



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

INTERRELACION DEL CONTENIDO DE SELENIO (Se) Y
COBRE (Cu) EN LANA DE OVINOS Y SUELO DE
CUAJOMULCO Y TRES MARIAS, MOR.

T E S I S
PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO
Z O O T E C N I S T A
P O R
LAURA LETICIA GUERRERO BETANZOS

Asesores: M.V.Z. René Rosiles Martínez.
M.V.Z. Janitzio Ariel Bautista Ordóñez.
Q.F.B. Emilio Eslava Plascencia.



MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**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.

**INTERRELACION DEL CONTENIDO DE SELENIO (Se) Y COBRE (Cu) EN
LANA DE OVINOS Y SUELO DE CUAJOMULCO Y TRES MARIAS MOR.**

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 Zootecnista

por

LAURA LETICIA GUERRERO BETANZOS

Asesores: M.V.Z. René Rosales Martínez.

M.V.Z. Janitzio Ariel Bautista Ordóñez.

Q.F.B. Emilio Salva Plascencia.

1996.

DEDICATORIA

A mis padres Guillermina E. Betances T. y Mayor Javier Guerrero M. por brindarme su amor, apoyo y comprensión.

A mi esposo Agustín Corona Muñiz que con su cariño y paciencia me motivó a terminar la tesis.

A mi hijo A. Martín que es todo un torbellino de alegría.

A mis hermanos Javier C., Guillermina X. y Joel I., que tuvieron fe en mí y, porque los logros de uno son de todos.

A todos mis familiares tíos, primos, suegros y cuñados que no menciono sus nombres debido a que es una familia muy grande en todos los aspectos.

A todos mis amigos por darme su amistad, apoyo y grates momentos.

[REDACTED]

[REDACTED]
[REDACTED] WITH SAID [REDACTED] WILL [REDACTED] AT [REDACTED]
[REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]
[REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]
[REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]

[REDACTED]
[REDACTED]

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
HIPOTESIS Y OBJETIVOS.....	7
MATERIAL Y METODOS.....	8
RESULTADOS.....	10
DISCUSION.....	11
LITERATURA CITADA.....	14
CUADRO Y FIGURAS.....	18

I - RESUMEN:

GUERRERO SETIENZO, LAINA
de solacia y calor en las de
Marino Mar. Bajo la
Justicia Ariz. Justicia

[The following text is heavily obscured by dense, dark horizontal lines, rendering it illegible.]

I - RESUMEN:

GUERRERO BETANOS, LAURA LETICIA. Interrelación del contenido de selenio y cobre en lana de ovinos y suelo de Cuajumulco y Tres Marias Mer. (bajo la dirección de: MVS René Rodiles Martínez, MVS Jankalo Ariel Bautista Ordoñez y el QFB Emilio Salva Plascencia).

Para cubrir los objetivos del presente estudio se recurrió al análisis de muestras de lana de ovinos y suelo, para determinar los niveles de Se y Cu en 6 muestras de lana de ovinos de Tres Marias y 6 de Cuajumulco. De suelo se tomaron 14 muestras de Tres Marias y 10 de Cuajumulco. Se procedió a procesar las muestras mediante digestión ácida y determinar estos niveles por espectrofotometría de absorción atómica. El contenido de Se y de Cu en lana se usa como un reflejo del contenido corporal, y el contenido de Se y de Cu en el suelo se usa como fuente para las plantas forrajeras de los ovinos de la zona. Los resultados que se obtuvieron de Se en lana de ovinos de Tres Marias fue de 66.75 ppb y en Cuajumulco 7 ppb observando una diferencia estadística (<0.002). El Cu en lana de ovinos de Tres Marias fue de 13.31 ppb y 8.09 ppb para Cuajumulco teniendo una diferencia estadística (<0.01). Los resultados del Cu en suelo de Tres Marias fueron de 3.20 ppb y 2.56 ppb para Cuajumulco donde no hay diferencia estadística. El Se en el suelo de Tres Marias y de Cuajumulco fue menor a $0.002 \mu\text{g/g}$ indicando suelos deficientes en este mineral.

II - INTRODUCCION.

La información sobre los niveles de Se y Cu en los suelos de la República Mexicana es muy escasa. El contenido deficiente de Se y Cu en los suelos refleja el contenido en los forrajes que los animales consumen y estas deficiencias inducirán enfermedades como: enfermedad del músculo blanco, vértigo ciego, malformaciones congénitas. Los excesos también provocarían enfermedades como intoxicaciones acarreado ambas condiciones pérdidas económicas. (1, 4, 14, 15, 20, 24).

