

90  
2es



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**NIVELES DE SELENIO, COBRE, SODIO, POTASIO  
Y MOLIBDENO EN SUELOS FORRAJEROS EN  
EL MUNICIPIO DE SANTA MARIA DEL RIO,  
SAN LUIS POTOSI, MEXICO.**

**TESIS PRESENTADA ANTE LA DIVISION  
DE ESTUDIOS Y PROFESIONALES**

**PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE:  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**P O R**

**ESTELA FLORES VELAZQUEZ**

Bajo la Asesoría de :

M. V. Z. René Rosiles Martínez

M. V. Z. Janitzio Ariel Bautista Ordóñez

Q F. B. Emilio F. Eslava Plascencia



FALLA DE ORIGEN

México, D. F.

1995



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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

**NIVELES DE SELENIO, COBRE SODIO, POTASIO Y MOLIBDENO  
EN SUELOS FORRAJEROS EN EL MUNICIPIO DE SANTA MARIA  
DEL RIO, SAN LUIS POTOSI,  
MEXICO.**

**Tesis presentada ante la  
División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
de la  
Universidad Nacional Autónoma de México  
para la obtención del título de  
Médico Veterinario y Zootecnista  
por**

**ESTELA FLORES VELAZQUEZ**

**Bajo la asesoría de:  
M.V.Z. RENE ROSILES MARTINEZ  
M.V.Z. JANITZIO ARIEL BAUTISTA ORDOÑEZ  
Q.F.B. EMILIO F. ESLAVA PLASCENCIA**

**México, D.F. 1995.**

## **DEDICATORIA**

**A MIS PADRES POR SU  
CARIÑO Y COMPRENSIÓN**

**A MI AMORCITO POR  
NUESTRO AMOR**

**A LA MEMORIA DE LA  
GENTE QUE HE QUERIDO  
Y YA NO SE ENCUENTRA  
ENTRE NOSOTROS.**

**A MIS HERMANAS POR  
SU AYUDA Y AFECTO**

**POR TODOS LOS SUEÑOS Y  
ANHELOS SIN ALCANZAR**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS POR PERMITIR  
LA REALIZACIÓN DE UNO  
DE MIS MAS GRANDES ANHELOS**

**A LA SANTISIMA MARIA DE  
GUADALUPE  
POR SU CONSUELO**

**A MI QUERIDA ESCUELA  
POR MI FORMACIÓN**

**A MIS PROFESORES  
POR SUS ENSEÑANZAS**

**A MIS COMPAÑEROS  
POR SU TIEMPO**

**A MIS AMIGOS POR SU  
APOYO INCONDICIONAL**

**A TODA LA GENTE QUE  
CREYÓ EN MI**

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>3</b>
<b>HIPOTESIS.....</b>	<b>11</b>
<b>OBJETIVO.....</b>	<b>11</b>
<b>MATERIAL Y METODOS.....</b>	<b>12</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>14</b>
<b>DISCUSION.....</b>	<b>16</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>21</b>
<b>CUADROS.....</b>	<b>25</b>
<b>FIGURAS.....</b>	<b>28</b>

## RESUMEN

**FLORES VELAZQUEZ, ESTELA. NIVELES DE SELENIO, COBRE, SODIO, POTASIO Y MOLIBDENO EN SUELOS FORRAJEROS EN EL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA DEL RÍO, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO. (bajo la asesoría de: M.V.Z. René Rosiles Martínez, M.V.Z. Janitzio Ariel Bautista Ordóñez, Q.F.B. Emilio F. Eslava Plascencia).**

Debido a la importancia que presentan los minerales en el metabolismo de los animales y la manera de la cual se obtienen estos elementos, se realizan estudios de los suelos donde se producen alimentos para el ganado. Existe una interrelación entre la cantidad que ingresa al organismo por medio de los alimentos y la cantidad que de estos se obtienen en el suelo en el cual fueron cultivados, siendo éste un factor importante en la presentación de deficiencias o excesos produciendo alteraciones en la homeostasis. El presente trabajo se realizó con el fin de conocer los niveles de estos minerales existentes en suelos de producción de forrajes en el municipio de Santa María del Río, San Luis Potosí, México. Se realizó un muestreo al azar, del cual se obtuvieron 29 muestras. Se incineraron a 400 centígrados y se les agregó óxido de magnesio para realizar una fusión alcalina; se determinaron los elementos minerales por la técnica de espectrofotometría de absorción atómica. Al analizar y graficar los resultados de las muestras se obtuvieron para los cinco minerales los siguientes datos: 4 muestras presentaron una lectura por arriba del nivel de detección (0.0005 ppm), con un promedio de 0.150 ppm, las cuales si cubren las necesidades de selenio, pero las 25

## RESUMEN

**FLORES VELAZQUEZ, ESTELA. NIVELES DE SELENIO, COBRE, SODIO, POTASIO Y MOLIBDENO EN SUELOS FORRAJEROS EN EL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA DEL RÍO, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO. (bajo la asesoría de: M.V.Z. René Rosiles Martínez, M.V.Z. Janitzio Ariel Bautista Ordóñez, Q.F.B. Emilio F. Eslava Plascencia).**

Debido a la importancia que presentan los minerales en el metabolismo de los animales y la manera de la cual se obtienen estos elementos, se realizan estudios de los suelos donde se producen alimentos para el ganado. Existe una interrelación entre la cantidad que ingresa al organismo por medio de los alimentos y la cantidad que de estos se obtiene en el suelo en el cual fueron cultivados, siendo éste un factor importante en la presentación de deficiencias o excesos produciendo alteraciones en la homeostasis. El presente trabajo se realizó con el fin de conocer los niveles de estos minerales existentes en suelos de producción de forrajes en el municipio de Santa María del Río, San Luis Potosí, México. Se realizó un muestreo al azar, del cual se obtuvieron 29 muestras. Se incineraron a 400 centígrados y se les agregó óxido de magnesio para realizar una fusión alcalina; se determinaron los elementos minerales por la técnica de espectrofotometría de absorción atómica. Al analizar y graficar los resultados de las muestras se obtuvieron para los cinco minerales los siguientes datos: 4 muestras presentaron una lectura por arriba del nivel de detección (0.0005 ppm), con un promedio de 0.150 ppm, las cuales si cubren las necesidades de selenio, pero las 25



restantes al resultar negativas no cubren los requerimientos de este elemento. El cobre presentó un promedio de 1.30 ppm, detectándose en todas las muestras, al igual que el sodio, con un promedio de 920.73 ppm; y el potasio se encontró en todas las muestras con un promedio de 857.44 ppm, observando que los tres elementos mencionados anteriormente caen dentro del rango, apreciándose como una zona con niveles adecuados de dichos elementos. El molibdeno no tuvo niveles superiores al límite de detección (16.75 ppm) en ninguna muestra.

## INTRODUCCIÓN

Las deficiencias y excesos de elementos minerales siguen provocando enfermedades manifiestas y reduciendo la productividad del ganado. En algunos casos, la existencia de tales problemas refleja anomalías en la composición mineral de los vegetales y de los suelos en que crecen. La inadecuada aportación de elementos en la dieta puede provocar la aparición de signos característicos de enfermedad, además de que existen factores que determinan su aprovechamiento dentro del organismo, como son: la interrelación entre los minerales y su relación con fracciones orgánicas. Para determinar y diagnosticar 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. (2,9,18,25,26)

La mayoría de los elementos minerales constituyen las cenizas que persisten después de la ignición. Georgievskii (15) menciona tres tipos de clasificación para los minerales, según los siguientes criterios:

- 1- Localización preferencial y específica en tejidos y órganos.
- 2- Concentración en el organismo.
- 3- Importancia en funciones vitales.

