

42
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACION DEL ESTADO NUTRICIONAL DEL ZINC, COBRE,
HIERRO, MANGANESO Y SELENIO EN BOVINOS SEMI-
ESTABULADOS DEL TROPICO MEXICANO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A
LIDIA ROSAURA SANTOYO CASTRO

L



CD. UNIVERSITARIA, D. F.

269688

1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

A mis papás:

Francisco Santoyo Santoyo y
Arcenia R. Castro Meráz.

Por su apoyo cariño y motivación que siempre
me han brindado y por darme la oportunidad de
una formación académica y papá por enseñarme la
lucha por la vida y que los anhelos se conviertan siempre
en logros.

A mis hermanos:

Lourdes, Francisco, Patricia; Oscar; Arcenia; Elsa;
Alejandro y Jorge
Por la amistad y paciencia que he recibido de ustedes,
a pesar de ser tan distintos cada uno.

A Rafael:

Por todo el cariño, apoyo y Amor que
siempre me has brindado para la
realización de este gran anhelo, que es
una meta más para la vida de ambos.

Por ello se los brindo con mi más grande amor.

AGRADECIMIENTOS:

Al laboratorio de Toxicología del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de México, en especial a mi Asesor Dr. Rene Rosiles M. por su paciencia y apoyo para la elaboración de este gran trabajo.

Al personal del Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical (CIEEGT) y al Dr. Héctor Basurto Camberos, por su gran ayuda.

Un agradecimiento muy especial a mi padrino de generación MVZ. J. Manuel Berruecos, ya que sin su orientación y ayuda desinteresada no hubiera sido posible la realización y por ser un gran amigo.

A todos los integrantes de mi jurado, sus observaciones enriquecieron esta investigación.

Por todo ¡MUCHAS GRACIAS!

CONTENIDO:

	<u>Página</u>
INTRODUCCION	1
HIPOTESIS	7
OBJETIVOS	7
MATERIAL Y METODOS	9
RESULTADOS	11
DISCUSION	14
LITERATURA CITADA	18
CUADROS	20

CUADROS

Nº	TITULO	PAG.
1	Concentración de minerales en sangre y suero de vacas del trópico mexicano	20
2	Promedio de minerales sanguíneos y séricos por edad en las vacas del trópico mexicano	21
3	Indíces de correlación del contenido de minerales sanguíneos (S) y séricos (Su) en vacas del trópico	22
4	Indíces de correlación de minerales sanguíneos (S) y séricos (Su) en vaquillas del trópico	23
5	Indíces de correlación del contenido de minerales sanguíneos (S) y séricos (Su) en vacas del trópico a 2do. Parto	24
6	Indíces de correlación de minerales sanguíneos (S) y séricos (Su) en vacas del trópico al 3er Parto	25
7	Promedio de suelo y pasto de los potreros del Rancho El Clarín, Martínez de la Torre, Veracruz.	26
8	Promedio y Desviación estándar de los minerales en suelo y pasto de los potreros	27
9	Indíces de correlación del contenido de minerales en pasto y suelo de praderas del trópico mexicano	28
10	Variabes dependientes de minerales en suelo y pasto de trópico mexicano	29
11	Comparación del contenido de minerales en praderas del trópico mexicano	30
12	Indíces de correlación del contenido de minerales en pasto estrella Santo Domingo de praderas del trópico mexicano	31

13	Indice de correlación del contenido de minerales en pasto grama nativa de praderas del trópico mexicano	32
14	Indice de correlación del contenido de minerales en pasto elefante de praderas del trópico mexicano	33

Resumen.

El presente trabajo se desarrolló con el fin de conocer la interrelación de Cu, Zn, Mn, Se, y Fe entre suelo, pasto y animal. Este se desarrolló en un rancho del trópico mexicano con sistema de pastoreo rotativo. El número de muestras colectadas fueron: suelo 25, pasto 26 y sangre 66, para la identificación de esta interrelación se digirieron con ácidos inorgánicos para la liberación de la materia orgánica y la porción mineral se suspendió en solución ácida. La cuantificación de los elementos se llevo a acabo por espectometría de absorción atómica con flama y/o con generación de hidruros según el elemento. Con respecto al contenido de minerales sanguíneos se observó que el Cu tiene una tendencia a disminuir con la edad. En el caso del Zn se mantiene relativamente constante. El comportamiento del Se es variable pero se observa un incremento en el 1o. y 3er parto; en cambio la concentración de Fe cuando son vaquillas es alto pero baja en el 1° y 2° para recuperarse en el 3er. parto las variaciones en el contenido de minerales en el suero presentan una caída al comparar las vaquillas con las vacas del 1° parto, para luego recuperarse conforme avanza el número de este.

La interpretación de resultados nos indica que: el hierro y el selenio están en concentraciones similares en suelo y pasto, y el Mn está dos veces más alto en el suelo que en el pasto; el Cu y el Zn están en concentraciones ligeramente más altas en el suelo. También se observó que las concentraciones de Cu, Fe y Zn del pasto no satisfacen las necesidades alimenticias del ganado, pero el Se y Mn si se satisfacen. Estos hallazgos nos indican que el ganado en pastoreo con pasto elefante, estrella santo domingo y gramas nativas debe ser suplementado con Cu, Fe y Zn para poder equilibrar las necesidades de elementos minerales del ganado.

INTRODUCCIÓN

La desnutrición es comúnmente aceptada como una de las limitaciones más importantes para la producción del ganado en los países tropicales. Los desbalances de minerales (deficiencias o excesos) en suelos o forrajes han sido considerados como responsables de la baja producción y problemas reproductivos de los rumiantes en pastoreo en los trópicos. (1,2,3)

Los minerales son nutrientes esenciales para todos los animales e influyen en la eficiencia de la reproducción del ganado. (2,4) En realidad, el peso corporal de los animales contiene cinco por ciento de minerales, y se han identificado, como mínimo, 15 minerales como esenciales para los rumiantes. Los minerales se subdividen en dos clases, de acuerdo a su distribución en el organismo.

Los minerales que se encuentran en mayor proporción dentro del cuerpo se les denomina macrominerales y a los que se encuentran en pequeñas proporciones, microminerales. De ellos, hay siete macrominerales: calcio (Ca), fósforo (P), potasio (K), sodio (Na), cloro (Cl), magnesio (Mg), y azufre (S); y ocho microminerales: cobalto (Co), cobre (Cu), yodo (I), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), selenio (Se) y zinc (Zn). (1,3,5,6)

Los forrajes de los suelos tropicales son altamente deficientes en algunos macrominerales y microminerales esenciales para el ganado; por eso, es necesario proveer estos elementos como suplementos minerales dietéticos con el objeto de promover una producción del ganado eficiente y rentable en las regiones decon suelos deficientes. (1,4,8)

Las deficiencias y excesos de elementos minerales provocan enfermedades manifiestas y reducen la productividad del ganado. En algunos casos, la existencia de tales problemas son el reflejo de anomalías en la composición mineral de los vegetales y por lo tanto de los suelos en que crecen. La inadecuada aportación de elementos en la dieta puede provocar la aparición de signos característicos de enfermedad; además existen factores que determinan su aprovechamiento dentro del organismo, como son: la interrelación entre los minerales y su relación con fracciones orgánicas. Para diagnosticar y determinar ciertas deficiencias poco aparentes, se requieren pruebas específicas de laboratorio. La precisión de los análisis es relevante debido a que ciertos minerales son requeridos únicamente en trazas para intervenir como constituyentes o activadores de enzimas (1,2,4,9,10)

El objetivo de este trabajo es evaluar la información de nutrición mineral del ganado del trópico mexicano para recomendar la mejor forma de suplementar estos minerales a los rumiantes en pastoreo.