La intoxicación de Se se ha presentado en suelos seleníferos de: Canadá, Alemania, Francia, Australia, Africa del Sur, Nueva Zelanda, México y Estados Unidos. Así mismo las zonas deficientes de Se se localizan en Estados Unidos básicamente en las costas, donde hay erosión e inundaciones así como en zonas mineras de oro, plata y cobre. (3, 4, 7, 8, 12, 13).

Las regiones seleníferas se caracterizan generalmente por una escasa precipitación pluvial; los compuestos solubles del selenio son tomados normalmente por las plantas y de esta forma son eliminados del suelo. Los suelos ricos en óxido de hierro retienen el Se en forma insoluble de selenito ferroso básico, que no puede ser asimilado por las plantas. (14, 15, 21, 22, 23).

El Se puede estar presente en el suelo en forma de seleniato o selenito, selenio elemental y selenio orgánico. Las plantas utilizan el seleniato y selenito para sintetizar las formas orgánicas. El trigo es una de las plantas facultativas que puede transformarse en seleníferas y que puede acumular grandes concentraciones del elemento, dependiendo del lugar donde se cultive. Los factores que

influyen en el contenido mineral de las plantas con el clima, estado de madurez de la planta, género, especie, variedad, tipo de suelo el cual se ve afectado por las fertilizaciones y los riegos. (1, 4, 8, 10, 11, 20).

El contenido de Se en suelo varía y depende de su origen geológico, los suelos derivados de rocas de origen reciente como las arenas graníticas y pumíceas de Nueva Zelanda, son deficientes en Se; suelos derivados de rocas ígneas son probablemente deficientes en Se; las rocas sedimentarias, que son el material antecesor principal de los suelos agrícolas, son más ricas en éste elemento. (3, 6, 21, 27, 28).

En condiciones normales el Se se encuentra disponible en el pasto en concentraciones de 0.02 ppm. Concentraciones de 0.06 ppm han sido consideradas para prevenir manifestaciones de deficiencia y 0.1 ppm para mantener un margen de seguridad. (1, 6, 20, 21, 24).

Los compuestos orgánicos de Se que se encuentran en las plantas seleníferas son dos veces más tóxicos que los selenuros y selenitos. Las plantas seleníferas que contienen más de 3 ppm son tóxicas si las consumen por periodos prolongados, algunas de éstas plantas son *Astragalus* spp y *Xyris* spp y las que crecen en suelos con alto contenido de Se son *Onopordium* spp y *Stanleya* spp. La deficiencia de Se en suelo puede ser debida a varios factores biológicos como la descomposición, factores químicos como la fertilización con el superfosfato y factores físicos como la irrigación. (12, 14, 20, 23).

La disponibilidad de Se depende del pH del suelo y la presencia de un nivel elevado de azufre (que compete por los sitios de absorción con el Se tanto en las plantas como en los animales), la alcalinidad favorece la absorción del Se por las plantas; los suelos agrícolas tienen un pH entre 6 y 7.5. (2, 10 11, 13, 21).

Se puede encontrar un estado de deficiencia en suelo cuando el contenido del Se sea inferior a 0.45 ppm, el contenido en pastos inferior a 0.02 ppm, y las concentraciones en la lana inferiores a 50 o 60 $\mu\text{g}/\text{Kg}$. En forrajes y granos se consideran que un contenido de 0.1 ppm es adecuado. (3, 9, 21, 21).

La deficiencia de Se y vitamina E suprime la respuesta inmunológica y provoca que los animales sean más susceptibles a padecimientos infecciosos, ya que los neutrófilos pierden su capacidad para fagocitar. La deficiencia primaria de vitamina E se presenta cuando los animales reciben heno o paja de poca calidad o raíces; los cereales, los pastos verdes y la paja fresca bien curada contienen buenas cantidades de ésta vitamina. (3, 14, 17, 22)

La actividad de glutatión peroxidasa (GSH-Px) constituye un buen índice del estado de Se de ovinos; el requerimiento de Se para hembras reproductoras y sus corderos es de 0.12 mg/Kg MS basado en los niveles de glutatión peroxidasa, los niveles de esta enzima en el tejido y en las células rojas de la sangre son consideradas como indicadores sensitivos de una dieta adecuada del contenido de Se en los corderos. El Se está directamente relacionado con la participación de 4 átomos de Se en la estructura de la enzima glutatión peroxidasa, y la principal función de ésta enzima es la reducción de peróxidos que normalmente se forman en los procesos bioquímicos; y la vit. E previene la formación de éstos peróxidos. (2, 2, 21).

