85 (6): 881-890 (1975)
98. Hemphill, D.D.: Accumulation of toxic heavy metals by plants in Missouri's lead belt. Trace element metabolism in Animals-2. University Park Press, Baltimore: 458 (1974)
99. Henriesson, B.; Jonhsson, G. and Peherson, B.: Serum calcium and magnesium levels during pregnancy and at calving in heifers and young cows and the relationship between these components and the incidence of puerperal paresis in older half - sisters. Zbl. Vet. Med. A. 22: 625-631 (1975)
100. Henry, J.B. Clinical diagnosis and management by laboratory methods. 17 th. ed. Saunders Co. Phyladelphia 1979.
101. Hewett, C.: On the causes and effects of variations in the - blood profile of Swedish dairy cattle. Acta Vet. Scand. 15: 266-272 (1974)
102. Hofer, C.C.; Kraemer, M.L. and Galli, I.O.; Phosphorus supplements in breeding herds. Prod. Anim. 3: 399-404 (1974)
103. Houser, R.H.; Fick, K.R.; McDowell, L.R. and Carvalho, J.H.:

- O cobalt na nutrição dos ruminantes. Simposio Latino-americano sobre pesquisa em nutrição mineral de ruminantes em pastagens. Belo Horizonte: 193 (1976)
104. Huston, J.E. and Rector, B.S.: Changes in phosphorus content of various plants. *J. Anim. Sci.* 34 (1): 265 (1976)
 105. Jacobson, D.R.: Where do we stand on mineral research? *Dep. Anim. Sci.*, paper D-35, 1969
 106. 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 (7): 935-944 (1972)
 107. James, L.F.; Lazar, V.A. and Binns, W.: Effects of sublethal doses of certain minerals in pregnant ewes and fetal development. *Am. J. Vet. Res.* 27: 132-135 (1966)
 108. Jenkins, K.J. and Hidiroglou, M.: A review of selenium/vitamin E responsive problems in livestock: A case for selenium as a feed additive in Canada. *Can. J. Anim. Sci.* 52: 591 (1972) Abstract.
 109. Jorgensen, N.A.: Combating milk fever. *J. Dairy Sci.* 57: 933-944 (1974)
 110. Jung, G.A.: Mineral element composition of forage as related to animal requirements. In: Matches, A.G. (ed). How far with forages for meat and mild production? *Amer. For. Grassl. Coun. Proc. 10th. Res. Ind. Conf. Columbia, Mis., U.S.A.*: 93-103 (1977)
 111. Kamprath, E.J.: Exchangeable aluminium as a criterion for liming leached mineral soils. *Soil Sci. Soc. AM. Proc.* 34: 252 (1970)

112. Kaneko, J.J. and Cornelius, C.E.: Clinical biochemistry - of domestic animals. 2 th. ed. Vol. I, II, Academic Press, New York, U.S.A. 1971
113. Kehoe, J.K. and Curnow, B.: Root growth of subterranean - clover on some acid sandy soils in Victoria. Aust. J. Exp! Agr. and Anim. Husb. 3: II (1963)
114. Kemp, A.: The significance of magnesium in the feed in - causin bovine hypomagnesaemia and hypomagnesaemic tetany. Tijdschr. Diergeneskd: 88: 1154-1172 (1963)
115. Kolb, E.: Microfactores en nutrición animal. Ed. Acribia, Zaragoza España. 1972
116. Koong, L.J.; Wise, M.B. and Barrick, E.R.: Effect of ele - vated dietary levels of iron on the performance and blood constituents of calves. J. Anim. Sci. 31: 422-427 (1970)
117. Kroneman, J.; Mey, G.J.W. and Helder, A.: Hereditary zinc deficiency in Dutch Friesian Cattle. Zbl. Vet. Med. 22: - 201-208 (1975)
118. Krook, L.; Lutwak, L. and Mc Entee, K.: Dietary calcium - ultimo branchial tumors and osteopetrosis in the bull. Am. J. Clin. Nutr. 22: 115-118 (1969)
119. Kuart, C. and Larsson, L.: Studies on ionized calcium in serum and plasma from normal cows its relation to total - serum calcium and the effects of sample storing. Acta Vet. Scand. 19: 487-496 (1978)
120. Kuttler, K.L. and Marble, D.W.: Prevention of white mus - cle disease in lambs by oral and subcutaneous administra - tion of selenium. Am. J. Vet. Res. 21: 437 (1960)

121. Lane, A.G.; Campbell, J.R. and Kranuse J.: Blood mineral composition in ruminants. *J. Anim. Sci.* 27: 766 (1968)
122. Lee, A.J.; Twardoock, A.R.; Bubar, R.H.; Hall, J.E. and Davis, C.L.: Blood metabolic profiles their use and relation to nutritional status of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 61: 1652-1670 (1978)
123. Looney, J.W.; Gille, G.; Preston, R.L.; Graham, E.R. and Pfander, W.H.: Effects of plant species and cobalt intake upon cobalt utilization and ration digestibility by sheep. *J. Anim. Sci.* 42 (3): 693 (1976)
124. Lumsden, J.H.; Mullen, K. and Rawe, R.: Hematology and - biochemistry reference values for female holstein cattle. *Can. J. Comp. Med.* 44: 24-31 (1980)
125. Mahan, D.C.; Jones, J.E. Cline, J.H.; Cross, R.F.; Teague, H.S. and Grifo Jr. A.P.: Efficacy of selenium and vitamin E injections in the prevention of white muscle disease in young swine *J. Anim. Sci.* 36: 1104 (1973)
126. Malan, A.L.; Green, H.H. and Dutoit, P.J.: Studies in mineral metabolism, V. Composition of bovine blood on phosphorus deficient pasture. *J. Agr. Sci.* 18: 376-383 (1928)
127. Manston, R.: The influence of dietary calcium and phosphorus concentration on their absorption in the cow. *J. Agr. Sci.* 68: 263-268 (1967)
128. Marrow, D.A.: Phosphorus deficiency and infertility in - dairy heifers. *J.A.V.M.A.* 154 (7): 761-768 (1969)
129. Mc Collough, M.E.: Alimentación práctica de la vaca lechera 2a. ed., AEDO, Barcelona, España 1977.
130. McDonald, T.E.: Veterinary endocrinology and Reproduction. Lea and Febiger, U.S.A. 1969