Las concentraciones de minerales en forrajes dependen de la interacción de varios factores, entre los cuáles se incluyen en el suelo, la especie de la planta, el riego y la humedad, el estado de madurez, el rendimiento, el manejo de la pradera y el clima (2,11). Se han observado grandes variaciones en el contenido de los minerales en las plantas aunque

crezcan en un mismo suelo; Es generalmente aceptado que los pastos y las leguminosas son más ricos en varios minerales que las gramíneas; que el contenido mineral disminuye con la madurez de la planta debido a un proceso natural de dilución. El traslado de nutrientes a la raíz, en la mayoría de las circunstancias, el P, K, Mg, Na, Cl, Cu, Co, Fe, Se, Zn, y Mo, disminuyen con la madurez de la planta. (1,9,12,13)

El clima, el manejo del potrero y el rendimiento afecta la composición mineral de la planta cuando se incrementan los rendimientos, se extraen más rápido los minerales del suelo, conforme que las granjas más progresistas son más propensas a las deficiencias de minerales, en especial si no tener el cuidado de añadirlos de vez en cuando u en forma técnica. Por ejemplo, El exceso de cal aplicada al suelo, para modificar la acidez del mismo puede acentuar la toxicidad de Se y Mo en el ganado debido al incremento de estos elementos en la planta, y al mismo tiempo, se pueden generar deficiencias de Co y Mn, debido a la disminución de la absorción de estos minerales por las plantas. (1,3,5,12)

Es difícil definir los requerimientos específicos de minerales en los animales ya que dependen de su forma química y de las interrelaciones que existe entre ellos, esta forma hace variar en la cantidad de minerales dietéticos administrada y en su disponibilidad biológica. (2,10)

Las diferencias en el metabolismo animal de los minerales pueden ser atribuidas a la raza y al tipo de adaptación la misma. La variación entre las razas de rumiantes puede modificar eficiencia de absorción mineral observado en la dieta es de 5 a 35% para Mg, 40 -80% para P y 2-10% para Cu. Normalmente el ganado vacuno introducido en una área muestran signos de deficiencias mientras que las razas nativas de crecimiento lento y madurez tardía no los exhiben del mismo grado. (1,5,8,12,14) Esta situación puede deberse a un bajo aporte de los pastos y unos requerimientos mayores en las razas especializadas con taza productivas mayores. Es esencial que los rumiantes ingieran cantidades adecuadas de forrajes para cubrir sus requerimientos minerales. Los factores que reducen la ingesta de forrajes, son el bajo nivel de proteína (<7.0%) o el alto nivel de lignina, esto repercute directamente al reducir el consumo total de minerales (2,3,10) Puesto que los forrajes tropicales contienen menos minerales durante la época seca, el ganado pastando sufre deficiencias en dicha época. Numerosos estudios en Kenia, Brasil y Sudáfrica, muestran que las deficiencias de minerales son más frecuentes en la época lluviosa, tal vez por un efecto de dilución, tanto por el agua como por la cantidad de forrajes; el ganado en pastoreo es por lo tanto más propenso a tener deficiencias de P o Co, también ocurre que durante la época húmeda cuando las fuentes de proteína y energía son suficientes, el ganado gana peso rápidamente, y los requerimientos minerales aumentan. Durante la época seca, cuando las proteínas no son suficientes, los animales pierden peso y disminuyen dichos requerimientos (1,3,4,10,14)

El Fe juega un papel vital en el metabolismo animal principalmente relacionado en el proceso de respiración celular, como un componente de la hemoglobina, la mioglobina, y el citocromo, de ciertas enzimas (1,2) Los requerimientos del Fe en el alimentos de los rumiantes no están bien establecidos, sin embargo, es conocido que los animales jóvenes los tienen más altos que los adultos. Para los rumiantes adultos están estimados en un rango

de 20 a 50 ppm, mientras que los requerimientos para los terneros son de 100 ppm. Los terneros alimentados exclusivamente con leche completa (la leche tiene bajos niveles de Fe) mostrarán deficiencias de hierro y anemia en un intervalo de dos a tres meses. (3,5,6,18,16) Las deficiencias de Fe raramente ocurren en el ganado adulto, a menos en casos de pérdidas de sangre considerables debida a parásitos o enfermedades. Los signos de una falta de Fe, en adición a la anemia y los cambios relativos en la sangre, incluyen la baja ganancia de peso, el abatimiento, la incapacidad de aguantar esfuerzo circulatorio, la respiración difícil después de un ejercicio moderado, la pérdida de apetito y la disminución de la resistencia a infecciones. (2,4,7,12) El Fe por la hemoglobina y el porciento de saturación de transferrin. El porciento de saturación de transferrin es más sensible para una detección temprana de la deficiencia de Fe. (5, 7, 12)

El Mn es necesario en el cuerpo para una estructura ósea normal, para la reproducción y para el funcionamiento normal del sistema nervioso central. (2,10) El Mn es un metal "cofactor" para muchas enzimas envueltas en el metabolismo de carbohidratos y en la síntesis de mucopolisacaridos. (4,8,10)

Los requerimientos mínimos de Mn en la dieta de rumiantes son de 20 - 40 ppm. Los requerimientos de Mn son substancialmente más bajos para el crecimiento que para un comportamiento reproductivo óptimo se incrementan cuando se tienen altos consumos de Ca y P (2,15)

Los signos clínicos generales de la deficiencia de Mn son: el fallo reproductivo degenerativo en ambos sexos, la malformación de huesos la ataxia, la despigmentación, la deterioración del sistema nervioso central, el crecimiento lento y las anomalías del esqueleto. Aunque es raramente reportada en regiones tropicales, los signos clínicos que sugieren deficiencias de Mn han sido observadas en Costa Rica y Brasil. (3,10)

La deficiencia de Mn se identifica por la concentración en el hígado. Siendo la suplementación con Fe y Mn en menor importancia en el caso de otros minerales trazas. La mayoría de los suelos tropicales son ácidos, produciendo forrajes con niveles generalmente por encima de los requerimientos. La suplementación con Fe se justifica para animales en pastoreo cuando los forrajes contengan menos de 100 ppm de Fe y/o si insectos o parásitos les causan pérdidas considerables de sangre.

El Mn como sulfato, carbonato, óxido o cloruro ser fuente de suplemento efectivo de Mn para rumiantes (1,4,5,10,12.)