En el forraje el Se se encuentra como una selenoproteína, que al ser ingerida se desdobla en seleno-amino-ácidos y se localiza en todos los tejidos en concentraciones variables. Los órganos con mayor concentración son: riñón, hígado, bazo, intestino, pulmón,

cerebro, músculo y en la lana; se elimina principalmente a través de la orina, heces y aire espirado, en forma de di y tri-metil selenitos. (2, 20).

El Cu es un micromineral necesario para los animales, tiene diferentes funciones como adecuada absorción de hierro, mielinización del SNC, promoción de la integridad estructural del hueso y formación de la elastina, así como formación de pigmentos e incorporación de grupos disulfuro en la queratina, lana y pelo. Las necesidades de Cu para mantenimiento en los ovinos son de 3.5 a 4.0 mg/Kg. El Cu se deposita en hígado y otros tejidos, si llega a torrente sanguíneo provoca hemólisis aumentando la mortalidad, la morbilidad es variable y se presenta a edad adulta. (1, 2, 7, 8, 10, 16, 27, 29, 30)

Las dietas altas en proteínas disminuyen la disponibilidad de Cu. El molibdeno (Mo) y el azufre (S) son sus principales antagonistas aumentando la excreción urinaria del Cu. Los pastos con 2 ppm de Cu son deficientes para ovinos, pero si el suelo contiene 2 ppm de Mo y el nivel de Cu en el forraje está entre 7 y 13 mg/Kg de MS es difícil que se presente ataxia enoética. (2, 20, 21, 27, 30).

En caso de estrés el Cu hepático es liberado al torrente sanguíneo en grandes cantidades y produce coagulación de proteínas y cambios oxidativos en membrana plasmática de los eritrocitos, los cuales se rompen y produce hemólisis intravascular, metahemoglobinemia y en algunos casos necrosis tubular renal, ésta última debido a la presencia de hemoglobina y Cu en altas concentraciones en el riñón. Para que la hemólisis ocurra es necesario que el Cu esté dentro de los eritrocitos de lo contrario no hay daño. (7, 13, 14, 20)

insuficientes de Cu; en la prevalencia estacional se presenta en primavera y verano, coincidiendo con la época en que el contenido de Cu de los pastos es más bajo y diferencia entre razas. En cuanto a susceptibilidad los Merinos tienen requerimientos más elevados del metal que los carneros de otras razas. Los requerimientos en ovinos depende de la dieta que lleven, factores genéticos, razas; una dieta adecuada para una raza puede ser tóxica para otra. Los ovinos Finnish Landrace tienen una concentración más baja de Cu en sangre que el Merino, y los valores del Merino son más bajos que algunas razas inglesas. (6, 13, 17, 26, 27, 28)

Los niveles inadecuados de Cu en lana de ovinos afecta a su rectitud y la fibrosidad de los filamentos debido tal vez a la queratinización inadecuada por oxidación imperfecta de los grupos sulfhídrico libres. La administración de Cu permite la oxidación de estos grupos libres, los cuales normalizan los procesos de queratinización en pocas horas. Cuando se presentan problemas de deficiencia de Cu se puede observar que la lana está en forma de cordel acorado, falta de rines, débil y poco elástica, falta de pigmentación de lana en ovinos negros y también se asocia a infertilidad; los corderos lactantes manifiestan incoordinación muscular, ataxia, parálisis parcial de los cuartos posteriores debido a una degeneración de la mielina de las fibras nerviosas, los corderos llegan a nacer débiles y pueden morir por no tener la fuerza suficiente para mamar. (10, 11, 19, 20, 22)

III - HIPOTESIS.

Los niveles de Cu y Se del suelo de Cuajumulco y Tres Marias se refleja en la lana de los ovinos que pastan en esa zona.

IV - OBJETIVO.

Correlacionar los niveles de Se y Cu con muestras de lana de ovinos que pastan con los del suelo de los poblados de Tres Marias y Cuajumulco. Verificar la aportación del Se y Cu dietético de los ovinos con la concentración aparecida en la lana de ovinos.