Esta última clasificación está basada en la función biológica de los minerales considerando tres clases:

- a) Elementos esenciales.
- b) Probablemente esencial (condicionalmente).

c) Elementos con funciones mínimamente estudiadas o desconocidas.

El término de elemento mineral esencial se reserva para aquellos cuyo papel metabólico en el organismo ha sido demostrado, si en una dieta sintética deficiente de dicho elemento produce síntomas de deficiencia en el animal y define cambios bioquímicos en los tejidos y si estos síntomas y cambios pueden ser prevenidos o eliminados al agregar el elemento en la dieta experimental. (15,18,25,32)

Se menciona la existencia de 22 elementos minerales esenciales para las formas superiores de vida animal. Comprenden siete macroelementos que son calcio, fósforo, potasio, sodio, cloro, magnesio y azufre, y quince microelementos o elementos vestigiales que son: yodo, hierro, cobre, manganeso, zinc, cobalto, molibdeno, selenio, cromo, flúor, sílice, vanadio, estaño, arsénico y níquel. (2,9,21,22,25,26,32,34)

Los vegetales necesitan N, P y K para crecer adecuadamente; además, las plantas requieren cantidades muy pequeñas de algunos elementos llamados elementos menores u oligoelementos, como por ejemplo: Boro, Cloro, Cobre, Hierro, Molibdeno y Zinc. (8)

Los tejidos animales y los alimentos contienen elementos minerales en proporciones variables y tienen tres tipos de funciones en el organismo animal como componentes estructurales de órganos y tejidos corporales; actúan como componentes de los fluidos y tejidos corporales en forma de electrolitos que intervienen en la presión osmótica, del equilibrio ácido-básico, de la permeabilidad de las membranas y de la irritabilidad tisular; actúan como catalizadores en sistemas enzimáticos y hormonales de componentes integrales y específicos de la estructura de metaloenzimas, o como activadores menos específicos en tales sistemas. (9,18,25,26,32,33)

**Muchos de los elementos minerales esenciales pueden clasificarse como "tóxicos", porque en exceso resultan perjudiciales e incluso fatales. Esto es aplicable sobre todo al cobre, selenio, molibdeno y cromo. (13,16,17,20,29,32,33)**

**Los animales domésticos obtienen sus nutrientes minerales a partir de dos fuentes principales: los alimentos que consumen y sales minerales de origen geológico o industrial. El agua de bebida no representa una fuente normalmente importante de minerales, pero hay excepciones. (25)**

**La concentración de elementos minerales en los vegetales depende de cuatro factores básicos interdependientes: género, variedad o etapa de maduración del vegetal; naturaleza del suelo en la que crece la planta y el pH del mismo; condiciones climatológicas durante el crecimiento y etapa de maduración del vegetal. (3,9,23,24,25,32,33)**

**La composición mineral de los vegetales refleja la naturaleza del terreno donde fueron cultivados. Las plantas suelen responder ante los suministros inadecuados de minerales por parte del terreno, mediante una reducción en su crecimiento, una disminución en su contenido tisular del elemento o elementos ó más frecuentemente por ambas situaciones a la vez; en ocasiones, el nivel alto de elementos puede traer como consecuencia el bajo rendimiento de la planta y un problema tóxico en animales que consuman la misma por una alta concentración. Sin embargo, la razón primaria para que existan amplias zonas en diferentes partes del mundo, con deficiencias minerales en los animales domésticos, consiste en que los suelos de dichas zonas proporcionan a las plantas cantidades inferiores a las necesarias. Por ejemplo: en Arkansas se han encontrado concentraciones bajas de selenio en plantas, suelo y**

muestras sanguíneas en ganado. (7,9,23,24,25,28,29,32)

El selenio a nivel metabólico forma parte una selenoproteína en células y tejidos animales que es la enzima glutatión peroxidasa en los mamíferos; a nivel circulatorio ayuda a mantener la homeostasis muscular, cardíaca y arterial, interviene en el transporte de oxígeno manteniendo la integridad de los glóbulos rojos, mantiene la homeostasis en tracto digestivo a nivel de páncreas e intestino; a nivel reproductivo ayuda a la motilidad y maduración del espermatozoides; en hembras mejora la fertilidad, ayuda a la formación de anticuerpos en el mecanismo de defensa, actúa como antioxidante y reduce requisitos de vitamina E. Su deficiencia produce distrofia muscular o enfermedad llamada "músculo blanco"; aumenta la mortalidad en terneros recién nacidos, crecimiento retardado, diarrea, rigidez muscular, reducción en la ganancia de peso; en vacas adultas causa diarreas, abortos, productos muertos al parto, terneros débiles y retención de la placenta. El selenio es un elemento esencial, pero en grandes cantidades es tóxico. La seleniosis crónica produce en algunos animales languidez, pérdida de pelo y escarificación de los cascos, tiene la capacidad de atravesar la barrera placentaria y producir malformaciones congénitas. (5,9,18,25,26,30,32)

El sodio representa el 93% de las bases del suero sanguíneo y, por lo tanto, es el elemento básico predominante que participa en la regulación de la neutralidad; parece no encontrarse dentro de las células sanguíneas, pero se encuentra en los músculos estriados en donde participa en el proceso de contracción muscular. Una deficiencia de este elemento disminuye el aprovechamiento de la proteína digestible y de la energía, y altera las funciones de reproducción. Es más probable que la

deficiencia dietética de sodio ocurra durante la lactación en el caso de animales jóvenes en rápido crecimiento que reciben dietas bajas en sodio y a base de cereales, en condiciones ambientales calurosas, durante las cuales los animales pierden grandes cantidades de agua y sodio con el sudor y animales que pastan en suelos arenosos sumamente fertilizados con potasio, que bajan los niveles de sodio en los forrajes. Después de periodos de carencia que a veces llegan a un año, se comprueba perturbación manifiesta de salud del animal con anorexia, aspecto macilento, ojos sin brillo, pelo áspero y pérdidas graves de peso corporal (5). La ingestión de sal común ha producido intoxicaciones, particularmente en cerdos y aves. El síndrome de privación del agua o intoxicación por sal, se presenta con niveles altos del ion sodio con cantidades inadecuadas de agua para beber. El mecanismo de acción es el siguiente: el sodio pasa del plasma al líquido cerebro espinal de una forma pasiva. No obstante, el transporte desde el líquido cerebro espinal al plasma es una relación dinámica que precisa energía y es llamada transporte activo. Cuando el consumo de agua es limitado se produce una deshidratación corporal. Debido a esa deshidratación, el nivel de sodio aumenta en el compartimento sanguíneo. Como consecuencia de esta mayor concentración, el sodio llega pasivamente al líquido cerebro espinal y el nivel elevado en cerebro se mantiene por que el sodio queda retenido debido a la falta de energía. Los efectos combinados de un aumento de fluido en la sangre y el cerebro, que origina un edema en esta región, presentan signos nerviosos en el animal afectado. (5,18,20,25,26,32)