El Mn junto con el Fe están entre los menos tóxicos de los elementos trazas esenciales: tanto para el Fe como para el Mn los niveles tolerables máximos son de aproximadamente 1000 ppm. La toxicidad del Fe se caracteriza diariamente por un consumo reducido de alimento, baja en la ganancia diaria de peso, diarrea, hipotermia y acidosis metabólica. Los primeros efectos observados de un exceso de Mn en la dieta son una reducción de la hemoglobina así como, reducción en el consumo de alimento y crecimiento lento. (5,7)

El Selenio se ha considerado un elemento esencial desde que fue demostrado que era el componente efectivo del "factor 3". (9) El duodeno es el sitio principal de absorción de Se y no existe absorción por el rumen o el abomaso. Una vez absorbido, el Se es transportado principalmente por el plasma donde ocurre una transformación química previa a que sea ligado por las proteínas del plasma para su transporte. El Se para su transporte es parte de la porción proteica de muchos tejidos animales. (4,5,8,15) Un consumo dietético de 0.1 a 0.3ppm de Se provee un adecuado margen de seguridad en contra de las variaciones en la dieta, comunes en ganado ovino y vacuno en pastoreo. (2, 10, 15)

El Se es relativamente inestable, así que pueden ocurrir pérdidas durante el secado y el almacenamiento de los alimentos.

Es conocido que consumos altos de sulfato reducen la disponibilidad del Se para los animales, de tal manera que los requerimientos de Se serán mayores cuando esto ocurra (1,10,12)

Existe una interrelación nutricional compleja entre el Se y la vitamina E, de tal manera que cualquiera de ellos puede reponer o alterar el requerimiento del otro, pero no llega a reemplazarlo completamente. (3,10)

Los signos de una deficiencia marcada de Se en la dieta en rumiantes incluyen la reducción del crecimiento y la distrofia muscular de carácter nutricional, frecuentemente referida como la enfermedad del "músculo blanco"; la distrofia muscular nutricional es una enfermedad acompañada con la degeneración del músculo estriado que ocurre sin el involucramiento nervioso. (2,5,17,18)

Altas incidencias de retención placentaria en ganado vacuno se han reducido por la administración de valores adecuados de Se en la dieta, como se ha sido demostrando por investigaciones en los Estados Unidos, Escocia y Brasil. (9,18)

La toxicidad de Se puede modificar por niveles dietéticos de As, Ag, Hg, Cu, y Cd. El As se ha usado para aliviar exitosamente algunos niveles tóxicos de Se en bovinos. (2,4,10,15)

Tres posibilidades de prevenir o reducir la toxicidad de Se incluyen: 1) tratamiento al suelo para reducir la absorción por las plantas; 2) tratamiento al animal para reducir la absorción o incrementar la excreción (As); y 3) modificar la dieta del animal por dilución o rotando los animales a pastorear en áreas no seleníferas. (17,18)

La intoxicación con Se presenta diferentes niveles, el envenenamiento crónico se caracteriza por somnolencia, enflaquecimiento, pelo áspero, pérdida de pelo, rigidez y cojera debida a la erosión en la unión de los huesos largos con los del tarso o del carpo, atrofia del corazón y cirrosis hepática (2,5,7,8)

Se estima que el contenido total del Cu en un animal rumiante adulto es de 50 a 120Kg. peso corporal, siendo un consumo óptimo en la dieta de 10 ppm. las dos terceras partes del

contenido total de Cu se concentran principalmente en hígado cerebro y pelo; en otros tejidos la concentración es mínima. El rango normal de Cu sanguíneo se estima entre 0.6 - 1.5 ug/ml. La deficiencia de Cu dietético se refleja en valores bajos sanguíneos de 0.5 ug/ml.(15)

Se han realizado estudios en otras especies sobre el contenido de Cu en plasma, suero y sangre, determinando que la concentración de Cu es similar en los tres. El Cu se va acumulando en el hígado de los bovinos desde la etapa fetal hasta la edad adulta. (4,10,12,15)

El Cu se encuentra en una serie de metaloenzimas importantes, que incluyen a la citocromo oxidasa C, componente terminal del transporte de electrones; a la enzima superóxido O₂ en peróxido de hidrógeno y oxígeno molecular, en radicales reducidos y a la lisil-oxidasa, en alfa L-lisina, la cual es necesaria para el establecimiento de enlaces cruzados.

También es esencial para la actividad de la ferroxidasa, la cuál participa en la conversión de hierro ²(ferroso) forma que se absorbe al estado Fe +3 (férrico), y de esta forma se puede unir a la proteína plasmática transferrina. (4,7,12,15,10) El Cu participa en la coloración del pelo, en la formación normal del hueso, niveles mínimos se absorben por transporte activo y concentraciones elevadas por difusión simple; al absorberse el Cu a través del tracto gastrointestinal, se une a la albumina, haciendo que parte del Cu absorbido sea disponible para muchos tejidos, sin embargo la mayor parte se concentra dentro de los hepatocitos para la formación de enzimas (monoaminoxidasa, citocromo oxidasa, tirosina y ferroxidasa) y del líquido biliar. (3,7,10)

Después del Ca y Mg, el Zn es el mineral que se encuentra en mayor concentración dentro de la célula. En el hueso, la concentración de Zn es similar a la del Ca, pero, a diferencia de éste, al existir una deficiencia severa de Zn corporal, el Zn no es removido del hueso para regular la deficiencia. También se encuentra en el músculo, tejidos tegumentarios (piel, pelo, lana, uñas) y órganos reproductores se consideran como fuentes elevadas en Zn, debido a las diversas funciones que éste desempeña en ellos. El rango normal de Zn en el plasma y/o suero es de 0.5 a 1.5 ug/ml. En la sangre con una concentración es diez veces mayor que en el plasma/ suero. (2,4,5,14,16)

El Zn es esencial para el funcionamiento de más de 90 enzimas. (16) En la dieta se estima un consumo de 30 ppm. Se involucra en el metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas, así como también en el metabolismo de ácidos nucleicos. Se encuentra como componente estructural de algunas enzimas, que incluyen a la carboxipeptidasa A, fosfatasa alcalina, alcohol deshidrogenasa, anhidrasa carbónica y superóxido dismutasa. (2,10)

Actúa en la estabilidad estructural del DNA, RNA y ribosomas. El Zn se liga a grupos sulfhidrilos formando mercáptidos, compuestos que funcionan como estabilizadores de la membrana.(10,16) Concentraciones elevadas de Zn se encuentran principalmente en salvados, levaduras y leguminosas. En forrajes, la concentración promedio de Zn es de 17-28 mg/Kg, de materia seca. (16)

Para conocer las necesidades de Zn se toma en cuenta de acuerdo al potencial de crecimiento del animal, así como el crecimiento y desarrollo testicular. Los requerimientos mínimos sugeridos son de 20mg/kg de alimento pero se recomiendan 33mg/Kg de alimento seco para un adecuado desarrollo testicular. (1,2,16) En la etapa de gestación y lactancia los requerimientos no se han establecido adecuadamente, sin embargo, en la etapa de lactancia las hembras son susceptibles a presentar deficiencias. Dietas con concentraciones de Ca y P mayores a las requeridas afectan la utilización de Zn en la dieta. (2, 10)