131. Mc Dougall, D.B.: Bremner, I. and Dalgarno, A.C.: Effect of dietary iron on the colour and pigment concentration of veal. *J. Sci. Food Agr.* 24: 1255-1263 (1973)
132. Mc Dowell, L.R.: Mineral deficiencies and toxicities and their effect on beef production in developing countries. *Proc. Beef Cattle Production in Developing Countries.* - 216-240. 1976
133. Mc Dowell, L.R. y Conrad, J.H.: La importancia nutricional de los oligoelementos en América Latina. Florida - - Agricultural Station S. Series. 671: 24-32 (1979)
134. Mc Gilliuray, J.J.: Biological availability of phosphorus in feed ingredients. *Proc. Minn. Nutr. Conf.:* 15-21 (1974)
135. McNaught, K.J.: Diagnosis of mineral deficiencies in - - grass Legume pastures by plant analysis. *Proc. XI Int. - - Grassland Congr. Queensland, Australia:* 334 (1970)
136. Meedway, W., Prier, J.E. and Wilkinson, J.S.: *Veterinary Clinical Pathology.* Williams and Nilkis Co., U.S.A. 1969.
137. Mertz, W.: Criteria for adequacy and safety of trace elements in animal nutrition. *J. Anim. Sci.* 44: 469-474 - - (1977)
138. Miller, J.K. and Miller, W.J.: Development of zinc deficiency in holstein calves feed a purified diet. *J. Dairy Sci.* 43: 1854-1856 (1960)
139. Miller, J.K. Miller, W.J. and Cliffton, C.M.: Calf response to starters of varying zinc contents. *J. Dairy Sci.* - 45: 1536-1538 (1962)
140. Miller, W.J.; Cliffton, C.M. and Cameron, N.W.: Zinc requirement of holstein bull calves to nine months of age. *J. Dairy Sci.* 46: 715-719 (1963)

141. Miller, W.J.; Adams, W.E.; Nussbaumer, R.; McCreery, R.A. and Perkins, H.F.: Zinc content of coastal bermudagrass - as influenced by frequency and season of harvest, location and level of N and Lime. *Agron. J.* 56: 198 (1964)
142. Miller, W.J.; Pitts, W.J.; Cliffton, C.M. and Morton, J. D.: Effects of zinc deficiency per se on feed efficiency, serum alkaline phosphatase, zinc in skin, behavior, greying and other measurements in the holstein calf. *J. Dairy Sci.* 48: 1329-1334 (1965a)
143. Miller, W.J.; Morton, J.D.; Pitts, W.J. and Cliffton, C. M.: Effect of zinc deficiency and restricted feeding on wound healing in the bovine, *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 118: 427-430 (1965b)
144. Miller, E.R., Ullrey, D.E., Zutaut, C.L.; Hoefler, J.A. - and Luecke, R.W.: Mineral balance studies with the baby pig, effects of dietary magnesium level upon calcium, - phosphorus and magnesium balance. *J. Nutr.* 86: 209-212 - (1965c)
145. Miller, W.J.: Absorption, tissue distribution, endogenous excretion and homeostatic control of zinc in ruminants. *Am. J. Clin. Nutr.* 22: 1323-1331 (1969)
146. Miller, W.J.: Zinc nutrition of cattle: a review. *J. Dairy Sci.* 53: 1123-1135 (1972)
147. Miller, W.J.: New concepts and developments in metabolism and homeostasis of inorganic elements in Dairy cattle: a review. *J. Dairy Sci.* 58: 1549-1560 (1975)
148. Mills, C.F.; Dalgarno, A.C.; Williams, R.B. and Quarterman, J.: Zinc deficiency and the Zn requirements of calves and lambs. *Br. J. Nutr.* 21: 751-768 (1967)