El potasio se encuentra en el cuerpo en un nivel similar al sodio, pero éste dentro de las células, desempeña un papel importante dentro de los músculos en donde aparece

en concentraciones seis veces más altas que el sodio, aunque el plasma sanguíneo contiene mucho más sodio que potasio; en la leche, la relación es inversa. Sus principales funciones son: mantenimiento del equilibrio ácido-básico, regulación de la presión osmótica y de la permeabilidad celular. Además interviene conjuntamente con el calcio en la transmisión del impulso nervioso, creando las condiciones de despolarización adecuadas y de permeabilidad celular a este ion. No se han reportado deficiencias dietéticas naturales de potasio. Sin embargo los becerros alimentados con forrajes procedentes de suelos deficientes de potasio o que utilizan mal este elemento, presentan un síndrome clínico caracterizado por retardo en el crecimiento, anemia y diarrea; se ha producido experimentalmente en porcinos y se manifiesta por anorexia, adelgazamiento, aspereza del pelo, incoordinación y afección cardíaca grave registrada por electrocardiografía al igual que en bovinos alimentados con dietas deficientes en potasio. Tales cambios probablemente se relacionan con degeneración de las fibras de Purkinje del miocardio. Es más probable observar ingresos de potasio que rebasan el requerimiento de este elemento, que deficiencias del mismo y, aunque las dosis muy elevadas son tóxicas, los rumiantes pueden metabolizar altas cantidades que con frecuencia se encuentran en condiciones naturales; es probable que el potasio dificulte la absorción de magnesio y la aplicación de grandes cantidades del mismo en los fertilizantes a los pastos puede contribuir al desarrollo de la hipomagnesemia característica de la tetania de la lactancia. (4,5,18,25,26,32)

El cobre en la sangre se encuentra unido a los prótidos formando compuestos como hemocupreína. También forma parte de la composición de las oxidasa (citocromos). La deficiencia dificulta la oxidación de los tejidos, causa desmielinización del S.N.C. y

anemia. Una deficiencia primaria de cobre se debe a que la cantidad de este elemento en la dieta puede ser inadecuada cuando crecen los forrajes en suelos deficientes. Deficiencia secundaria de cobre, se considera como primer causante al exceso de molibdeno en la dieta. Pueden ser agentes condicionantes el zinc, hierro, plomo y carbonato. Las especies más susceptibles son los rumiantes en pastoreo. Bajo deficiencias de cobre son frecuentes las fracturas de huesos y las malformaciones óseas; dificultad para la locomoción, desmielinización, anemia microcítica normocrómica; pérdida de pigmentación del pelo y la lana. El cobre es importante para la absorción de hierro a nivel de tubo digestivo e interviene en la formación de hemoglobina. Una intoxicación por cobre se puede presentar por la ingestión elevada de este y/o el consumo deficiente de molibdeno. En condiciones naturales se observa intoxicación aguda y crónica por cobre. La intoxicación aguda suele aparecer como consecuencia de administración accidental de grandes cantidades de cobre biodisponible, las cantidades de sulfato y el nivel de proteínas en la dieta, pero la intoxicación crónica es principalmente una enfermedad que aparece en ciertas áreas con suelos naturalmente ricos en este elemento. La toxicidad de las plantas que crecen sobre estos suelos es regida no sólo por la cantidad absoluta de cobre en el suelo, sino también por la interacción de cierto número de factores, entre ellos la cantidad de molibdeno y presencia o ausencia de plantas específicas que captan el cobre. (4,5,18,25,26,32)

El molibdeno favorece el crecimiento bacteriano en el rumen y consecuentemente se logra un mejor aprovechamiento de los alimentos. Las necesidades de molibdeno son sumamente bajas en los animales. La adición de molibdeno determinó una respuesta



importante del crecimiento, y una mejora en la digestibilidad de la celulosa. La xantina oxidasa, la aldehído oxidasa y la sulfito oxidasa, son metaloenzimas que contienen molibdeno. El descenso en las actividades de estas enzimas es suficiente para provocar una alteración apreciable de su función y solamente se ha observado cuando la deficiencia es inducida por consumos elevados de tungsteno, que es antagonico del molibdeno. Se encuentra el molibdeno relacionado con el metabolismo del cobre y del azufre. El significado mayor del molibdeno son los efectos tóxicos que acarrea cuando se consumen niveles por arriba de 5 ppm; causa una hipocuprosis secundaria y se manifiesta clinicamente por diarrea persistente, pérdida de peso y despigmentación del pelo y lana. (4,18,25,26,32)

Las deficiencias de minerales en suelos también existen en México, pero los estudios realizados no son suficientes ni concluyentes. Por esto es necesario establecer los parámetros de niveles de minerales en suelos de nuestro país y también señalar las indicaciones sobre la adición o no de éstos elementos en los fertilizantes que se aplican a suelos destinados a la producción del forraje. (7,17,29)

## **HIPÓTESIS**

**Los niveles de selenio, cobre, sodio, potasio y molibdeno en el suelo de Santa María del Río, San Luis Potosí, México, son los adecuados para la producción de forrajes.**

## **OBJETIVO**

**Determinar las concentraciones naturales de selenio, cobre, sodio, potasio y molibdeno en suelos del municipio de Santa María del Río, San Luis Potosí, destinados al cultivo de forrajes.**

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se tomaron 29 muestras de tierra de aproximadamente 100 g, con una distancia entre una y otra de 4 a 5 kilómetros aproximadamente. El muestreo se realizó en suelos de producción de forrajes en la comarca de Santa María del Río, San Luis Potosí, México, ya que es una zona de riqueza mineral y la posibilidad de que contenga minerales deseables o indeseables para la nutrición del ganado es alta. (Figuras 1,2 y 3); el estado se localiza en los paralelos 21°9'35" y 24°33'09" latitud norte y los meridianos 98°19'52" y 102°17'51" de longitud al oeste de Greenwich (a), que cuenta con una superficie de 1,769.1 km<sup>2</sup>. Las características de ésta área son: la altitud de la cabecera municipal es de 1,703 m. sobre el nivel del mar. La ubicación dentro del estado es: al norte colinda con los municipios de Villa de Zaragoza, San Nicolás Tolentino y Ciudad Fernández; al sur con el municipio de Tierra Nueva y el Estado de Guanajuato; al este con Río Verde; al oeste con Villa de Reyes (Fig. 2 y 3). La temperatura media anual es de 21°C, con una precipitación pluvial de 497 mm. promedio anual. El clima es BS<sub>1</sub>hw(w)(e)g según la modificación de Köppen hecha por García (clima seco árido con régimen de Nuvias en verano, semicálido entre 18° y 22°C extremo). (1,6,14)

El muestreo se realizó siguiendo una franja que rodea la cabecera municipal, pasando por un área conocida como el Platanito (muestras 1, 2, 3, 4 y 5) y siguiendo por el Caliche (muestras 6, 7, 8, 9 y 10), el Arquillo (muestras 11, 12, 13, 14 y 15), continuando por Cerros de San Juan (muestras 16, 17, 18, 19 y 20) y de Sánchez (muestras 21, 22, 23, 24 y 25) y por último el área del Río (muestras 26, 27, 28 y 29).