V. MATERIAL Y METODOS.

Se utilizaron 13 muestras de lana de las cuales 7 fueron de Tres Marias y 6 de Cuajomulco; así como también 28 muestras de suelo de la capa arable, 18 fueron de Tres Marias y 10 de Cuajomulco. Todas esas muestras de suelo fueron tomadas de los lugares donde pastan los rebaños. Las muestras de lana se tomaron a nivel de la coágula cortadas a ras de la piel. Para decidir el tipo de muestra se tomó en cuenta el costo y la facilidad de la obtención de la misma. Para la obtención de suero se requiere a dos personas para que una sujete al animal, la otra persona le sangra. El uso del hígado para la medición requiere del sacrificio del animal lo que implica pérdidas económicas que los ganaderos no están dispuestos a sufragar.

En un rebaño de Tres Marias se diagnosticó claudicación de miembros posteriores y distrofia muscular nutricional de los corderos. En Tres Marias los ovinos estuvieron en una explotación semientensiva ya que en la mañana pastan y en la tarde se les da su ración de paja y concentrado (que estuvo previamente balanceado). En Cuajomulco ellos se alimentaron con el pastoreo y los guardaron en corrales móviles, esto es, que cada 3 días cambiaron a los horreos de lugar donde durmieron. Están hechos de madera amarrados con cuerdas que cubren un área aproximada de 4 x 4 m para 20 horreos entre hembras machos y crías. Se procedió a tomar muestras de lana y suelo de la región (Tres Marias y Cuajomulco) para conocer los niveles de Se y Cu. La tierra se colectó en bolsas de papel, se identificó y se registró. Para la cuantificación del Se y el Cu de los suelos se pesó aproximadamente 1 g de muestra en balanza analítica con una exactitud de 0.001 g. Después se agregó ácido HCl al 1.5 %

y se mescló perfectamente a.b.p. 50 ml y se dejó reposar por 10 hrs. Se filtraron y se cuantificaron por espectrofotometría de absorción atómica con flama y con generación de borohidruros, según el elemento.

Para la preparación de las muestras de lana se lavaron dos veces con agua y jabón extra, se enjuagaron con agua destilada, se secaron por completo en horno de calor seco (50°C) y se digirieron con 5 ml de HNO₃ más 2 ml de ácido persulfúrico y calor en sistema de microondas. La cuantificación del Se se realizó por espectrofotometría de absorción atómica, bajo las especificaciones del fabricante del equipo. Para el Cs se determinó directamente con flama y la demás cuantificación para este elemento según el manual de operación del fabricante. Los resultados se graficaron y se analizaron de forma comparativa con los de *Chadornán* y de *Vilas Blancas* y los que cita la literatura, se realizaron comparativas de medias con la prueba T de "Student". (6)

y se mezcló perfectamente e.b.p. 50 ml y se dejó reposar por 24 hrs. Se filtraron y se cuantificaron por espectrofotometría de absorción atómica con flama y con generación de boroaldrucos, según el elemento.

Para la preparación de las muestras de lana se lavaron dos veces con agua y jabón común, se enjuagaron con agua desionada, se secaron por completo en horno de calor seco (50°C) y se digirieron con 5 ml de HNO₃ más 3 ml de ácido perclórico y calar en matras de microhidral. La cuantificación del Se se realizó por espectrofotometría de absorción atómica, bajo las especificaciones del fabricante del equipo. Para el Cu se determinó directamente con flama y la demás especificación para este elemento según el manual de operación del fabricante. Los resultados se graficaron y se analizaron en forma comparativa con los de Cuajomulco y de Tres Marias y los que cita la literatura, se realizaron comparación de medias con la prueba T de "student". (5)

VI.-RESULTADOS:

Los resultados obtenidos de la concentración de selenio en lana de ovinos de Tres Marias y Cuajomulco fueron 66.78 ppb para Tres Marias y de 7 ppb para Cuajomulco como lo muestra la figura 2, y existió una diferencia estadística entre ambos grupos por la prueba de t ($p < 0.05$). En cuanto al Cu en lana de ovinos de ambos grupos la concentración promedio fue de 13.31 ppm en los ovinos de Tres Marias y de 8.09 ppm en los de Cuajomulco, se observa que la concentración de Cu en Cuajomulco es aritméticamente menor pero no se mostró diferencia estadística entre ambos grupos por la prueba de t, como lo muestra la figura 1. Los resultados de Cu en suelos de Tres Marias y Cuajomulco fueron de 3.20 ppm en Tres Marias y de 2.86 ppm en Cuajomulco y no se observó diferencia estadística, se puede observar en la figura 4. La concentración de Se en suelo de Tres Marias y de Cuajomulco fue no detectable ($< 0.002 \mu\text{g/g}$) como lo muestra la figura 3. En el cuadro 1 se pueden ver claramente los resultados. De las 14 muestras de suelo de Tres Marias sólo 2 tuvieron concentraciones superiores al límite de detección del instrumento y fueron en promedio de 10 ppb.