149. Mills, C.F. Trace-element interactions: Effects of dietary composition on the development of imbalance and toxicity In: Hoekstra, W.G. (Ed.) Trace element metabolism - in animals 2. Proc. Int. Symp. Trace elem. Met. in Anim., Univ. Park. Press, Baltimore; U.S.A.: 80-89 (1974)
150. Mills, C.F.; Dalgarno, A.C. and wenham, G.: Biochemical and pathological changes in tissues of friesland cattle - during the experimental induction of copper deficiency. Br. J. Nutr. 35 (3): 309-331. (1976)
151. Murtuza, M., Padney, M.D. and Rawat, J.S.: Concentration of certain minerals in the serum of haryana cattle under various physiological states. Ind. Vet. J. 56: 95-99 - - (1979)
152. Nascimento, Jr. D.; Silva, J.F.C. and Pinheiro, J.S.: Teores de alguns minerais no capim jaraguá em vários - - idades de corte. Rev. Soc. Brasileira de Zootec. 5(1): - 48 (1976)
153. Neathery, M.W.; Miller, W.J.; Balckmon, D.M. and Gentry, R.P.: Performance and milk zinc from low zinc intake in holstein cows. J. Dairy Sci. 56: 212-217 (1973)
154. Neathery, M.W. and Miller, W.J.: Metabolism and toxicity of cadmium, mercury and lead in animals. A review J. - Dairy Sci. 58 (12): 1767-1781 (1975)
155. Neathery, M.W.: Tolerance levels of essential elements - for livestock and poultry. J. Anim. Sci. 43 (1): 328 - - (1976)
156. Nelson, T.S.; Ferrara, N.W. and Stores, N.L.: Phytate - phosphorus content of feed ingredients derived from plants. Poul. Sci. 47: 1372 (1968)

157. Nicolaysen, R.N.; Eeg-larsen J. and Malm, O.J.: Physiology of calcium metabolism. *Physiol. Rev.* 33: 424-444 - (1953)
158. Nieto, O.R.: Concentración de Ca, P, Mg, K, Cu, Zn, Mn, Fe y análisis químico proximal, para 22 variedades de alfalfa (Medicago sativa). Tesis, ITESM-UQ, México. 1981.
159. N.R.C.: Nutrient requirements of dairy cattle. 5th ed. - National Research Council. Washington, D.C., U.S.A. 1978
160. N.R.C.: Nutrient requirements of beef cattle. 5th ed. National Research council. Washington, D.C., U.S.A. 1976.
161. Nuoranne, P.: On reability of the magnesium serum value as an indicator of body magnesium status. *Nord. Vet. Med.* 30: 71-73 (1978a)
162. Nuoranne, P.: On the effect of body magnesium value on the activity of Basp, Alat. Asat. and LD in pig serum. - *Nord. Vet. Med.* 30: 74-78 (1978b)
163. Olsen, S.R. and Kemper, W.D.: Movement of nutrients to plant roots. *Adv. Agronomy.* 20: 91-151 (1968)
164. Olson, O.E., Palmer, J.S. and Cary, E.: Modification of the official fluorometric method for selenium in plants, *J. of the A.O.A.C.* 58 (1): 117-121 (1975)
165. Oltjen, R.R.: Fats for ruminants utilization and limitations, including value of protected fats. *Proc. Ga. Nutr. Conf.* 31-40 (1975)
166. Omaye, S.T. and Tappel, A.L.: Effect of dietary selenium on glutathione peroxidase in the chick. *J. Nutr.* 104: 747-753 (1974) Abstract.

167. Ortiz, M.L.: Caracterización del estado nutricional de algunos suelos del valle de Querétaro, Tesis ITESM-UQ, - México. 1980
168. Ott, E.A.; Smith, W.H.; Stob, M., Parker, H.E. and Beeson, W.M.: Zinc deficiency syndrome in the young calf. J. Anim. Sci. 24: 735-741 (1965)
169. Ott, E.A.; Smith, W.H.; Harrington, R.B. and Beeson, W.M.: Zinc toxicity in ruminants. II. Effect of high levels of dietary zinc on gains, feed consumption and feed efficiency of beef cattle. J. Anim. Sci. 25: 419-423 (1966)
170. Palmer, L.S. and Eckles, C.H.: Effect of phosphorus deficient rations on blood composition. Proc. Soc. Exptl. Biol. and Med. 24: 307-309. (1927)
171. Palmer, L.S.; Cunningham, W.S. and Eckles, C.H.: Normal variation in the inorganic phosphorus of the blood of dairy cattle. J. Dairy Sci. 13: 174-195. (1930)
172. Paulson, G.D.; Broderick, G.A.; Baumann, C.A. and Pope, A.L.: Effect of feeding sheep selenium fortified trace mineralized salt; Effect of tocopherol. J. Anim. Sci. 27: 195 (1968)
173. Pereira, J.A.A.; Silva, D.J.; Braga, J.M. and Campos, J.: Teores de fósforo, cobre e cobalto de algumas pastagens do município de Teófilo Otoni, Minas Gerais. Experimentiae, Vicosã, Brazil. 12 (6): 155 (1971)
174. Perkin Elmer, Analytical methods for atomic absorption - spectrophotometry. Perkin Elmer. U.S.A.
175. Ponnampuram, F.N.: The chemistry of submerged sea oils. - Adv. Agronomy. 24: 29-35 (1972)