**(Fig. 3)**

Se identificaron las muestras con un número y se guardaron en bolsas de polietileno individuales y selladas. Ya en el laboratorio, las muestras identificadas se colocaron en la estufa durante 48 horas a una temperatura de 70°C para secarlas. Después de este tiempo se pesó cada muestra (de 2 a 3 g) en crisoles de porcelana y se les añadió una solución de óxido de magnesio con agua deionizada para realizar una fusión alcalina (32) a 450°C durante 24 horas. Posteriormente se dejaron enfriar y se les agregó una solución de ácido clorhídrico 3N filtrando la muestra y aforándolo en un matraz de 50 ml. con agua deionizada. Con lo anterior, la muestra queda lista para poder realizar la determinación en el espectrofotómetro de absorción atómica, bajo las condiciones de operación del fabricante específicas para cada elemento. Los resultados se graficaron y analizaron mediante medidas de tendencia central e intervalos de confianza para una distribución de "t" y, de acuerdo a las concentraciones citadas en la literatura, se establecieron los niveles de minerales determinados en los suelos para analizar si son los adecuados para producción de forrajes y se midió el pH, potenciométricamente, para hacer una correlación, comparándose con las obtenidas en otros estudios de suelos mexicanos y del extranjero; además se compararon los promedios de suelos con pH ácido y pH alcalino para establecer una diferencia por prueba de "t" de Student mediante el programa de informática "Primer". (1,31)

## RESULTADOS

Los resultados con respecto a las concentraciones de minerales extractables en el Municipio de Santa María del Río, S.L.P., son los siguientes:

Para el selenio únicamente cuatro muestras presentaron niveles por arriba del límite de detección (0.0005 ppm) y el resto de las muestras no presentaron el elemento, obteniéndose un rango de 0.001 a 0.533 ppm con un promedio de 0.021 ppm. (Fig. 5) (Cuadro 2)

Con respecto al cobre, se presentó un rango de 0.21 ppm a 6.27 ppm con una media de 1.30 ppm, y se detectó en la totalidad de las muestras. (Fig. 6) (Cuadro 2)

La determinación del sodio mostró una concentración de un rango de 505.21 ppm a 1339.07 ppm con una media de 920.73 ppm, ya que se detectó sodio en todas las muestras. (Fig. 7) (Cuadro 2)

En relación al potasio, se determinó con un rango de 503 ppm a 1206.39 ppm con un promedio de 857.44, en todas las muestras se encontró en todas las muestras. (Fig. 8)

Con respecto al molibdeno, en ninguna de las veintinueve muestras se presentó un nivel superior al del límite de detección del elemento (un valor menor a 16.75 ppm). Se reporta como: No Se Detectó (N.S.D.) (Fig. 4) (Cuadros 1 y 2)

Al determinar el pH, en el muestreo se determinó un rango de 6.47 a 7.37, con un promedio de 6.99, por lo que se considera que presenta un pH de neutro en promedio. (Cuadro 1)

Las muestras con un pH ácido obtuvieron un promedio de 6.82 y las de pH alcalino con una media de 7.14 (Cuadro 3) (FIG. 10)

Utilizando una distribución de "t" para la elaboración de los intervalos de confianza, se obtuvieron los siguientes resultados:

Para Se, no fue factible realizar los intervalos de confianza con una distribución de "t", porque sólo 4 muestras son mayores al límite de detección (0.011 ppm). (Cuadro 1), lo que hace suponer que no tiene una distribución normal.

Para Cu, ( 1.87 X 0.729 ) P = 0.975

Para Na, ( 1018.66 X 822.8 ) P = 0.975

Para K, ( 784.31 X 930.16 ) P = 0.975

Para molibdeno no se maneja, ya que todas las muestras son menores al límite de detección. (16.75 ppm) (NSD) (Cuadro 2)

Con relación a los grupos de muestras divididas por pH ácido y pH alcalino, se obtuvo el siguiente resultado en el estudio de prueba de "t" de Student para establecer una diferencia estadística entre las concentraciones de los elementos estudiados, que presentaron una distribución normal como son cobre, sodio y potasio.

Con una confiabilidad del 95%.

Se encontró para los dos grupos de Cu una diferencia de -0.82 a 1.51; con una  $t = 0.612$  y una  $P > 0.05$

En cuanto a los grupos de Na, se calculó una diferencia de -200.35 a 192.74; con una  $t = -0.040$  y una  $P > 0.05$

Con relación al K, tenemos una diferencia de -196.69 a 98.93; presentando una  $t = -0.679$  y una  $P > 0.05$

Por lo anterior se observa que no existe diferencia estadística entre los grupos. (Cuadro 3) (FIG. 10)

## DISCUSIÓN

Para Se los resultados de esta investigación son inferiores al límite de detección (0.0005 ppm) con excepción de cuatro. Considerando esta frecuencia se establece que la mayor parte del área de muestreo es deficiente en Se y debe reflejarse sobre las plantas, lo cual difiere de los resultados obtenidos por Escobosa y col. en 1978 en el noreste y centro de la república, (fluctuaciones de 0.15 a 0.30 ppm) (7), quien menciona que en general los valores obtenidos de selenio son altos sin llegar a ser tóxicos y cubren los requerimientos nutritivos de los animales. Tomando en cuenta que el Municipio de Santa María del Río, S.L.P., se encuentra en esta zona, difícilmente podrá ser tóxica si se compara con los Departamentos de Boyacá y Leiva, en Colombia, donde las muestras contenían 7 ppm en suelos, lo que dio como resultado una producción de plantas acumuladoras de selenio que fueron tóxicas para los animales. (8)

El cobre presenta un promedio de 1.30 ppm y se encuentra entre el rango de 0.5 a 100 ppm, reportado por Moreno en 1970 (28). Flores y col. (1985), en un estudio de contenido y rendimiento de Hierro y Cobre con diferentes dosis de fertilización para la producción de algunos forrajes, encontraron 76 ppm en su análisis de suelo testigo y los suelos fertilizados no superaron este valor (10). Respecto a los resultados obtenidos sobre las muestras estudiadas en el presente trabajo, se considera que se encuentra en un nivel medio en comparación a los obtenidos por Flores y col. en 1985. Estudios realizados por Fassbender en 1987 (8) en suelos de Latinoamérica y el Caribe, arrojan los siguientes resultados: Valle del Orinoco Superior, 0.3 ppm; Pacífico de Nicaragua,

de 5 a 71 ppm; en la zona cafetalera de Costa Rica, de 8 a 38 ppm y en suelos de Jamaica, de 0.4 a 13 ppm (8). Blood, 1990, (4) menciona que en una condición normal la concentración de cobre en el suelo es de 18 a 22 ppm, refiriéndose a una deficiencia primaria de cobre en Australia Occidental, de 1 a 2 ppm; en Nueva Zelanda, de 0.1 a 1.6 ppm, con una deficiencia secundaria de cobre en Nueva Zelanda, Gran Bretaña y Holanda de 5 ppm; y de 20 a 60 ppm en Canadá, donde también se establece una deficiencia secundaria. Los niveles obtenidos en el Municipio de Santa María del Río, S.L.P., están en un nivel inferior, lo que puede conducir a una deficiencia primaria de cobre.

En referencia al sodio, se encontró un promedio de 920.73 ppm (Cuadro 1) el cual está dentro del rango mencionado por Moreno en 1970 (27) que es de 0 a 10,000 ppm de sodio extractable en suelos; se menciona que se requiere un 15% de sodio en el suelo para que sea perjudicial para las plantas que crecen en la zona (8). Así mismo Flores y col. reportan en las características del suelo donde realizaron su trabajo, una concentración de 0.46 a 4.14 ppm.

El potasio presentó un promedio de 857.24 ppm; comparando este nivel con los reportados por Moreno en 1970 (27) de 50 a 4,000 ppm de potasio extractable en suelos, se encuentra en un nivel normal de concentración; Flores y col. en 1988 (11), mencionan que han sido reportados desde 2,000 hasta 35,000 ppm en plantas y así mismo, el mayor o menor contenido de nutrimentos en la planta dependerá, entre otras cosas, de la fertilidad natural del suelo. Además, Flores y col. 1985 (10), mencionaron una concentración de potasio de 5.70 a 11.40 ppm (0.1 a 0.6 meq/100g). El potasio en la solución del suelo es disponible directamente para la planta.