VII.-DISCUSION:

La capacidad de absorción del Se y Cu por las plantas están supeditadas al pH. Los suelos agrícolas generalmente tienen un pH entre 6 y 7.5 que es el rango en el que mejor se desarrollan las plantas, pero en Tres Marias y Cuajumulco tienen un pH promedio de 5.4 y los suelos ácidos son desfavorables para el crecimiento y desarrollo de los cultivos pues al disminuir o aumentar el pH del suelo se frena el desarrollo de muchos microorganismos, disminuyen la disponibilidad de elementos nutritivos asimilables por las plantas (Rodríguez, 1980) Este cambio del pH favorece la disponibilidad de ciertos elementos tóxicos (Pb, Cd, Mo entre otros) que las raíces absorben. Las plantas forrajeras contienen Cu en sus partes reproductivas, el Se no es esencial pero es encontrado en forma ionizada y como selenito. Existen las plantas seleníferas que pueden llegar a tener más de 3000 ppm de Se y convertirse en tóxicas si la consumen por periodos prolongados o cortos dependiendo de la dosis. En esta zona no se encontraron plantas seleníferas, posiblemente debido a que el clima no es el adecuado y el suelo además de ser muy pobre en Se tiene un pH ácido (Ortiz 1983, Georgievskii 1980, Rodríguez, 1980).

El Cu en los animales se fija principalmente en hígado, médula ósea vertebral, bazo y páncreas. Dentro de sus funciones biológicas participa como protector de la piel en la pigmentación y queratinización en lana. Estos cambios de la lana ovina que afecta la rectitud y fibrosidad de los filamentos han sido usados como indicadores de deficiencia de Cu. Así mismo para clasificar la deficiencia de Se otros autores (Hunter 1982, Henderson 1986,

Jensen 1968) han recurrido a la cuantificación en la sangre de la coenzima Glutatión Peroxidasa que es un indicador eficaz pero como ya se había indicado anteriormente el Se se puede medir directamente resultando más económico (Gabbedy 1971, Segerson 1966).

Las concentraciones en lana de ovinos inferiores de 50 a 60 ppb son deficientes (Blood 1966, Gabbedy 1977, Neimann 1982 y Underwood 1977) y en el poblado de Tres Marias está sobre lo normal 66.75 ppb no así en el poblado de Cuajomulco que tiene 7 ppb, esta diferencia de resultados nos indica que existe un aporte de Se para los ovinos criados en Tres Marias.

Los suelos que contienen menos de (0.5 mg/Kg) 500 ppb (Blood 1966, Underwood 1977) de Se son deficientes y en los poblados de Tres Marias y Cuajomulco los niveles no fueron detectables (NED < 0.16 ppb). El contenido de Cu en lana ovina es de 6 a 8 ppm (Fraser 1969, Grace 1983, Segerson 1966), el poblado de Tres Marias tiene concentraciones más altas (13.31 ppm) y en el poblado de Cuajomulco es de 8.09 siendo similares a los descritos en este rango. El contenido de Cu en el suelo puede variar de 2 a 120 ppm, lo normal es 17.5 ppm (Grace 1983, Suttle 1975), los resultados que se obtuvieron en suelo de Tres Marias fué de 3.2 ppm y de Cuajomulco 2.56 ppm, los dos resultados están por debajo del límite inferior. Sin embargo en Tres Marias no existe relación de los niveles de Cu en el suelo y lana debido a los aportes dietéticos que reciben. De estos hallazgos se desprende la necesidad de la suplementación de las raciones de los ovinos en pastoreo para evitar este tipo de problemas locomotores en los corderos, baja fertilidad en las borregas y así mejorar

la productividad de los rebaños aparentemente debidas a la deficiencia de Co.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

VIII - LITERATURA CITADA.