176. Reeve, N.G. and Summer, M.E.: Effects of aluminum toxicity and phosphorus fixation on crop growth on Oxisols in Natal. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 34: 263 (1970)
177. Reid, R.L.; Daniel, K. and Bubar, J.D.: Mineral relationship in sheep and goats maintained on orchardgrass fertilized with different levels of nitrogen or nitrogen with microelements over a five-year period. Int. Grassl. Cong. - Proc. 12th. Grassl. Util. Moscow, USSR.: 565-575 (1974)
178. Reinhart, O.F.: Chemical studies of blood of normal cows. J.A.V.M.A. 94: 33-34 (Jan, 1939)
179. Reisenhauer, H.M.: Cobalt in nitrogen fixation by Legume. Nature, London 186: 375 (1960)
180. Reynolds, E.B.: Methods of supplying phosphorus to range cattle in South Texas. Tex. Agr. Exp. Sta. Bul: 773 (1953)
181. Rickets, R.E.; Campbell, J.R.; Weinman, D.E. and Tumbleson, M.E.: Effect of three calcium: Phosphorus rations - on performance of growing holstein steers. J. Dairy Sci. 53 (7): 898-903 (1970)
182. Ritchie, N.S.: The need for minerals, Dairy farmer supplement, february (1972)
183. Robertson, W.W.: Cobalt deficiency in ruminants. Vet. Rec. 89: 5 (1971)
184. Roe and Kahn: The determination of calcium in blood serum. J. Biol. Chem. 81: 1 (1929)
185. Rook, J.A.F. and Storry, J.E.: Magnesium in the nutrition of farm animals. Nutr. Abstr. Rev. 32 (4): 1055-1058 - - (1962)

186. Rook, J.A.F.: Experimental magnesium deficiency in the - Cow. J. Comp. Pathol. 73: 93-97 (1963)
187. Ross, J.G. and Holliday, S.: Surveys of bovine blood chemistry in Scotland. II. Serum proteins cholesterol, calcium, sodium, potassium and magnesium. Br. Vet. J. 132: 401-404. (1976)
188. Rowlands, G.J.; Little, W.; Mauston, R. and Dow, S.M.: - The effect of season on the composition of the blood of lactating and non lactating cow as revealed, repeated metabolic profile test on 24 dairy herds. J. Agric. Sci. - Camb. 83: 27-35 (1974)
189. Rucker, R.B.; Parker, H.E. and Rogler, J.C.: Utilization of calcium and phosphorus from hydrous and anhydrous dicalcium phosphates J. Nutr. 96: 513-518 (1968)
190. Runnells, R.A.; Monlux, W.S. y Monlux, A.W.: Principios de Patología Veterinaria, 1a. ed. Esp. Ed. C.E.C.S.A., - México, D.F. 1975.
191. Ruppner, R.; Morman, B.B. Adams, C.J.; Addis, D.G.; - Lofgreen, G.P.; Clark, J.G. and Dunbar, J.R.: Metabolic and cellular profile testing in calves under feedlot conditions: Minerals, electrolytes and biochemical components reference values. Am. J. Vet. Res. 39: (5) 841-844 (1978)
192. Schwars, W.A. and Kirchgessner, M.: Experimental zinc deficiency in lactating dairy cows. Vet. Med. Rev. No. 1-2: 19-41 (1975)
193. Schryver, H.F., Hinst, H.F. and Lowe, J.E.: Calcium metabolism, body composition and sweat losses of exercised - horses. Am. J. Vet. Res. 38 (5): 663-664 (1977)

194. Serrão, E.A.S. and Falesi, I.C.: Pastagens do tropico úmido brasileiro. IV simpósio sobre manejo de pastagens. ESALQ. Piracicaba. São Paulo, Brazil. 1977.
195. Smith, A.M.;; Holck, G.L. and Spafford, H.B. Symposium: Reevaluation of nutrients allowances for high-producing - cows. Calcium, phosphorus and vitamin D. J. Dairy Sci. - 49: 239-243 (1966)
196. Stake, P.E.; Miller, W.J. and Gentry, R.P.: Zinc metabolism and homestasis in ruminants as affected by dietary energy intake and growth rate. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 142: 494-496 (1973)
197. Stake, P.E.; Miller, W.J.; Neathery, M.W. and Gentry, R. P: Zinc-65 absorption and tissue distribution in two and six month old holstein calves and lactating cows. J. Dairy Sci. 58: 78-81 (1975)
198. Steel, R.G.D. and Torrie, J.H.: Principles and procedures of statistics. Mc Graw-Hill Inc., New York, U.S.A. 1960
199. Steevens, B.J.; Bush, L.J. and Stont, J.D.: Effects of - varying amounts of calcium and phosphorus in rations for dairy cows. J. Dairy Sci. 54: 655 (1971)
200. Stuart-Young, M.S.; Hawkins, Jr. W.W. and Swingle, K.F.: Nutritional muscular dystrophy in lambs. Effect of administering selenium to pregnant ewes. Am. J. Vet. Res. 22: 419 (1961)
201. Sutmöller, P.; Abreu, A.V.; Grift, J.V.D. and Sombroek, W.G.: Mineral imbalance in cattle in the Amazon Valley. Communication 53 Depto. of Agr. Res. Amsterdam, The Netherlands. 1966.
202. Swenson, M.J. (Editor): Dukes's physiology of domestic - animals. Comstock Publishing Associates. U.S.A. 1970