El molibdeno no presentó valores superiores al límite de detección, que es de 16.75 ppm en ninguna de las muestras trabajadas, reportándolo como NSD (no se detectó); en la absorción del molibdeno, no existe evidencia directa para apoyar o rechazar su transporte activo en las plantas (12). Flores y col. mencionan en 1990, que "el nivel crítico en el suelo es menor que 0.2 ppm y el contenido usual en la planta varía de 0.1 a 25 ppm o más, aunque las deficiencias ocurren cuando la concentración es menor que 0.1 ppm". Una baja en la concentración de Mo puede producir en ocasiones intoxicación por Cu. Moreno en 1970 (24), menciona que el rango normal extractable de molibdeno en suelos es de 0.5 a 10 ppm, por lo tanto en esta zona no se puede establecer si existe deficiencia de dicho oligoelemento, (puesto que el límite de detección es de 16.75 ppm) el más escaso en la naturaleza y su contenido total varía de 0.2 a 5 ppm. En suelos volcánicos de Hawaii se informa sobre contenidos hasta de 30 ppm y mientras que para la región de Pasto, Colombia, la cantidad encontrada no rebasa de 2.5 ppm. (8)

En cuanto a la correlación con el pH, ya se mencionó la concentración de los elementos y el pH existente en la zona (Cuadro 1 y 3). Faubender menciona que en Estados Unidos se observó que todos los suelos en alto contenido de selenio eran neutros o alcalinos. Existen plantas acumuladoras de selenio, las cuales en condiciones de pH con tendencia a la alcalinidad en los suelos, concentran este elemento en niveles que pueden ser fuertemente perjudiciales para los animales que se nutren de ellas (8). En el muestreo realizado en esta investigación, se encontraron niveles mínimos de selenio y con un pH neutro (Fig. 5). Como el selenio no presentó una distribución normal, no se pudo realizar la prueba de "t" de Student y establecer una diferencia estadística en

la concentración del elemento con pH ácido y pH alcalino, pero las concentraciones muestran una mayor frecuencia de Se en suelos con un pH alcalino. (Cuadro 1).

En el caso del cobre, la solubilidad no es afectada por el valor del pH, ya que este elemento es el menos móvil de los oligoelementos en los suelos; pero en general, los suelos con pH alcalino retienen mejor el elemento que los suelos ácidos, según Fassbender (8); esto podría ser un buen fundamento para la determinación hecha en el presente trabajo, ya que el pH es neutro y las concentraciones de cobre son mínimas (Fig. 6) y este no modifica la disponibilidad de este elemento por las plantas. En la prueba de "t" de Student practicada a los grupos de muestras con pH ácido y pH alcalino, se encontró que el cobre no presenta una diferencia estadística en cuanto a su concentración. (Cuadro 3).

Para el sodio, Fassbender y col. mencionan que no todos los suelos sódicos tienen un pH alto, aunque los valores se encuentran entre 8.5 y 10. Los suelos salinos sódicos tienen un nivel de pH inferiores a 8.5 (8) y en los resultados que se presentan se menciona un pH neutro (6.99) y un nivel de sodio bajo (Fig. 7). En referencia a la prueba de "t" de Student realizada a los dos grupos de pH, no se encontró una diferencia estadística en cuanto a la concentración de sodio (Cuadro 3) (FIG. 10).

En relación al potasio, Flores y col. en 1988 (11), mencionan un pH desde 6.90 hasta 7.46 y una concentración de potasio de 0.391 a 2.346 ppm (0.1 a 0.6 meq/100g) (11); en este trabajo se encontró un pH de 6.99 como promedio y una concentración de potasio de 857.24 ppm (Fig. 8). No hay diferencia estadística en la concentración de potasio para muestras de suelo con pH ácido y pH alcalino.

Para el molibdeno, Fassbender reporta que la absorción de este oligoelemento

aumenta con la acidez del suelo. Los suelos con pH alto y los abundantes en materia orgánica, suelen tener suficiente molibdeno (8). El pH que se presentó en este estudio es de 6.99 y ninguna de las muestras presentó concentraciones superiores a 16.7 ppm (límite de detección) de molibdeno. En cuanto a éste elemento no se realizó la división de muestra con pH ácido y alcalino ya que no fue posible una lectura y es recomendable el uso de alguna otra técnica de determinación con un mayor rango de sensibilidad en los límites de detección.

En general, las concentraciones de los minerales en estudio no pueden ser tóxicos por sus niveles bajos encontrados, pero el presente trabajo demostró que los suelos de Santa María del Río, S.L.P., son deficientes en Se y posiblemente en Mo pero se encuentran dentro de los niveles citados por Moreno en 1970, aunque es probable que los niveles produzcan deficiencia en los animales por no ser suficientes en los forrajes. Los elementos analizados en el municipio de Santa María del Río, S. L. P., no tuvieron concentraciones excesivas y esto es respaldado por que no existe ninguna fuente o yacimientos de estos elementos en el área de muestreo y sin embargo en los municipios del norte de la entidad como son Charcas, Ramos Salinas, Moctezuma, etc.(Fig. 9). Es recomendable la continuación del presente trabajo pero con la realización de un estudio tanto de suelos y de forraje cultivado en el área, así como de la concentración sanguínea de los elementos en el ganado alimentado con dicho forraje.

## LITERATURA CITADA

1. Abad, A. y Servin, L.A.: Introducción al Muestreo. 2a ed. Limusa, México. 1985
2. Acker, D.: Zootecnia e Industria Ganadera. ed. Diagu, México. 1977
3. Anke, M.; Arnhold, W.; Groppe, B; Krause, U.; and Langer, M.: Significance of the essentiality of fluorine, molybdenum, vanadium, nickel, arsenic and cadmio. Acta Agronómica Hungarica. 40:201-215. (1991)
4. Blood, D.C.; Radostitis, O.M.; Henderson, J.a.; Arundel, J.H. y Gay, C.C.: Medicina Veterinaria. 6a. ed. Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V., México, D.F. 1990.
5. Buck, W.B., Osweiler, G.D. y Van Gelder, G. A.: Toxicología Veterinaria Clínica y Diagnóstica. ed. Acribia, Zaragoza España. 1980
6. Centro Estatal de Estudios Municipales de S.L.P.: Los Municipios de San Luis Potosí. ed. Secretaría de Gobernación y Gobierno de San Luis Potosí, México. 1988
7. 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 (1978)
8. Fassbender, H.W. y Bornemisza, E: Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica. 1987.
9. Flores, J.M.: Bromatología Animal. 2. ed. Limusa, México. 1981.
10. Flores, R.D.; Flores, D.L. y Aguilera, H.N.: Efecto de diferentes dosis de fertilización y abonamiento en el contenido y rendimiento de hierro y cobre en Lolium

*multiflorum* Lam. var "Westerwolds". Anales de Edafología y Agrobiología. 43: 5 - 6 (1985).