1. Agricultural Research Council.: The requirement of ruminant livestock. Published by C. A. B. (1960).
2. Alloway W. H.: Selenium in the food chain. Cornell Vet. 63:153-167.(1973).
3. Blood D. C., Henderson J. Al, Radostits O. M., Arundel J. H. y Gay C. C.: Medicina Veterinaria. 5ta ed. Ed. Interamericana 1966.
4. Buck W. B., Cowell G. D. y Van Gelder G. A.: Toxicología Veterinaria Clínica y Diagnóstica. Ed. Agrifio Zaragoza. 1961.
5. Caple I. W. and Andrewartha K. A.: An examination of the selenium nutrition of sheep in Victoria. Aust. Vet. J. 54:160-167. (1960).
6. Daniel W.: Bioestadística, Ed. Linnæus, Noriega State University 1967.
7. Fraser A. and Stamp J. T.: Selenium. Sheep Husbandry and Diseases. 6th ed. Ed. RSP Professional Books. 1969.
8. Gabbedy B. J.: Effect of selenium on wool production, body weight and mortality of young sheep in western Australia. Aust.Vet.J. 47:310-321. (1971).
9. Gabbedy B. J., Masters H. and Bodington E.B.: White muscle disease of sheep and associated tissue selenium levels in Western Australia. Aust. Vet. J. 53:482. (1977).
10. Georgievskii V.I., Annenkov B.N.: Mineral Nutrition of Animals. Studies in the Agricultural and Food Sciences. Ed. Butterworths. 1960.
11. Grace H.D.: The Mineral Requirements of Grazing Ruminants. New Zealand Society of Animal Production. 1963.
12. Henderson D. C.: The Veterinary Book for Sheep Farmers.

- (1986).
13. Hidroglou M.: Zinc, copper and manganese deficiencies and the ruminant skeleton. Can. J. Anim. Sci. **60**:579-590. (1980).
 14. Humphreys D. J.: Toxicologia Veterinaria. 3ra ed. Ed. Interamericana. 1981.
 15. Hunter R. A., Peter D. W., Quinn M. P. and Siebert B. D.: Intake of selenium and other nutrients in relation to Se status and productivity of grazing sheep. Aust. J. Agric. Res. **33**:637-647. (1982)
 16. Hurley L., Keen C., Lonnardal B. and Rucker R.: Trace Elements in Man and Animals. Plenum Press. 1988.
 17. Ichmael J.: Copper methionate for parenteral copper therapy in sheep. Vet. Res. **101**:410. (1978).
 18. Jensen R., Swift's and Kimberling C. V.: Diseases of Breeding Sheep and Nursing Lambs, 3rd ed. 1988.
 19. Mudd A. J. and Mackie I. L.: The influence of vitamin E and Selenium on ewe prolificacy. Vet. Res. **93**:197-199. (1973).
 20. Nuth O. H.: Selenium responsive diseases in sheep. J. Am. Vet. Med. Assoc. **157**:1807-1811. (1970).
 21. Neimann A. S.: Sheep and Goat Production. Selenium toxicity. Edited by I.E. COOP, Lincoln College, Canterbury, New Zealand. 1982.
 22. Nutrient Requirements of Sheep. Subcommittee on Sheep Nutrition, Committee on Animal Nutrition Board on Agriculture, 6th ed. National Research Council. 1985.

23. Prynster D. I.: Glutathione Peroxidase and Selenium in Sheep. I. Effect of Intramuscular Selenium Pellets on Tissue Glutathione Peroxidase Activities. Aust. J. Agric. Res., **30**:695. (1979).
24. Prynster D. I., Anderson J. W. and McDonald J. W.: Glutathione Peroxidase and Selenium in Sheep. II. The Relationship between Glutathione Peroxidase and Selenium-Responsive Unthriftiness in Merino Lambs. Aust. J. Agric. Res., **30**:703. (1979).
25. Peter D. W.: Selenium supplementation of grazing sheep. III. Effects of supplementation of ewes before and/or after lambing on the selenium status, blood enzyme activities and growth of their lambs. Aust. J. Agric. Res. **31**:1017. (1980).
26. Rodriguez B. F.: Fertilizantes. Nutrición Vegetal. Ed. A.G.T., México, 1983.
27. Egerson E. C., Gunnsett F. C., and Gets W. R. Selenium-Vitamin E supplementation and production efficiency in ewes marginally deficient in selenium. Livestock Prod. Sci. **14**:149-159. (1986).
28. Suttle N. F. & Field A. C.: The effect of dietary molybdenum on hypocupraemic ewes treated by subcutaneous copper. Vet. Rec. **95**:165. (1974).
29. Suttle N. F.: Changes in the availability of dietary copper to young lambs associated with age and weaning. J. Agric. Sci. **84**:255-261. (1975).
30. Suttle N. F. Problems in the diagnosis and anticipation of trace element deficiencies in grazing livestock. Vet. Rec. **119**:148-152. (1974).
31. Underwood E. J.: Trace elements in human and animal nutrition. 4th ed. Academic Press. 1977.