203. Talmage, R.V. and Grubb, S.A.: The influence of endogenous or exogenous calcitonin on daily urinary calcium excretion. *Endo.* 101 (5): 1351-1357 (1977)
204. Teixeira, T.; Campos, J.; Braga, J.M. and da Silva, D.J.: Deficiência de fósforo, cobre e cobalto em pastagens do - município de Morrinhos, Goiás, *Experientiae*, vicosa 12 - (3): 63 (1971)
205. Theiler, A.; Green, H.H. and Dutoit, P.J.: Minimal mineral requirements in cattle. *J. Agric. Sci.* 17: 291-314 - (1927)
206. Thomas, J.W.: Metabolism of iron and manganese *J. Dairy - Sci.* 53 (8): 1107-1123 (1970)
207. Thompson, D.J. and werner, J.C.: Cálcio, fósforo e fluor na nutrição animal. Simpósio-Latino-americano sobre pesquisa en nutrição mineral de ruminantes em pastagens: 85. (1976)
208. Thompson, J.K.; Mc. Donald, D.C. and Warren, R.W.: Multiple blood analysis of dairy cows as a management aid. Report, by the North of Scotland College of Agriculture. (1978)
209. Thompson, D.J.: Calcium, phosphorus and fluorine in animal nutrition. In: Conrad, J.H. and McDowell, L.R. (Ed.) *Latin Amer. Symp. on Min. Nut. Res with Graz, Rum.* Belo Horizonte Brazil: 47 (1978)
210. Thornton, I.; Kershaw, G.F. and Davies, M.K.: An investigation into copper deficiency in cattle in the southern - Pennines I. Identification of suspect areas using geochemical reconnaissance followed by blood copper surveys, *J. Agric. Sci., Camb.* 78: 157-165 (1972a)

211. Thornton, U.; Kershaw, G.F. and Davies, M.K.: An investigation into copper deficiency in cattle in the southern - Pennines. II. Response to copper supplementation. J. Agric. Sci. 78: 165-171 (1972b).
212. Tietz, N.W.: Fundamentals of clinical chemistry. 1a. ed. Saunders, U.S.A. 1976.
213. Tisdale, S.L. and Nelson, W.I.: Soil and Fertilizer phosphorus. Soil fertility and fertilizers. The Macmillan Co.; New York, U.S.A. 1966.
214. Tonroy, B.; Plumlee, M.P.; Conrad, J.H. and Cline, T.R.; Apparent digestibility of the phosphorus in sorghum grain and soybean meal for growing swine. J. Anim. Sci. 36 (4): 669-673 (1973)
215. Underwood, E.J.: Los minerales en la alimentación del ganado, Acribia, Zaragoza España. 1968
216. Underwood, E.J.: Trace elements in human and animal nutrition 3 th. ed. Academic Press, New York, U.S.A. 1971
217. Underwood, E.J.: Trace elements in human and animal nutrition. 4th. ed. Academic Press, New York, U.S.A. 1977.
218. Viana, J.A.C.: Minerais em nutrição de ruminantes: Magnésio, Simposio Latino-americano sobre pesquisa em nutrição mineral de ruminantes em pastagens. Belo Horizonte, Brazil: 51 (1976)
219. Volkweiss, S.J.: Soil properties that influence mineral - deficiencies or toxicities in plants and animals. In: Conrad, J.H. and McDowell, L.R. (ed.) Latin American symp. - on Min. Nut. Res. with Graz. Animl. Belo Horizonte, Brazil: 17-22 (1978)

220. Walker, G.L.; Kellogg, D.W. and Melton, B.A.: Factors - affecting mineral content of alfalfa hay. *J. Anim. Sci.* 43 (1): 270 (1976)
221. Walsh, L.M. and Beaton, J.D.: Soil testing and plant - analysis (Ed.) *Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Madison, Wis. U.S.A.*: 491 (1973)
222. Werner, J.C.: Uso de micronutrientes em pastagens. Anais do segundo simpósio sobre manejo de pastagem. Piracicaba, Brazil: 87 (1975)
223. West, S.E. Todd, W.R.; Mason, H.S. y Van Bruggen, J.T.: *Bioquímica médica*. 4a. ed. Interamericana, S.A. México, 1976.
224. Wills, M.R.: Intestinal adsorption of calcium. *Lancet I*: 820-822 (1973)
225. Winter, W.H.; Siebert, B.D. and Kuchel, R.E.: Cobalt deficiency of cattle grazing improved pasture in northern Cape York peninsula. *Aust. J. of Exp. Agr. and Anim. - Husb.* 17 (84): 10 (1977)
226. Wise, M.B.; Ordoveza, A.L. and Barrick, E.R.: Influence of variations in dietary calcium-Phosphorus ration performance and blood constituents of calves. *J. Nutr.* 79: 79-83 (1973)
227. Wyne, K.N. and Mc Clymont, C.L.: Copper molybdenum sulphate, in induction of hypocuprosis. *Nature* 175: 471 - (1955)
228. Younger, O.R. and Plucknett, D.L. Quenching the high phosphorus fixation of Hawaiian Latosols. *Soil Sci. Am. Proc.* 30: 653 (1966)

229. Yuan, T.L.; Robertson, W.K. and Neller, J.R.; Forms of -
newly fixed phosphorus in three acid sandy soils. Soil -
Sci. Soc. Am. Proc. 24: 447 (1960)

IX. A P E N D I C E

CUADRO No. 23 ANALISIS DE VARIANZA DE CALCIO, FOSFORO Y pH EN SUELOS SEMBRADOS CON ALFALFA

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	C A L C I O		F O S F O R O		pH	
		SUMA DE CUADRADOS	P > F	SUMA DE CUADRADOS	P > F	SUMA DE CUADRADOS	P > F
RANCHO	4	0.09031	0.0001	0.000052	0.0006	1.2626	NS
TIEMPO	1	0.00307	NS	0.000003	NS	0.3844	NS
R * T	4	0.00066	NS	0.000001	NS	1.4046	NS
ERROR	90	0.15896		0.00022		19.50400	

R = Rancho

T = Tiempo = Estado Vegetativo

NS = No significativo ($P > 0.05$)