11. Flores, R.D.; Flores, D.L. y Aguilera, H.N.: Efecto de la fertilización química y de la aplicación de abono orgánico en el rendimiento de forrajes seco, proteína cruda y potasio en *Lolium multiflorum* Lam. var. "Westerwolds". Univ. Nal. Aut. de México. Inst. Geol. contrib. a la Edaf. mexicana, p. 63 - 86 (1988)

12. Flores, R.D.; González, V.A. y Alcalá, M.J.: Rendimiento y contenido de Fe, Zn y Mo de la asociación *Sorghum alum /Macroptilium atropurcum* bajo dos métodos de siembra y cinco niveles de fertilización en Tepetzingo, Morelos. Univ. Nal. Autónoma México. Inst. Geología. Contribuciones a la Edafología mexicana, p. 92 - 110 (1990)

13. Forsyth, A.A.: Iniciación a la Toxicología Vegetal. ed. Acribia, España. 1968

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

15. Georgievskii, V.I.; Annenkov, B.N. and Samokhin. V.T.: Mineral Nutrition of Animals. ed. Butterworths, Gran Bretaña. 1982

16. Guyton, A.C.: Tratado de Fisiología Médica. 5. ed. Interamericana, México, D.F. 1977

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. 39:1330-1331. (1974)

18. Hafez, E.S.E. and Dyer, C.A.: Desarrollo y Nutrición Animal. 2. ed. Acribia, España. 1972

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

20. Humphreys, D.J.: Toxicología Veterinaria. 3 ed. Interamericana - Mc Graw - Hill,

Madrid, España. 1990.

21. Khalili, M.; Lindgren, E.; and Varvikko, T.: A survey of mineral status of soils, feeds and cattle in the selale Ethiopian highlands: 1 Macro elements. Institutionen for Husdjurens Urfodring och Vard. 207:12 (1991)
22. Khalili, M.; Lindgren, E.; Varvikko, T.: A survey of mineral status of soil, feeds and cattle in the selale Ethiopian highlands: 2 Trace elements. Institutionen for Husdjurens Urfodring och Vard. 207:12. (1991)
23. Lewis, D.C. and Sparrow, L.A.: Implications of soil type, pasture composition and mineral content of pasture components for the incidence of grass tetany in the south east of South Australia. Australian J. of Exp. A. 31:609-615. (1970)
24. Maas, J.; Galey, F.D. and Case, J.T.: Selenium and cooper deficiency in California Livestock. Cal. Vet. Diag. Lab. System. 5:2. (1992)
25. Maynard, L.A.; Loosli, J.K.; Hintz, H.K. and Warner, R.G.: Nutrición Animal. 7. ed. Mc Graw Hill, México. 1983
26. Mc Donald, P.; Eduards, R.A. and Greenhalgh, J.F.D.: Nutrición Animal. 3. ed Acribia, España. 1988
27. Moreno, D.R.: Rangos de concentración normal para los elementos comunmente encontrados en suelos y plantas. Inst. Nat. de Invest. Agric. p. 5 (1970)
28. Rude, A.T.: Selenium and cooper deficiencies in cattle. Vet. Med. 82: 1-8 (1987)
29. Sánchez, P.H.: Determinación de Selenio en Algunos Factores Nutricionales que Inducen a la Intoxicación Crónica por Selenio en dos Areas de la Comarca Lagunera. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Univ. Nat. Aut. de México, México.D.F., 1978

30. Servicios Cooperativos de Extensión de la Universidad de California y de la Universidad Estatal de Ohio.: ¿Recibe su ganado suficiente selenio?. Agricultura de las Américas, Abril: 14 - 15 (1978)
31. Shriner, R.L.; Fuson, C.R. y Curtin, V.D.: Identificación Sistemática de Compuestos Orgánicos. ed. Limusa, México. 1974
32. Underwood, E.J.: Los Minerales en la Nutrición del Ganado. 2.ed. Acribia, España. 1983
33. Underwood, E.J.: Trace Elements in Human and Animal Nutrition. 4. ed. Academic Press, U.S.A. 1977.
34. Williams, E.M. and Reaves, P.M.: Enciclopedia Práctica de Ganadería. ed. Limusa, México. 1988

30. Servicios Cooperativos de Extensión de la Universidad de California y de la Universidad Estatal de Ohio.: ¿Recibe su ganado suficiente selenio?. Agricultura de las Américas, Abril: 14 - 15 (1978)
31. Shriner, R.L.; Fuson, C.R. y Curtin, V.D.: Identificación Sistemática de Compuestos Orgánicos. ed. Limusa, México. 1974
32. Underwood, E.J.: Los Minerales en la Nutrición del Ganado. 2.ed. Acribia, España. 1983
33. Underwood, E.J.: Trace Elements in Human and Animal Nutrition. 4. ed. Academic Press, U.S.A. 1977.
34. Williams, E.M. and Reaves, P.M.: Enciclopedia Práctica de Ganadería. ed. Limusa, México. 1988



**TESIS SIN PAGINACION**

**COMPLETA LA INFORMACION**

**CUADRO I. CONCENTRACIÓN DE MINERALES EN SANTA MARÍA DEL RÍO, SLP.**

<b>No.</b>	<b>pH</b>	<b>Cu ppm</b>	<b>Na ppm</b>	<b>K ppm</b>	<b>Se ppm</b>	<b>Mo ppm</b>
1	7.16	6.27	1159.85	1206.39	NSD	NSD
2	7.01	2.32	1004.21	1013.89	0.00233	NSD
3	7.00	0.24	956.03	667.51	NSD	NSD
4	6.47	0.21	889.27	691.78	NSD	NSD
5	7.37	0.26	609.59	740.94	NSD	NSD
6	6.83	0.27	633.08	806.91	NSD	NSD
7	6.71	0.25	904.64	739.90	0.001	NSD
8	6.84	0.24	530.35	562.33	NSD	NSD
9	6.81	2.20	1041.41	1164.08	NSD	NSD
10	6.93	1.91	1055.75	1013.42	NSD	NSD
11	7.15	0.31	669.72	929.05	0.0658	NSD
12	6.83	3.35	1041.20	1147.05	NSD	NSD
13	6.94	2.24	1184.22	1159.65	NSD	NSD
14	6.81	0.21	757.53	782.57	NSD	NSD
15	6.89	4.61	918.82	927.74	NSD	NSD
16	7.01	0.24	881.62	603.99	NSD	NSD
17	6.78	0.35	1331.07	817.98	NSD	NSD
18	7.20	0.94	505.21	900.49	NSD	NSD
19	7.31	0.36	1432.76	996.09	0.533	NSD
20	7.02	0.39	872.62	998.47	NSD	NSD
21	7.13	0.35	1281.04	781.36	NSD	NSD
22	7.13	0.33	671.37	750.70	NSD	NSD
23	7.37	0.25	565.39	729.87	NSD	NSD
24	6.89	0.26	919.79	601.95	NSD	NSD
25	7.01	0.38	1431.08	917.90	NSD	NSD
26	7.20	0.35	744.03	912.15	NSD	NSD
27	6.93	0.21	775.76	731.99	NSD	NSD
28	7.13	1.89	1006.19	1061.22	NSD	NSD
29	6.84	2.23	919.50	503.95	NSD	NSD
X	6.99	1.30	920.74	857.24	0.021	

**CUADRO NO. 2. CONCENTRACIONES PROMEDIO Y RANGO DE ELEMENTOS: Se, Cu, Na, K Y Mo, EN MUESTRAS DE SUELOS DEL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA DEL RÍO, SLP.**

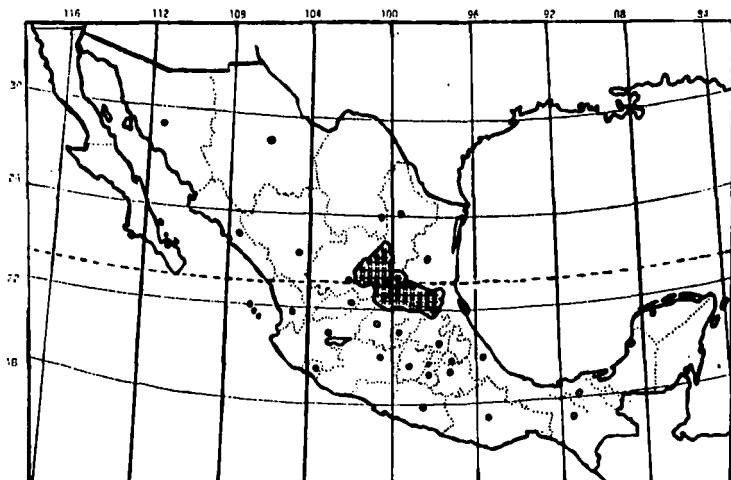
<b>ELEMENTO</b>	<b>RANGO ppm</b>	<b>PROMEDIO ppm</b>
<b>SELENIO *</b>	0.0010-0.53310	0.0021
<b>COBRE</b>	0.21-6.27	1.30
<b>SODIO</b>	505.21-1339.07	920.73
<b>POTASIO</b>	503.00-1206.39	857.44
<b>MOLIBDENO **</b>	0	0

\* SOLO 4 MUESTRAS PRESENTARON VALORES MAYORES A LIMITE DE DETECCIÓN QUE ES DE 0.0005 ppm.