23. Paynter D. I.: Glutathione Peroxidase and Selenium in Sheep. I. Effect of Intraruminal Selenium Pellets on Tissue Glutathione Peroxidase Activities. Aust. J. Agric. Res., 30:695. (1979).
24. Paynter D. I., Anderson J. W. and McDonald J. W.: Glutathione Peroxidase and Selenium in Sheep. II. The Relationship between Glutathione Peroxidase and Selenium-Responsive Unthriftiness in Merino Lambs. Aust. J. Agric. Res., 30:703. (1979).
25. Peter D. W.: Selenium supplementation of grazing sheep. III. Effects of supplementation of ewes before and/or after lambing on the selenium status, blood enzyme activities and growth of their lambs. Aust. J. Agric. Res. 31:1017. (1980).
26. Rodríguez S. F.: Fertilizantes. Nutrición Vegetal. Ed. A.G.T., México, 1983.
27. Segerson E. C., Gunsett F. C., and Gets W. R. Selenium-Vitamin E supplementation and production efficiency in ewes marginally deficient in selenium. Livestock Prod. Sci. 14:149-159. (1986).
28. Suttle N. F. & Field A. C.: The effect of dietary molybdenum on hypocupraemic ewes treated by subcutaneous copper. Vet. Rec. 95:165. (1974).
29. Suttle N. F.: Changes in the availability of dietary copper to young lambs associated with age and weaning. J. Agric. Sci. 84:255-261. (1975).
30. Suttle N. F. Problems in the diagnosis and anticipation of trace element deficiencies in grazing livestock. Vet. Rec. 119:148-152. (1974).
31. Underwood E. J.: Trace elements in human and animal nutrition. 4 th ed. Academic Press. 1977.

32. Underwood E. J.: **The Mineral Nutrition of Livestock. Second Edition, Academic Press 1963.**
33. Van Rysseghem V. J. B., Bradford G. D.: **An Assessment of the selenium, copper and zinc status of sheep on cultivated pastures in the natal midlands. S. Afr. Vet. Ass. 69:156-161. (1992).**

32. Underwood E. J.: **The Mineral Nutrition of Livestock. Second Edition, Academic Press 1963.**
33. Van Rysseghem V. J. B., Bradfield G. D.: **An Assessment of the selenium, copper and zinc status of sheep on cultivated pastures in the natal midlands. S. Afr. Vet. Ass. 63:156-161. (1992).**

Cuadro 1

Resultados del análisis de Se y Cu en lana de ovinos y suelo de Tres Marias y Cuajomulco Edo. de Morelos.

Muestra		Lugar	n	\bar{x}	σ^2	σ	$E\sigma$
Lana	Se	Tres Marias	4	66.75	4943.6	70.31	35.15
		Cuajomulco	3	7	3	1.73	1
	Cu	Tres Marias	6	13.31	359.16	18.95	7.73
		Cuajomulco	5	8.09	5.87	2.42	1.083
Suelo	Se	Tres Marias	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD
		Cuajomulco	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD
	Cu	Tres Marias	12	3.2	3.44	1.85	0.53
		Cuajomulco	10	2.56	14.75	3.84	1.21

n = muestra
 \bar{x} = promedio
 σ^2 = varianza
 σ = desviación estandar
 $E\sigma$ = error estandar
 NSD = Niveles no detectables < 0.16ppb