CUADRO No. 24 ANALISIS DE VARIANZA DE CALCIO, FOSFORO Y pH EN SUELOS SEMBRADOS CON MAICES

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	C A L C I O		F O S F O R O		pH	
		SUMA DE CUADRADOS	P > F	SUMA DE CUADRADOS	P > F	SUMA DE CUADRADOS	P > F
RANCHO	4	0.00837	0.0038	0.000008	0.0031	3.8674	0.0066
TIEMPO	1	0.00036	NS	0.000001	NS	0.4489	NS
R * T	4	0.09039	NS	0.000000	NS	2.6146	0.0430
ERROR	90	0.04518		0.000043		22.86700	

R = Rancho

T = Tiempo = estado vegetativo

NS = No significativo ($P > 0.05$)

CUADRO No. 25 ANALISIS DE VARIANZA DE CALCIO, FOSFORO, MAGNESIO Y COBRE EN ALFALFAS
 VARIEDAD TANVERDE

FUENTE DE VARIACION.	GRADOS DE LIBERTAD.	C A L C I O		F O S F O R O		M A G N E S I O		C O B R E	
		SUMA DE CUADRADOS.	P > F	SUMA DE CUADRADOS	P > F	SUMA DE CUADRADOS.	P > F	SUMA DE CUADRADOS.	P > F
RANCHO	1	0.1643	0.0238	0.0357	0.0022	0.2804	0.0052	0.0007	NS
TIEMPO	1	0.0521	NS	0.0103	NS	0.1254	0.0558	0.0007	NS
R * T	1	0.0000	NS	0.0000	NS	0.0177	NS	0.0013	0.0377
ERROR	116	3.6344		0.4235		1.4300*		0.0129*	

R = Rancho

T = Tiempo = estado vegetativo

NS = No significativo ($P > 0.05$)

* = Son 44 grados de Libertad.

CUADRO No. 26 ANALISIS DE VARIANZA DE FIERRO, COBALTO, MANGANESO Y ZINC EN ALFALFAS
VARIEDAD TANVERDE

FUENTE DE VARIACION.	GRADOS DE LIBERTAD.	H I E R R O		C O B A L T O		MANGANESO		Z I N C	
		SUMA DE CUADRADOS	P > F	SUMA DE CUADRADOS.	P > F	SUMA DE CUADRADOS	P > F	SUMA DE CUADRADOS.	P > F
RANCHO	1	20.2800	0.0001	0.0000	NS	0.0230	NS	0.0272	NS
TIEMPO	1	1.0226	NS	0.0005	0.0164	0.0440	NS	0.0421	NS
R * T	1	1.9703	NS	0.0001	NS	0.0549	NS	0.0036	NS
ERROR	44	32.2471		0.0033		1.1493		0.9534	

R = Rancho

T = Tiempo = estado vegetativo

NS = No significativo (P > 0.05)

CUADRO No. 27 ANALISIS DE VARIANZA DE PLOMO, CROMO, SELENIO Y PROTEINA CRUDA EN ALFALFAS
VARIEDAD TANVERDE

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD.	P L O M O		C R O M O		S E L E N I O		P R O T E I N A C R U D A	
		SUMA DE CUADRADOS.	P > F	SUMA DE CUADRADOS.	P > F	SUMA DE CUADRADOS.	P > F	SUMA DE CUADRADOS.	P > F
RANCHO	1	0.0003	NS	0.0017	NS	0.0000	0.0386	22.045	0.0022
TIEMPO	1	0.0941	0.0040	0.0006	NS	0.0000	NS	12.038	0.0153
R * T	1	0.0129	NS	0.0002	NS	0.0000	NS	0.000	NS
ERROR	44	0.4494		0.0295		0.0000		22.1199*	

R = Rancho

T = Tiempo = estado vegetativo

NS = No significativo ($P > 0.05$)

* = Son 14 grados de Libertad.

CUADRO No. 28 ANALISIS DE VARIANZA DE GRASA CRUDA, FIBRA CRUDA, CENIZAS Y EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO EN ALFALFAS VARIEDAD TANVERDE.

FUENTE DE VARIACION.	GRADOS DE LIBERTAD.	GRASA CRUDA		FIBRA CRUDA		CENIZAS		EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO	
		SUMA DE CUADRADOS.	P > F	SUMA DE CUADRADOS.	P > F	SUMA DE CUADRADOS.	P > F	SUMA DE CUADRADOS.	P > F
RANCHO	1	23.165	0.0010	1.940	NS	6.020	NS	1.389	NS
TIEMPO	1	3.790	NS	3.511	NS	0.005	NS	11.076	0.0452
R * T	1	13.121	0.0073	1.010	NS	0.205	NS	2.510	NS
ERROR	14	18.7119		51.8889		30.2654		32.0633	

R = Rancho

T = Tiempo = estado vegetativo

NS = No significativo (P > 0.05)

CUADRO No. 29 ANALISIS DE VARIANZA DEL CALCIO, FOSFORO, MAGNESIO Y COBRE EN ALFALFAS VARIEDAD SAN JOAQUIN II.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD.	C A L C I O		F O S F O R O		M A G N E S I O		C O B R E	
		SUMA DE CUADRADOS.	P > F						
RANCHO	2	2.0935	0.0001	0.4133	0.0001	0.3088	0.0023	0.0122	0.0001
TIEMPO	1	0.0240	NS	0.0871	0.0001	0.0000	NS	0.0038	0.0001
R * T	2	0.0041	NS	0.0014	NS	0.3355	0.0014	0.0004	NS
ERROR	174	7.6923		0.7702		1.4776*		0.0108*	

R = Rancho

T = Tiempo = estado vegetativo

NS = No significativo ($P > 0.05$)

* = Son 64 grados de Libertad.