El Zn dentro del organismo se une a la albúmina, que le transporta al hígado; dentro de los hepatocitos. El Zn está involucrado en varios procesos metabólicos. Aproximadamente el 50% del Zn se asocia con la proteína metalotioneína. Esta proteína actúa como fijadora del Zn y del Cu en el citosol de la célula. La regulación de la producción de la metalotioneína en el hígado se debe a la concentración de Zn y al estímulo de ciertas hormonas (glucocorticoides y glucagon) (2,4,10,14)

La deficiencia de Zn en el organismo ocasiona retraso e inhibición en el crecimiento, atraso en la madurez sexual, presencia de anorexia, alteraciones en el sistema inmunológico, caída del pelo y anomalías en los huesos. Deficiencias severas durante la etapa de gestación, ocasiona malformaciones congénitas, problemas de distocia e incluso la muerte del animal. (2,1,5,7)

Por todo lo anterior, se vuelve indispensable en la cría zootécnica y en la clínica el conocimiento de los niveles medios de estos minerales en los animales. Esto se vuelve crítico en aquellos que se mantienen en pastoreo pues la fuente principal de ellos estará en el pasto que consumen y este a su vez, de las concentraciones que existan en el suelo y de ser posible captación para el forraje, así pues, estudios sobre las concentraciones de macro y microminerales en el ganado deberán estar acompañados de estudios en el suelo y en el forraje que consumen a fin de detectar el sitio donde pueda ocurrir el exceso o deficiencia y tener las medidas correctivas apropiadas.

Esta serie de antecedentes pone de manifiesto la importancia de la adecuada aportación de los minerales a través del alimento. La constatación del llenado de la demanda nutricional de estos elementos denotará la productividad de los animales y la utilidad del presente estudio.

HIPOTESIS

Existen variaciones en la concentración de minerales en relación suelo, planta y sangre de bovino del Trópico mexicano.

OBJETIVO

Evaluar la interrelación del contenido de Cu, Zn, Mn, Se, y Fe en suelo, alimento y sangre de bovinos Semi-estabulados del Trópico Mexicano.

MATERIAL Y METODOS

El Centro de Investigación Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical, se encuentra situado a 8 Km al sureste de Martínez de la Torre, Veracruz, este municipio se localiza al este de la República Mexicana a 20° 27' 28" latitud norte y 90° 04' 30" longitud oeste; en la zona centro norte del estado de Veracruz.

Esta limitado al sureste por el Municipio de Nautla y Misantla, al sur por el Municipio de Atzacan, al sureste por el Municipio de Tlapacoyan, al noreste por el Municipio de Papantla y al norte por el Municipio de Tecolutla.

El Municipio tiene una superficie aproximada de 746 Km y su altitud es de 151 m.s.n.m. Cuenta con un clima tropical ya que su temperatura media anual es de 24.1 °C. La precipitación anual es de 1505.3 mm, siendo la máxima de 2136mm, y la mínima de 1199 mm. De acuerdo a su conformación topográfica se puede apreciar que en la mayor parte de su extensión, los terrenos son planos y con ligeros declives y prominencias, aunque existen áreas sumamente bajas cercanas a la costa, esteros, ríos y algunos lugares lomosos con terrenos pedregosos. (6,13)

Desde el punto de vista hidrográfico se encuentra surcado por una gran cantidad de arroyos que bajan de la zona montañosa de los municipios antes mencionados y que en su mayor parte afluyen al Río Bobos o Nautla, que a su vez desemboca al Golfo de México y que ocasionalmente durante los meses de septiembre y octubre, salen de sus causas provocando inundaciones en las zonas bajas.

El C.I.E.E.G.T. tiene una superficie total de 199-78-60 dividida en potreros de diferentes tamaños donde se realiza el potrero rotacional . Los pastos son:

Especies:

a)Zacates

- Estrella Santo Domino (*Cynodon nlemfuensis*)
Bermuda cruz 1 (*Cynodon dactylon x C. nlemfuensis*)
 Brachiaria humidicola
 B. decumbens.

b)Leguminosas

- Glycine wightii* var. *Cooper*
 Cajanus cajan, *Stylosanthes scabra* Var. *Seca*
 Desmodium gyroides.

Los animales se alimentan por medio de pastoreo de tipo rotativo considerando la calidad del pasto y como complemento dietético se les proporciona concentrado y melaza, aunque esto es únicamente a los recién destetados (1,6,13)

Se tomaron 118 muestras en total, siendo 26 de pastos, 25 de suelo y 66 de sangre, estas últimas se tomaron de vaquillas o vacas en producción, F1 (Cebú x Holstein) mantenidas en los potreros y rotándose cada día, la mitad de las muestras de sangre (33) fueron con la adición de coagulante y las restantes sin el , a fin de separar el suero

Las muestras de pastos y suelos se tomaron de acuerdo al siguiente programa:

No. Potrero	Especie de pasto	Categoría
13	Estrella Sto. Domingo	Vaquillas
14	Estrella Sto. Domingo	
3	Gramas nativas	Vacas en Producción
4B	Elefante	
4C	Estrellas de Africa y Santo Domingo con Gramas nativas	
12	Gramas nativas	
15	Gramas nativas	Vacas secas
16	Gramas nativas	

Se tomaron 100g aproximadamente de suelo y de pasto por muestreo en puntos equidistantes de acuerdo a la forma de la pradera, se identificaron con un número y se guardaron en bolsas de polietileno individuales y selladas. La sangre se colectó en frascos Vacutainer, previamente identificados, con y sin anticoagulante tomándose por venopunción de la vena coccígea y se refrigeraron a 4°C. Ya en el laboratorio, las muestras identificadas de suelo y pasto se colocaron en la estufa durante 48 hs a temperatura de 70° C para secarlas. Después de este tiempo se pesó cada muestra (1g) y se colocó en matraces de Micro Kinjeldan, con 5 ml NO₂ H₂ y 2ml ac. perclórico colocándose en el digestor a 80 C. durante 36 hs, posteriormente, se dejaron enfriar y se filtraron aforándolas en un matraz de 50ml con agua desmineralizada.

La Sangre sin coagulante (EDTA) se centrifugó para separar el suero, al igual que las muestras de pasto y suelo se siguieron los mismos procedimientos, aforándose 50 ml con agua desmineralizada.

Con lo anterior, las muestras quedaron listas para poder realizar la determinación en el espectrofotómetro de absorción atómica, bajo las condiciones de operación del fabricante y que son específicas para cada elemento; Los resultados se graficaron y analizaron mediante medidas de tendencia central e intervalos de confianza para compararse con las concentraciones citadas en la literatura; Se establecieron los valores minerales en suelos y pastos para verificar si son los adecuados para producción de forraje y la concentración de

los mismos en la sangre del animal para ver si sea la necesaria para su funcionamiento normal.

Con la información obtenida se realizó un análisis de correlación simple entre los niveles de los minerales en el suelo y en la planta con el objetivo de poder determinar la asociación que pueda existir entre ellos (ya sea en el suelo o en la planta) o en el mismo mineral en los dos sistemas (suelo - planta).

Estos análisis fueron realizados usando el paquete estadístico SAS con los procedimientos MEANS y CORR.