\*\* TODAS LAS MUESTRAS RESULTARON CON VALORES NO DETECTABLES (NSD) CON UN LIMITE DE DETECCIÓN DE 16.75 ppm

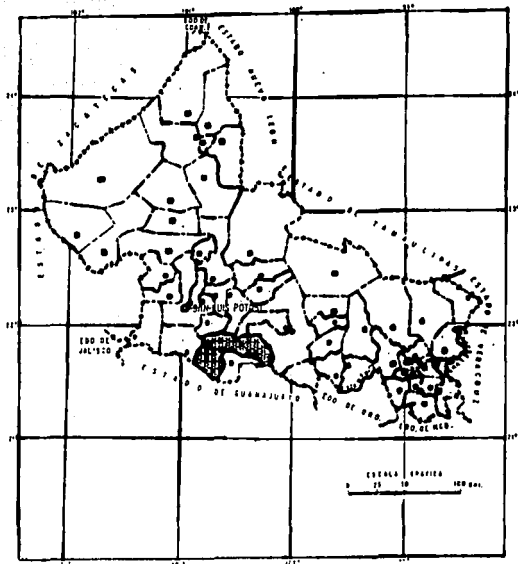
**CUADRO 3. MEDIA, DESVIACION ESTANDAR, ERROR ESTANDAR Y VALOR DE P DE LA CONCENTRACION DE COBRE, SODIO Y POTASIO ENTRE SUELOS ACIDOS Y ALCALINOS DEL MUNICIPIO DE STA. MARIA DEL RIO, S.L.P. MEXICO.**

<b>ELEMENTO</b>	<b>PH</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>DESVIACION ESTANDAR</b>	<b>ERROR ESTANDAR</b>	<b>P</b>
<b>COBRE</b>	<b>ACIDO</b>	1.32	1.44	0.38	<b>0.546</b>
	<b>ALCALINO</b>	0.98	1.60	0.41	
<b>SODIO</b>	<b>ACIDO</b>	921.64	209.33	55.95	<b>0.969</b>
	<b>ALCALINO</b>	925.45	295.73	76.36	
<b>POTASIO</b>	<b>ACIDO</b>	832.25	220.90	59.04	<b>0.503</b>
	<b>ALCALINO</b>	881.13	164.80	42.55	



**FIGURA 1. MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ DENTRO DE LA REPÚBLICA MEXICANA. \*\*\***

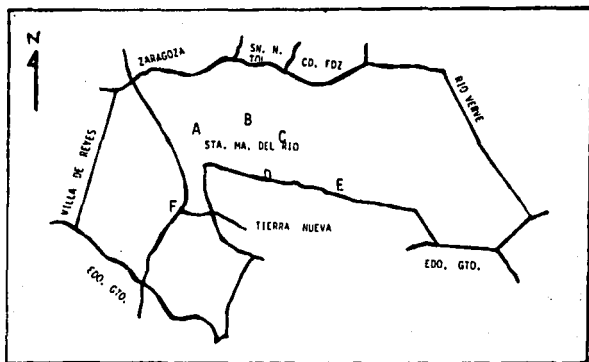
**FUENTE: SINTESIS GEOGRÁFICA DE SAN LUIS POTOSÍ, INEGI, 1985.**



**FIGURA 2. LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA DEL RÍO, DENTRO DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ. \*\*\***

**FUENTE: SÍNTESIS GEOGRÁFICA DE SAN LUIS POTOSÍ, INEGI, 1985.**

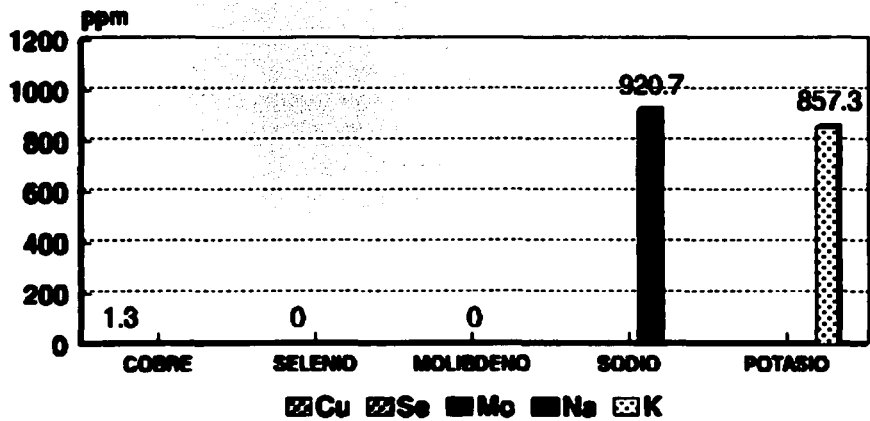
**ESTª TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**



**FIGURA 3. ZONAS DE MUESTREO DENTRO DEL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA DEL RÍO, SLP.**

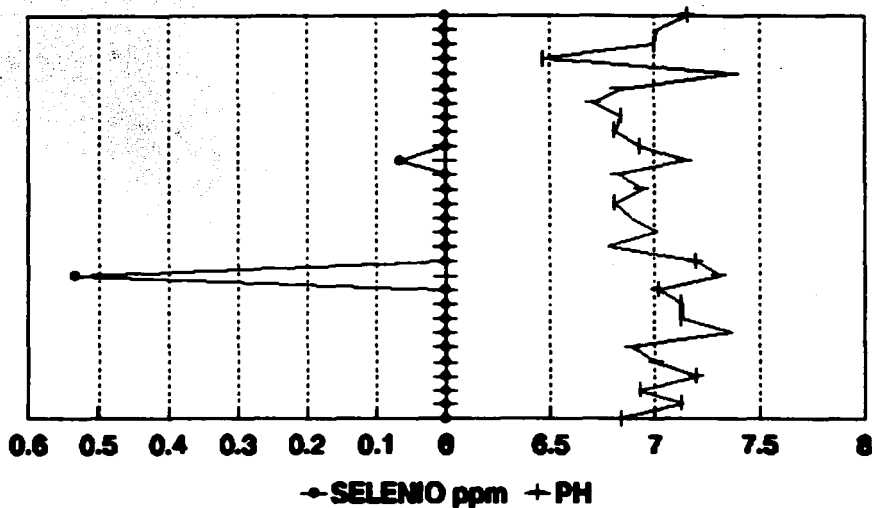
ÁREA	LUGAR	NUMERO DE MUESTRA
A)	EL PLATANITO	1, 2, 3, 4 Y 5
B)	EL CALICHE	6, 7, 8, 9 Y 10
C)	EL ARQUILLO	11, 12, 13, 14 Y 15
D)	CERRO DE SAN JUAN	16, 17, 18, 19 Y 20
E)	CERRO DE SÁNCHEZ	21, 22, 23, 24 Y 25
F)	ÁREA DEL RÍO	26, 27, 28 Y 29