CUADRO NO. 30 ANALISIS DE VARIANZA DE FIERRO, COBALTO, MANGANESO Y ZINC EN ALFALFAS VARIEDAD SAN JOAQUIN II

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	H I E R R O		C O B A L T O		M A N G A N E S O		Z I N C	
		SUMA DE CUADRADOS	P > F						
RANCHO	2	6.4525	0.0001	0.0003	NS	2.0118	0.0001	1.4203	0.0001
TIEMPO	1	2.0043	0.0001	0.0000	NS	0.0062	NS	0.0543	0.0001
R x T	2	4.8919	0.0001	0.0004	0.0286	0.0232	NS	0.0545	0.0003
ERROR	64	6.6833		0.0037		0.2789		0.1914	

R = Rancho
T = Tiempo = Estado Vegetativo
NS = No significativo (P>0.05)

CUADRO No.3) ANALISIS DE VARIANZA DE PLOMO, CROMO, SELENIO Y PROTEINA CRUDA EN ALFALFAS VARIEDAD SAN JOAQUIN 11

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	P L O M O		C R O M O		S E L E N I O		P R O T E I N A CRUDA	
		SUMA DE CUADRADOS	P > F	SUMA DE CUADRADOS	P > F	SUMA DE CUADRADOS	P > F	SUMA DE CUADRADOS	P > F
RANCHO	2	0.2721	0.0001	0.0201	0.0001	0.0000	0.0001	188.786	0.0001
TIEMPO	1	0.0033	NS	0.0038	0.0013	0.0000	NS	32.118	0.0001
R X T	2	0.0436	0.0006	0.0320	0.0001	0.0000	0.0001	0.000	NS
ERROR	64	0.1669		0.0215		0.0000		17.2043*	

R= Rancho

T= Tiempo = Estado vegetativo

NS= No significativo (P>0.05)

*= Son 19 grados de libertad

CUADRO No. 33 ANALISIS DE VARIANZA DE GRASA CRUDA, FIBRA CRUDA, CENIZAS Y EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO EN ALFALFAS VARIEDAD SAN JOAQUIN 11

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	GRASA CRUDA		FIBRA CRUDA		C E N I Z A S		EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO	
		SUMA DE CUADRADOS	P > F	SUMA DE CUADRADOS	P > F	SUMA DE CUADRADOS	P > F	SUMA DE CUADRADOS	P > F
RANCHO	2	33.440	0.0006	45.340	0.0001	6.315	NS	125.112	0.0005
TIEMPO	1	1.880	NS	53.826	0.0001	3.108	NS	208.718	0.0001
R x T	2	0.000	NS	8.370	0.0222	2.169	NS	0.000	NS
ERROR	19	28.6829		16.9680		35.6887		103.0279	

R = Rancho
T = Tiempo = estado vegetativo
NS = No significativo ($P > 0.05$)

CUADRO No. 33 ANALISIS DE VARIANZA DE CALCIO, FOSFORO, MAGNESIO Y COBRE EN ALFALFAS

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD.	C A L C I O		F O S F O R O		M A G N E S I O		C O B R E	
		SUMA DE CUADRADOS.	P > F	SUMA DE CUADRADOS.	P > F	SUMA DE CUADRADOS.	P > F	SUMA DE CUADRADOS	P > F
RANCHO	4	2.7706	0,0001	0,4670	0,0001	0,5908	0,0005	0,0164	0,0001
TIEMPO	1	0,0006	NS	0,0857	0,0001	0,0498	NS	0,0043	0,0001
R * T	4	0,0797	NS	0,0131	NS	0,4288	0,0047	0,0020	NS
ERROR	290	11,3267		1,1937		2,9075*		0,0237*	

R = Rancho

T = Tiempo = estado vegetativo

NS = No significativo ($P > 0.05$)

* = Son 108 grados de libertad.

CUADRO No. 34 ANALISIS DE VARIANZA DE FIERRO, COBALTO, MANGANESO Y ZINC EN ALFALFAS

FUENTE DE VARIACION.	GRADOS DE LIBERTAD.	H I E R R O		C O B A L T O		M A N G A N E S O		Z I N C	
		SUMA DE CUADRADOS.	P > F						
RANCHO	4	27.1425	0.0001	0.0004	NS	2.0349	0.0001	1.4498	0.0001
TIEMPO	1	3.0258	0.0046	0.0003	0.0507	0.0378	NS	0.0023	NS
R * T	4	6.8633	0.0014	0.0008	0.0226	0.0905	NS	0.1522	0.0087
ERROR	108	38.9395		0.0070		1.4282		1.1448	

R = Rancho

T = Tiempo = estado vegetativo

NS = No significativo ($P > 0.05$)

CUADRO No. 35 ANALISIS DE VARIANZA DE PLOMO, CROMO, SELENIO Y PROTEINA CRUDA EN ALFALFAS

FUENTE DE VARIACION.	GRADOS DE LIBERTAD.	P L O M O		C R O M O		S E L E N I O		PROTEINA CRUDA	
		SUMA DE CUADRADOS.	P > F						
RANCHO	4	0.3063	0.0001	0.0226	0.0001	0.0000	0.0001	234.859	0.0001
TIEMPO	1	0.0233	0.0456	0.0039	0.0049	0.0000	NS	44.370	0.0001
R * T	4	0.1305	0.0003	0.0327	0.0001	0.0000	0.0201	0.000	NS
ERROR	108	0.6162		0.0511		0.0000		39.324*	

R = Rancho

T = Tiempo = estado vegetativo

NS = No significativo ($P > 0.05$)

* = Son 33 grados de libertad.