RESULTADOS:

De acuerdo con la sección de Material y métodos se obtuvieron muestras de pastos y suelo de los potreros y sangre y suero de los bovinos, para análisis y evaluación de los resultados se calcularon los promedios y desviaciones estándar, y los índices de correlación

Los resultados de la presente investigación se describen en los cuadros anexos: En el Cuadro 1 se observa el promedio de cobre, zinc, selenio y hierro, todos se expresan en ppm excepto el Se que se expresa en ppb. Lo sobresaliente de estos resultados es el contenido de Cu que está muy por encima correspondiente a animales sanos. Los valores aritméticos fueron separados de acuerdo con la edad del animal, integrando cuatro grupos: 1º.- vaquillas, 2º.-1er. parto; 3º.-2do. parto; y 4º.-3er parto, en esta forma, se calcularon nuevamente los promedios y desviaciones estándar.

En el Cuadro 2 se han anotado los valores promedios para los minerales sanguíneos de acuerdo con la edad o número de parto de la vaca. Se observa que el Cu tiene una tendencia a disminuir conforme avanza la edad. En el caso del zinc se mantiene relativamente constante. El comportamiento del Se es variable pero se observa un incremento en el 1er y 3er partos; en cambio la concentración de Fe cuando son vaquillas es alto y baja en el 1ro y 2do para recuperarse en el tercer parto. Las variaciones del suero corresponden a una caída al comparar las vaquillas de primer parto, para luego recuperarse conforme avanza el número de parto. Estas variaciones se asocian con la demanda de los minerales durante la lactación. En el Cuadro 3. Se muestran los valores de las correlaciones entre los niveles de los minerales sanguíneos de las vacas. También están los coeficientes de correlación entre el Fe y Cu séricos que resultaron con asociación significativa y positiva (0.47) y con lo cuál indicaría que al aumentar uno, aumenta el otro.

En el cuadro 4, se observa una correlación positiva de las concentraciones entre Cu sanguíneo y Cu serico con una proporción del 61%, en las demás minerales no se encontró una asociación significativa.

En el Cuadro 5 (edad 2do. parto) se encontró una asociación negativa significativa ($P < 0.01$), entre las cantidades de Zn y Fe; el valor de la correlación es de -0.90 (-90%). En el Cuadro 6 se observa que el Cu sérico se relaciona con hierro a una correlación positiva del 11% en vacas del 3er. Parto.

Para la evaluación de los resultados de suelo y pasto se utilizó información de los siete potreros, siendo que el potrero 4 para fines del estudio se dividió en dos (4B- 4C). Aunque del potrero 3 solo se presenta el promedio de las concentraciones del análisis, encontrándose los resultados en el cuadro X.

En cada uno de los potreros existe un tipo de pasto específico, así en los potreros 13,14, 4C y 12 hay Estrella Sto. Domingo, en el 4B, Elefante y en los potreros 15, 16 y 3, Gramas nativas. Con la información correspondiente se calcularon medias y desviaciones estándar, los cuáles se muestran en el cuadro Y, de acuerdo al potrero y al pasto sembrado en él.

La identificación de los índices de correlación del contenido de los 10 minerales entre suelo y pasto resultaron como sigue según el potrero considerado:

Se calcularon las correlaciones simples entre los minerales tanto del suelo (S), como del pasto (P). Con los datos de cada potrero se realizaron las correlaciones en forma independiente como se describe a continuación: Los índices de correlación del potrero 12 no fueron significativos. En el potrero 13 se encontró que Cu S y Mn P así como en Zn S con Cu P y Zn P tienen correlaciones positivas. Se encontró solo una correlación positiva entre Cu S y Zn S en el potrero 14. En los potreros 15 y 16 no se encontraron índices de correlación significativas. En el caso de Mn S con Se S y Cu P con Zn P del potrero 4B los índices de correlación identificados fueron positivos. Se observó una correlación positiva entre Cu S y Cu P así como Mn P y Fe P pero una correlación negativa de Mn P con Se P en el potrero 4C.

Con respecto a los índices de correlación entre pasto y suelo de las praderas de Martínez de la Torre Veracruz se encontró que existen correlaciones positivas de las concentraciones de: Cu S con Zn S, Mn S con Fe S, Mn S con Fe P, Zn S con Se P, Fe S con Mn P Fe S con

Fe P y Mn P con Fe P. Los índices de correlación negativa fueron Cu S con Mn P, Zn S con Mn P, Fe S con Se P, y Cu P con Fe P (cuadro Z). El resto de las combinaciones de los índices de correlación resultaron no significativas

En el cuadro H, se mencionan el número de variables dependientes y la magnitud de asociación entre los minerales de suelo y pasto. Esto significa que los minerales que mas asociación tienen en el pasto son el Mn, Se, y Fe, pero el Zn no fue significativo. La asociación del Cu y Mn en el suelo también fue significativa pero el Zn, Se, y Fe resultaron ser no significativas.

En el cuadro I, Se anotan la media y la desviación estándar de los valores de los minerales de acuerdo al pasto y suelo: pastos, Estrella (E), Gramas nativas (G) y Elefante (L). El Cu se encontró en mayor concentración en E (9.2 ppm) El Mn en G (2040 ppm), el Zn en E (8116 ppm), el Se en G (584 ppb) y el Fe en G (64.3 ppm). Suelos: El Cu se encontró en mayor concentración en E (13.3 ppm); el Mn en G (1415 ppm), el Zn en E (100 ppm), el Se en E (82249 ppm) y el Fe en G (61.1 ppm).

Los resultados de las correlaciones con los tres diferentes pastos se describen en los cuadros J, K y L. Aquí sobresale en el pasto estrella una correlación negativa de Se con Cu de Cu con Mn y de Cu con Fe, y la correlación positiva se encontró entre Mn con Fe y Cu con Zn. En las gramas nativas no se encontró correlación de la interacción de estos minerales. En el caso del pasto elefante se observó correlación positiva de Mn con Se y de Cu con Zn.

DISCUSIÓN

De los minerales considerados en este estudio solamente cuatro se midieron en la sangre de los bovinos. Con frecuencia se observa en la literatura que estos mismos minerales se miden en el suero sanguíneo mas no en la sangre completa; la facilidad de la medición de los elementos minerales en el suero está dada por la preparación de la muestra que en el caso del suero se recurre simplemente a una dilución con agua. En este caso existe la necesidad de dar a los estándares del elemento la misma densidad que el suero diluido con agua; para lograr equiparar la densidad de los estandares diluidos se recurre a la dilución del estandar con una solución de glicerina. Es útil señalar que la concentración de los minerales en este estudio se refieren al contenido de sangre completa y para la preparación de la muestra y lograr la lectura es necesaria la digestión ácida de la sangre que comparativamente con la medición de estos minerales en el suero, la medición de los minerales en la sangre resultará mas laboriosa. Solo que en el caso de los minerales en el suero se estará hablando de los minerales activos en la homeostasis. (intercambios de líquidos entre suero y tejidos). En el caso de los minerales contenidos en la sangre completa se incluyen a los minerales contenidos en el suero y en las células sanguíneas, considerando el contenido en las células sanguíneas como una mera reserva, sin participar en la homeostasis.