**FUENTE: SÍNTESIS GEOGRÁFICA DE SAN LUIS POTOSÍ, INEGI, 1985.**



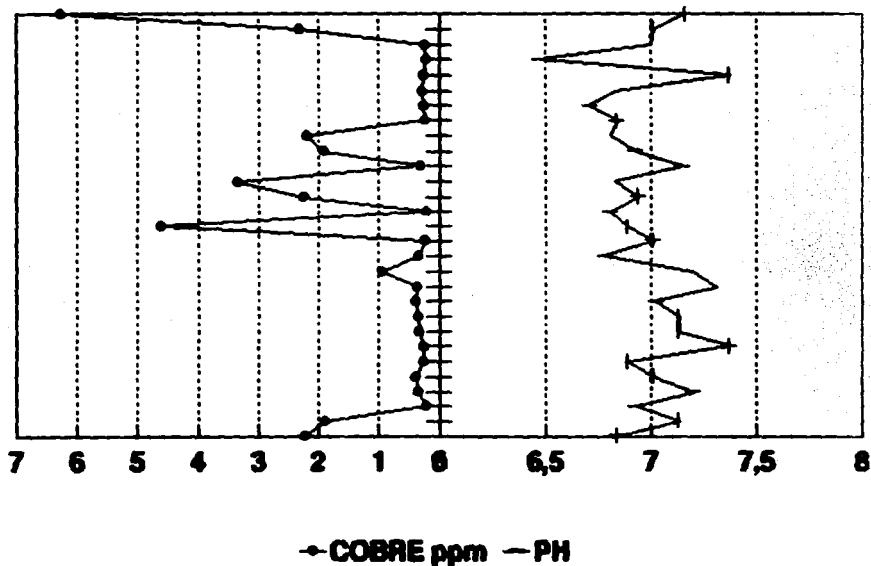
**FIGURA 4. CONCENTRACION PROMEDIO DE Cu, Se, Mo, Na Y K EN SUELOS DE SANTA MARIA DEL RIO SLP**



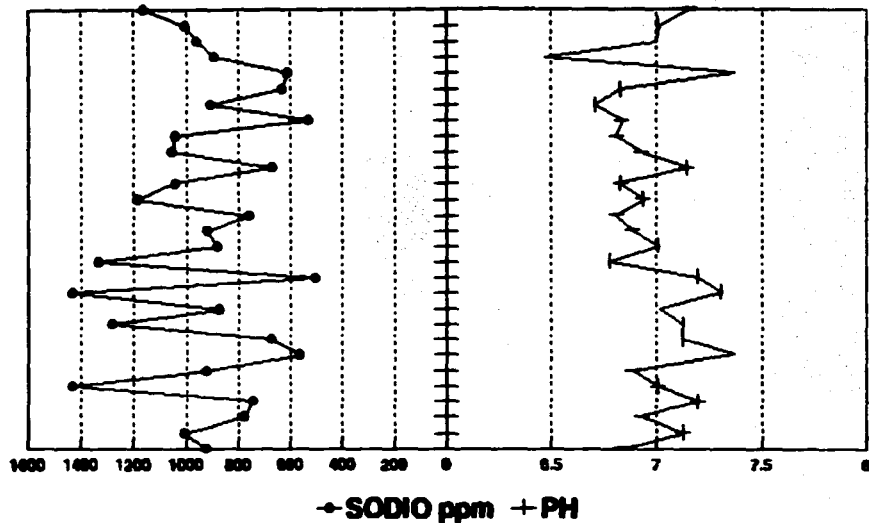


**FIGURA 5. CORRELACION DE LA CONCENTRACION DE  
HIDROGENIONES Y SELENIO EN SUELOS DE  
STA. MARIA DEL RIO, S.L.P.**

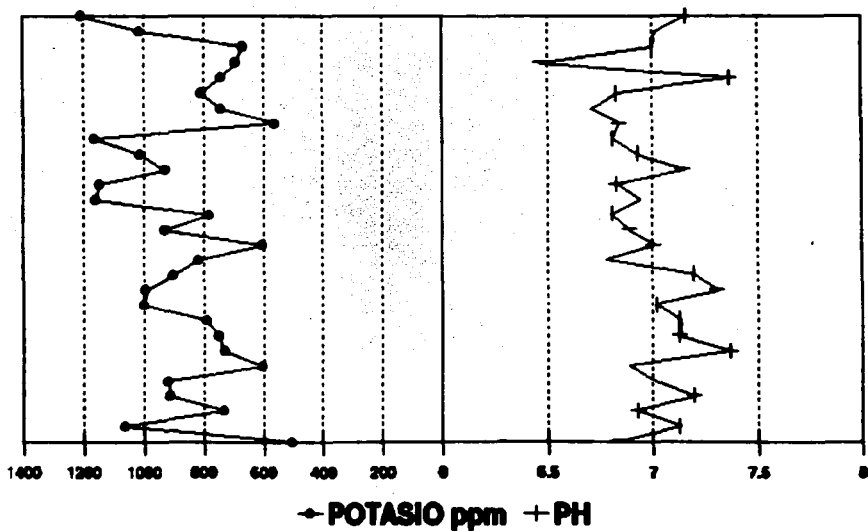
LIMITE DE DETECCION 0.011 ppm



**FIGURA 6. CORRELACION DE LA CONCENTRACION DE  
HIDROGENIONES Y COBRE EN SUELOS DE  
STA. MARIA DEL RIO, S.L.P.**

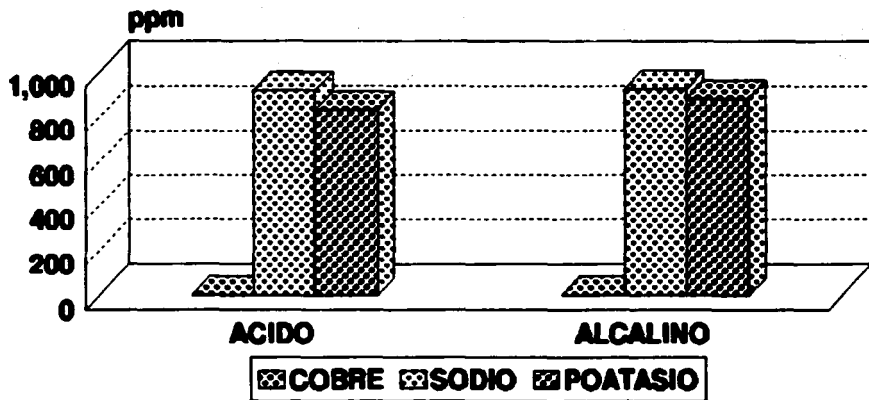


**FIGURA 7. CORRELACION DE LA CONCENTRACION DE  
HIDROGENIONES Y SODIO EN SUELOS DE  
STA. MARIA DEL RIO, S.L.P.**



**FIGURA 8. CORRELACION DE LA CONCENTRACION DE  
HIDROGENIONES Y POTASIO EN SUELOS DE  
STA. MARIA DEL RIO, S.L.P.**





**FIGURA 10. CONCENTRACION PROMEDIO DE COBRE, SODIO Y POTASIO EN SUELOS ACIDOS Y ALCALINOS EN EL MUNICIPIO DE STA. MARIA DEL RIO SLP.**

$P > 0.05$