CUADRO No. 36 ANALISIS DE VARIANZA DE GRASA CRUDA, FIBRA CRUDA, CENIZAS Y EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO EN ALFALFAS

FUENTE DE VARIACION.	GRADOS DE LIBERTAD.	GRASA CRUDA		FIBRA CRUDA		C E N I Z A S		EXTRACTO LIBRE DE NI	
		SUMA DE CUADRADOS.	P > F	SUMA DE CUADRADOS.	P > F	SUMA DE CUADRADOS.	P > F	SUMA DE CUADRADOS.	TROGE NO. P > F
RANCHO	4	82.901	0.0001	57.915	0.0004	13.305	NS	134.506	0.0001
TIEMPO	1	0.100	NS	27.172	0.0001	1.872	NS	174.760	0.0001
R * T	4	18.029	0.0272	19.544	NS	3.614	NS	44.572	0.0461
ERROR	33	47.395		68.857		65.954		135.091	

R = Rancho

T = Tiempo = estado vegetativo

NS = No significativo ($P > 0.05$)

CUADRO No. 37 ANALISIS DE VARIANZA DE CALCIO, FOSFORO, MAGNESIO Y COBRE EN MAICES

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	CALCIO		FOSFORO		MAGNESIO		COBRE	
		SUMA DE CUADRADOS	P > F	SUMA DE CUADRADOS	P > F	SUMA DE CUADRADOS	P > F	SUMA DE CUADRADOS	P > F
RANCHO	4	0.6153	0.0001	0.1250	0.0001	0.1263	0.0001	0.0200	0.0007
TIEMPO	1	0.1168	0.0072	0.0306	0.0022	0.0183	0.0360	0.0058	0.0150
R x T	4	0.0310	NS	0.0044	NS	0.0054	NS	0.0088	NS
ERROR	290	4.6217		0.9280		0.3623 [*]		0.0854 [†]	

R = Rancho

T = Tiempo = estado vegetativo

NS = No significativo (P > 0.05)

* = Son 90 grados de libertad

CUADRO No. 38 ANALISIS DE VARIANZA DE FIERRO, COBALTO, MANGANESO Y CINCO MAICES.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	H I E R R O		C O B A L T O		M A N G A N E S O		C I N C O	
		SUMA DE CUADRADOS	P > F						
RANCHO	4	3.6450	0.0001	0.0013	0.0061	0.9171	0.0001	1.1047	0.0001
TIEMPO	1	0.6257	0.0002	0.0003	N S	0.0105	N S	0.0056	N S
R x T	4	0.2934	N S	0.0004	N S	0.0695	N S	0.1607	0.0107
ERROR	90	3.7903		0.0077		0.8239		1.0364	

R= Rancho

T= Tiempo = Estado vegetativo

NS= No significativo (P > 0.05)

CUADRO No. 39

ANALISIS DE VARIANZA DE PLOMO, CROMO Y PROTEINA CRUDA EN MAICES.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	P L O M O		C R O M O		PROTEINA	CRUDA
		SUMA DE CUADRADOS	P > F	SUMA DE CUADRADOS	P > F	SUMA DE CUADRADOS	P > F
RANCHO	4	0.0938	0.0001	0.0033	N S	39.070	0.0002
TIEMPO	1	0.0605	0.0001	0.0088	0.0002	7.968	0.0053
R * T	4	0.0940	0.001	0.0036	N S	4.590	N S
ERROR	90	0.2412		0.0540		8.264*	

R= Rancho

T= Tiempo=Estado vegetativo

NS= No significativo (P > 0.05)

*= Son 12 grados de libertad.

CUADRO No. 40 ANALISIS DE VARIANZA DE GRASA CRUDA, FIBRA CRUDA, CENIZAS Y EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO EN MAICES

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	GRASA CRUDA		FIBRA CRUDA		C E N I Z A S		EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO	
		SUMA DE CUADRADOS	P>F	SUMA DE CUADRADOS	P>F	SUMA DE CUADRADOS	P>F	SUMA DE CUADRADOS	P>F
RANCHO	4	7,273	0,0022	42,330	0,0001	12,493	0,0088	39,482	0,0305
TIEMPO	1	1,938	0,0127	6,276	0,0063	0,034	NS	42,701	0,0015
RxT	4	1,681	NS	2,679	NS	0,735	NS	17,529	NS
ERROR	12	2,716		6,885		6,691		30,664	

R= Rancho

T= Tiempo=estado vegetativo

NS= No significativo (P>0,05)

CUADRO No. 7 ANALISIS DE VARIANZA DE CALCIO Y FOSFORO EN ANIMALES

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	C A L C I O		F O S F O R O	
		SUMA DE CUADRADOS	P > F	SUMA DE CUADRADOS	P > F
RANCHO	4	0.12232	0.0001	0.18098	0.0001
PRODUCCION	3	0.05736	0.0001	0.12178	0.0001
R * P	12	0.04470	0.0001	0.06830	0.0001
ERROR	863	0.65095		0.64724	

R = Rancho

P = Producción