El contenido de cobre y hierro en el suero sanguíneo se ha considerado alto comparativamente con el de la literatura. Esto sin duda se debió a la lisis que presentaba las células sanguíneas por el color rojizo del suero al momento de preparación de esta muestra. Entonces la medición de los minerales en la sangre total presenta ciertas ventajas sobre la medición de estos minerales en el suero ya que con frecuencia la colecta de muestras en el campo para la obtención del suero sin hemolisis es con frecuencia difícil.

De las tres etapas consideradas en este estudio para identificar el transporte de los minerales del suelo a la planta y de la planta al animal; fueron las etapas suelo y planta donde se

identificarón el mayor número de correlaciones positivas aunque hubieron algunas negativas. Los índices de correlación positivas de las concentraciones de los minerales entre suelo y planta, en términos generales, fuerón del Cu con Fe, Mn con Fe, Zn con Mn, y del Fe con Se.

Estas correlaciones positivas mencionadas nos indican que cuando un mineral se absorbe el otro también. Esta habilidad conjunta para ser absorbidos podría estar relacionada con el tipo de sal en que se encuentre el mineral en el suelo: siendo las sales como los carbonatos, nitratos y cloruros las de mayor disponibilidad del elemento. Es posible que los elementos de este estudio se encuentren formando parte de algunas de las sales mencionadas. En cambio los minerales que forman silicatos o sulfatos podrían ser las sales responsables de los índices de correlación negativos.

La capacidad de asimilación de los minerales por los animales esta condicionada por el tipo de sal en forma competitiva; es decir en el caso de animales que se alimentan exclusivamente con forraje en pastoreo, cuando se le añade sales minerales serán mas asimilados los elementos de estas sales, que los elementos que integran o que forman parte de la planta. Puesto que para que los minerales de las plantas se asimilan tendrá que haber una digestion completa.

Las concentraciones de los minerales medidos por el laboratorio en mestras de pasto y de suelo corresponden a una medición absoluta derivada de la digestion con ácidos inorgánicos.

En cambio la cantidad real de disponibilidad de los minerales en los forrajes es solo aquella que resulta de la liberación del mineral en la superficie del forraje expuesta después de la digestion. Esta superficie de exposición de la partícula del forraje será mas grande en cuanto el tamaño de la partícula del forraje se reduzca. Pero siempre quedarán partículas de forraje sin ser digeridas y eliminadas en el excremento. La liberación de los minerales después de la digestion nunca será igual a la concentración de los minerales obtenida por la digestion con ácidos inorganicos en el laboratorio.

Un punto más de discusión interesante es el aporte que proveen los pastos como unico alimento para los bovinos. El contenido de ciertos elementos minerales que el bovino requiere como en el caso del Fe si se satisface con el aporte de los tres pastos, pero el pasto que mas hierro tiene son las gramas nativas. Con respecto al manganeso las necesidades se llenan de 10 a 20 veces con el aporte de los pastos, siendo nuevamente las gramas las que mas manganeso contienen. Es interesante comentar también el contenido de Selenio en los tres pastos pero el que mas contiene es el zacate Estrella: esto posiblemente sea debido ala mayor profundidad de las raices comparado con los otros pastos o el tiempo de establecimiento de la pradera. En el caso del cobre los pastos contienen cantidades por abajo de los requerimientos de los bovinos. Esto significa la necesidad inminente de su suplementación posiblemente derivado del escaso contenido en el suelo, como se observó en los resultados de este estudio. En otras palabras el bajo contenido de cobre en el pasto no es debido a la pobre disponibilidad. En el caso del valor dietético del zinc se satisface con cualesquiera de los tres zacates, pero el zacate Estrella tiene hasta cuatro veces más de las necesidades dietéticas. Estas relaciones del contenido total de los minerales en los pastos con respecto a las necesidades dietéticas de los bovinos, parecen estar fuera de comparación ya que el contenido total de los pastos no es la cantidad que el animal puede asimilar. Si se toma este concepto como válido seguro es que los elementos minerales que pueden presentar deficiencia en el animal, sean aquellos cuyo contenido sea marginal o deficiente con respecto a las necesidades. Esto se ve claramente en el caso del cobre del hierro y del zinc. En otras palabras los elementos minerales que se recomienda que se suplemente son: En primer lugar el cobre, el segundo el hierro, como tercero el zinc por ser el orden que guarda la concentración, yendo de menor a mayor. El valor del manganeso y selenio en los zacates están en más de cinco veces de la necesidad dietética de los bovinos. La diferencia del contenido mineral entre los zacates Estrella, Gramas nativas y Elefante señala que el pastoreo rotativo en praderas con cada uno de estos pastos, permitirá llenar mas

ampliamente las necesidades dietéticas, puesto que cada pasto llenará las necesidades de uno o de otro elemento mineral, hasta posiblemente equilibrar la suplementación.

LITERATURA CITADA

1. Avendaño, J.C.: Bases para la utilización intensiva de pasturas tropicales. En: Curso de pastoreo intensivo en zonas tropicales (Memorias). Fira - Banco de México Veracruz, Ver., Mex, 1996.
2. Georgievskii, V.I.; Annenkov, B.N. and Samokhin, V.T.: Mineral Nutrition of Animals. Ed Butterworths, Gran Bretaña, 1982.
3. Mc Donald, P., Edwards, R.A. and Greenhalgh, J.F.D.: Nutrición Animal. 3 Ed Acribia España, 1988.
4. Erich, K.: Microfactores en Nutrición Animal. Ed Acribia, España, 1972.
5. Buck, W.B., Osweiler, G.D. y Vas Gelder, G.A.: Toxicología Veterinaria Clínica y Diagnostica. Ed Acribia, Zaragoza, España, 1980.
6. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.: Centro de Investigación Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical (Boletín Informativo), Mtz de la Torre, Ver, 1982.
7. Humphereys, D.J.: Toxicología Veterinaria. 3 Ed Interamericana - Mc Graw - Hill, Madrid, España, 1990.
8. Sánchez, P.H.: Determinación de Selenio en algunos factores nutricionales que inducen a la intoxicación crónica por Selenio en dos áreas de la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. Fac. De Med. Vet. y Zoot. U.N.A.M., México, D.F., 1978.
9. Maas, J.; Galey, F.D. and Case, J.T.: Selenium and cooper deficiency in California Livestock. Cal. Vet. Diag. Lab. System: 5:2, 1992.
10. Underwood, E.J.: Los Minerales en la Alimentación del Ganado. Ed Acribia, Zaragoza, España, 1983.

11. Anke, M.; Arnold, W.; Groppe, B; Krause, U.; and Langer, M.: Significance of the essentiality of fluorine, molybdenum, vanadium, nickel, arsenic and cadmium. Acta Agronómica Hungárica, 40:201-215, 1991.

12. Escobosa, A.; González, Ma. O.; Rocha, Ma. A.; Figueroa, F. Ma.: Determinación de selenio, calcio, fósforo, manganeso en forrajes y pH de suelos de algunas regiones de la República Mexicana. X Congreso Mundial de Buiatría, 4:139. México, DF, 1978.

13. García, E.: Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. 3. ed. Enriqueta García de Miranda, México, D.F., 1981.

- 14.- Aceves, L.: Efecto de la Raza y el tipo de parto sobre el perfil mineral de ovejas lactantes en confinamiento. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, U.N.A.M., México, D.F. 1997.

15. Flores, V.E.: Niveles de Selenio, Cobre, Sodio, Potasio y Molibdeno en Suelos Forrajeros en el Municipio de Santa María del Río, San Luis Potosí, México. Tesis de licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot, U.N.A.M., México, D.F., 1995.

16. NRC: Mineral Tolerance of Domestic Animals. National Academy of Sciences, Washington, 1980.

17. Gutiérrez, J.L.; Smith, G.S.; Wallace, J.D. and Nelson, A.B.: Selenium in plants, water and blood: New México and Chihuahua. J. of Anim. Sci.: 38:1330-1331, 1974.

18. Hogue, D.E.: Selenium. J. of Dairy Sci. 53:1135-1136, 1970.

CUADRO 1.

CONCENTRACION DE MINERALES EN SANGRE Y SUERO DE VACAS DEL TROPICO MEXICANO*

MINERAL*	PROMEDIO	-/+ STD DEV.
Cu (Sangre)	112.71	151.71
Zn	48.18	6.54
Se	1084	1168
Fe	713.99	121.35
Cu (Suero)	110.03	91.8

• n= 33

CUADRO 2.
PROMEDIOS DE MINERALES SANGUINEOS Y SERICOS POR EDAD EN LAS
VACAS DEL TROPICO MEXICANO*

MINERAL	1	2	3	4
n	14	1	6	6
Cu	100.68+/- 109.2	581.0+/-	121.6+/- 224.5	62.4+/- 74.0
Zn	47.8+/- 5.4	34.5+/-	50.59+/- 8.2	48.5+/- 5.6
Se	821.0+/- 424.2	1818.5+/-	452.0+/- 120.6	1376.8+/- 762.4
Fe	735.1+/- 153.1	660.5+/-	680.1+/- 99.3	721.7+/- 134.2
Cu Su	109.6+/- 92.20	39.0+/-	107.5+/- 62.4	169.3+/- 136.9

* 1: Vaquilla 2: 1er. Parto ;3: 2°. Parto 4: 3°. Parto

CUADRO 3.
INDICES DE CORRELACION DEL CONTENIDO DE MINERALES
SANGUINEOS (S) Y SERICOS (Su) EN VACAS DEL TROPICO *

	Zn	Se	Fe	Cu Su
Cu	- 0.21 ns	0.26 ns	0.17 ns	0.22 ns
Zn		- 0.06 ns	0.11 ns	- 0.06 ns
Se			0.18 ns	0.10 ns
Fe				0.47 **

* ns $P > 0.05$; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

n= 33

CUADRO 4.
INDICES DE CORRELACION DE MINERALES SANGUINEOS (S) Y SERICOS
(Su) EN VAQUILLAS DEL TROPICO

	Zn	Se	Fe	Cu Su
Cu	- 0.05 ns	0.20 ns	0.40 ns	0.61 *
Zn		0.46 ns	0.53 ns	- 0.17 ns
Se			0.31 ns	- 0.40 ns
Fe				0.40 ns

* ns $P > 0.05$; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

n=14

CUADRO 5.
INDICES DE CORRELACION DEL CONTENIDO DE MINERALES
SANGUINEOS (S) Y SERICOS (Su) EN VACAS DEL TROPICO A 2do. PARTO.*

	Zn	Se	Fe	Cu Su
Cu	- 0.05 ns	- 0.16 ns	0.10 ns	0.50 ns
Zn		- 0.64 ns	- 0.90 **	- 0.45 ns
Se			0.61 ns	- 0.31 ns
Fe				0.40 ns

* ns $P > 0.05$; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

n= 6

CUADRO 6.
INDICES DE CORRELACION DE MINERALES SANGUINEOS (S) Y SERICOS
(Su) EN VACAS DEL TROPICO AL 3er. PARTO *

	Zn	Se	Fe	Cu Su
Cu	- 0.21 ns	0.26 ns	0.17 ns	0.22 ns
Zn		- 0.06 ns	0.11 ns	- 0.06 ns
Se			0.18 ns	0.10 ns
Fe				0.47 **

* ns $P > 0.05$; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

n= 6

**CUADRO 7.
 PROMEDIO DE SUELO Y PASTO DE LOS POTREROS DEL RANCHO EL CLARIN,
 MARTINEZ DE LA TORRE, VERACRUZ.**

	13	4B	14	15	4C	12	16	3
N	3	6	4	3	4	3	3	1
p	ED	EL	DE	GR	ED	ED	GR	GR
CuS	12.6	12.7	13.8	10.8	17.8	7.2	6.5	3
MnS	706.6	1093.8	495.6	2117.1	627.3	739	1470.8	506
ZnS	70.66	76.18	114.1	69.83	124.93	77.67	55.6	53
SeS	1095	832.3	976.6	689.6	812.2	947.6	817.6	426
FeS	31.4	42.6	29	63	44.5	39.8	60.3	57.6
CuP	10.6	3.4	6.3	9.2	11.8	8.1	4.6	13.5
MnP	295.3	437.3	817.1	1947.7	401.8	1648.6	1993	2461
ZnP	74.8	56.5	92.7	33.2	106.8	203.8	62.2	91.5
SeP	411.4	440.8	1896.7	585	916.4	672.4	562.3	588.7
FeP	15.10	62.1	42.7	64.6	36.0	45.65	64.21	65.4

CUADRO 8.
PROMEDIOS Y DESVIACION ESTANDAR DE LOS MINERALES
EN SUELO Y PASTO DE LOS POTREROS.

Potrero	N	CuS	Mns	ZnS	SeS	FeS
3	1	3.0	506	53	426	57.6
12	3	7.2 +/- 1.75	739 +/- 250.5	77.6 +/- 22.7	961 +/- 921	39.8 +/- 23.9
13	3	12.6 +/- 3.7	706.7 +/- 257.0	70.6 +/- 52.1	1093.6 +/- 444.5	31.47 +/- 17.4
14	4	13.8 +/- 4.59	495.6 +/- 222.6	114.1 +/- 21.1	976.6 +/- 181.2	36.9 +/- 13.2
15	3	10.8 +/- 3.0	1663.8 +/- 355.4	69.8 +/- 1.5	689.6 +/- 392.7	63 +/- 0.8
16	3	6.5 +/- 3.12	1470.8 +/- 1021.2	55.6 +/- 3.1	817.6 +/- 795.2	60.3 +/- 2.20
4B	6	12.7 +/- 5.5	1093.8 +/- 254.2	76.1 +/- 42.99	2249.0 +/- 3566.8	42.6 +/- 17.9
4C	4	17.88 +/-	627.38 +/-	124.94 +/-	812.2 +/-	44.5 +/-

Potrero	N	Pasto	CuP	MnP	ZnP	SeP	FeP
3	1	DE	13.5	2461	91.5	588.7	65.4
12	3	DE	8.17 +/- 6.9	1648.7 +/- 1335.2	203.8 +/- 209.4	672.4 +/- 177.5	42.6 +/- 31.6
13	3	DE	10.6 +/- 1.4	295.3 +/- 60	74.4 +/- 56.4	411.4 +/- 65.6	15.1 +/- 7.2
14	4	DE	6.3 +/- 3.2	817.1 +/- 611.2	91.6 +/- 25.7	1896.7 +/- 1005.0	42.7 +/- 14.4
15	3	GR	9.2 +/- 7.2	1947.7 +/- 450.7	33.2 +/- 26.7	585 +/- 11	64.7 +/- 0.53
16	3	GR	7 +/- 0.50	1993.3 +/- 65.5	62.2 +/- 5.7	592.3 +/- 62.8	64.2 +/- 0.3
B	6	EL	3.4 +/- 1.6	437.3 +/- 369.8	56.5 +/- 5.9	440.8 +/- 154.1	62.1 +/- 2.1
4C	4	GR	11.8 +/- 2.4	401.8 +/- 187.3	106.8 +/- 5.5	916.8 +/- 490.1	36.0 +/- 13.2

CUADRO 9.
INDICES DE CORRELACION DEL CONTENIDO DE MINERALES
EN PASTO Y SUELO DE PRADERAS DEL TROPICO MEXICANO.

	MnS	ZnS	SeS	FeS	CuP	MnP	ZnP	SeP	FeP
CuS	-0.19 ns	0.70 **	0.30 ns	-0.16 ns	0.10ns	-0.55**	-0.02ns	0.20 ns	-0.32ns
MnS		-0.19 ns	0.16 ns	0.53 ns	-0.24ns	0.36ns	-0.25ns	-0.33ns	0.47**
ZnS			0.26 ns	-0.24ns	0.18ns	-0.40*	0.20ns	0.40*	-0.36ns
SeS			0.14ns	-0.29ns	-0.03ns	-0.06ns	-0.02ns	0.13ns	0.13ns
FeS					-0.19ns	0.55**	-0.24ns	-0.13*	0.54**
CuP						-0.07ns	0.04ns	0.16ns	-0.53**
MnP							0.10ns	-0.22ns	0.63**
ZnP								0.11ns	-0.08ns
SeP									-0.36ns

CUADRO 10.
VARIABLES DEPENDIENTES DE MINERALES EN SUELO Y PASTO DE
TROPICO MEXICANO

	Pr> F	R2
CuS	*	0.55
MnS	*	0.56
ZnS	ns	0.46
SeS	ns	0.12
FeS	ns	0.39
CuP	*	0.49
MnP	**	0.70
ZnP	ns	0.38
SeP	**	0.62
FeP	**	0.68

**CUADRO 11.
COMPARACION DEL CONTENIDO DE MINERALES EN PRADERAS DEL TROPICO
MEXICANO**

	Pasto 1	Pasto 2	Pasto 3
	Estrella Sto. Domingo	Gramas nativas	Elefante
CuS	13.33 +/- 5.04	7.86 +/- 3.96	12.75 +/- 5.55
MnS	630.64 +/- 246.28	1415.7 +/- 748.32	1093.88 +/- 254.27
ZnS	100.09 +/- 35.34	61.32 +/- 8.26	76.18 +/- 42.99
SeS	951.41 +/- 434.06	706.86 +/- 530.71	2249.08 +/- 3566.86
FeS	38.55 +/- 15.44	61.09 +/- 2.44	42.64 +/- 17.90
CuP	9.24 +/- 4.10	8.90 +/- 4.80	3.42 +/- 1.69
MnP	764.84 +/- 801.05	2040.60 +/- 322.56	437.32 +/- 369.80
ZnP	116.34 +/- 98.93	54.00 +/- 27.08	56.53 +/- 5.96
SeP	1036.01 +/- 804.33	588.69 +/- 37.04	440.88 +/- 154.19
FeP	35.54 +/- 19.67	64.59 +/- 0.58	62.16 +/- 2.10

CUADRO 12.
INDICES DE CORRELACION DEL CONTENIDO DE MINERALES EN PASTO
ESTRELLA SANTO DOMINGO DE PRADERAS DEL TROPICO MEXICANO

	MnS	ZnS	SeS	FeS	CuP	MnP	ZnP	SeP	FeP
CuS	0.00ns	0.72**	-0.18ns	-0.03ns	0.42ns	-0.49ns	-0.20ns	0.15ns	-0.20ns
MnS			0.08ns	0.38ns	-0.16ns	0.36ns	0.10ns	-0.38ns	0.15ns
ZnS			-0.28ns	-0.12ns	0.23ns	-0.27ns	0.04ns	0.34ns	-0.06ns
SeS				0.38 ns	-0.62**	0.51ns	-0.08ns	0.03ns	0.32ns
FeS					-0.42ns	0.36ns	-0.08ns	0.02ns	0.49ns
CuP						-0.79**	-0.09ns	-0.03ns	-0.74**
MnP							0.41ns	-0.27ns	0.85**
ZnP								-0.07ns	0.32ns
SeP									-0.11ns

CUADRO 13.
INDICE DE CORRELACION DEL CONTENIDO DE MINERALES EN PASTO EN
GRAMA NATIVA DE PRADERAS DEL TROPICO MEXICANO

	MnS	ZnS	SeS	FeS	CuP	MnP	ZnP	SeP	FeP
CuS	0.02ns	0.84**	0.11ns	0.42ns	-0.25ns	-0.50ns	-0.58	-0.40ns	0.04ns
MnS		0.22ns	-0.27ns	0.87**	-0.27ns	-0.39	-0.35	-0.03ns	-0.43ns
ZnS			-0.01ns	0.67ns	-0.09ns	-0.42ns	-0.69ns	-0.24ns	0.11ns
SeS				-0.23ns	-0.29ns	0-15ns	0.15ns	0.73ns	0.49ns
FeS					-0.18ns	-0.44ns	-0.66ns	-0.14ns	0.23ns
CuP						0.94**	-0.36ns	0.19ns	0.79*
MnP							-0-06ns	0.27ns	0.69ns
ZnP								0.07ns	-0.18ns
SeP									-0.30ns

CUADRO.14
 INDICE DE CORRELACION DEL CONTENIDO DE MINERALES EN PASTO ELEFANTE DE
 PRADERAS DEL TROPICO MEXICANO

	MnS	ZnS	SeS	FeS	CuP	MnP	ZnP	SeP	FeP
CuS	0.56ns	0.55ns	0.61ns	0.47ns	0.04ns	0.06ns	0.22ns	0.33ns	0.52ns
MnS		0.75ns	0.82*	0.74ns	-0.24ns	0.16ns	-0.09ns	0.38ns	-0.14ns
ZnS			0.65ns	0.26ns	-0.02ns	-0.37ns	0.32ns	0.26ns	-0.09ns
SeS				0.37ns	-0.14ns	0.46ns	0.03ns	0.65ns	0.10ns
FeS					-0.40ns	0.20ns	-0.44ns	-0.02ns	-0.12ns
CuP						-0.20ns	0.92**	0.59ns	0.74ns
MnP							-0.38ns	0.47ns	0.16ns
ZnP								0.57ns	0.67ns
SeP									0.60ns