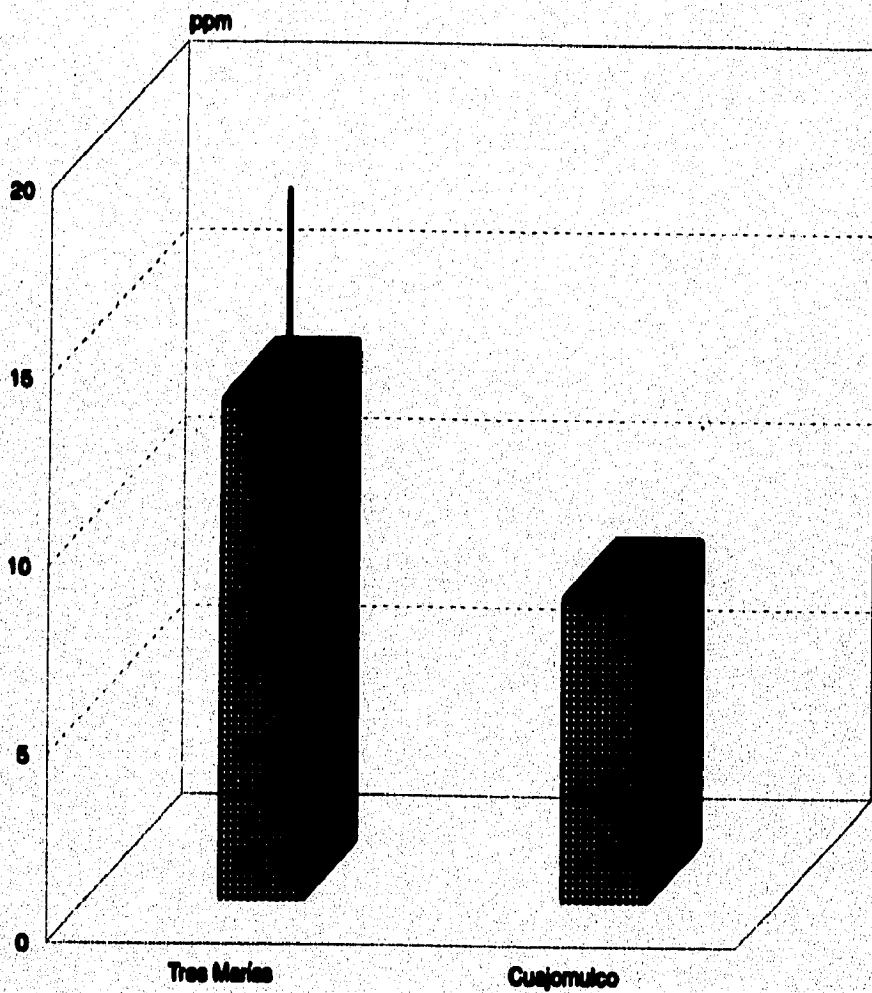


Figura 1. Concentracion de Cu en lana de ovinos de Tres Mariás y Cuajomulco Mor. Mex.

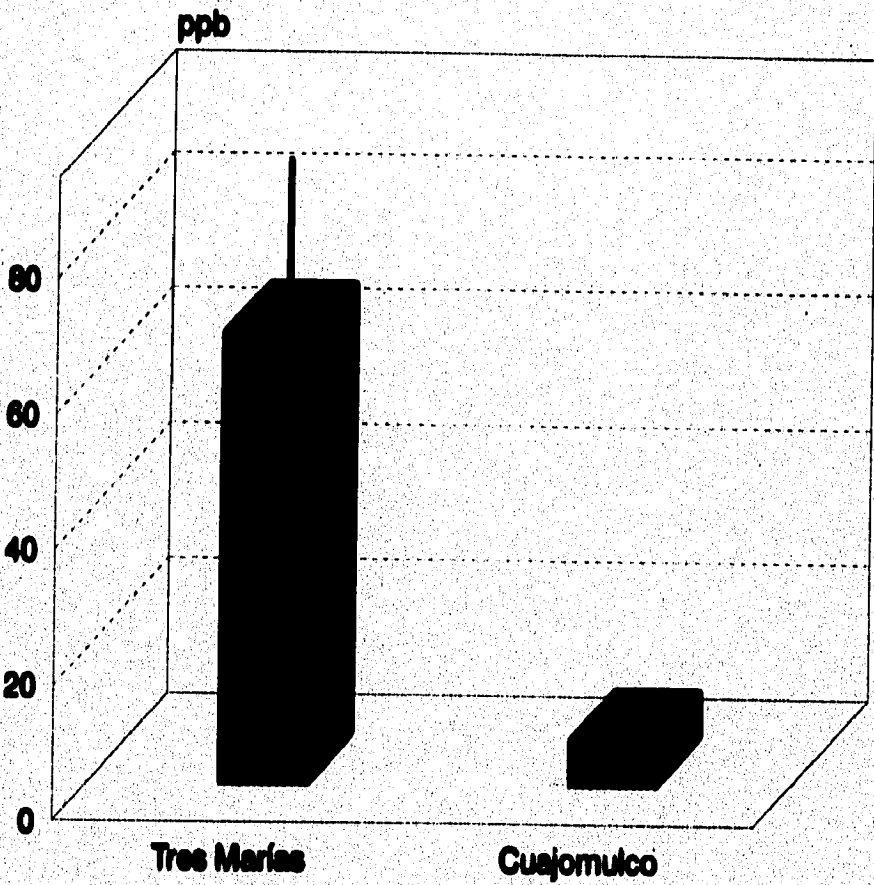


Figura 2. Concentración de Se en lana de ovinos de Tres Marías y Cuajomulco Mor. Mex.

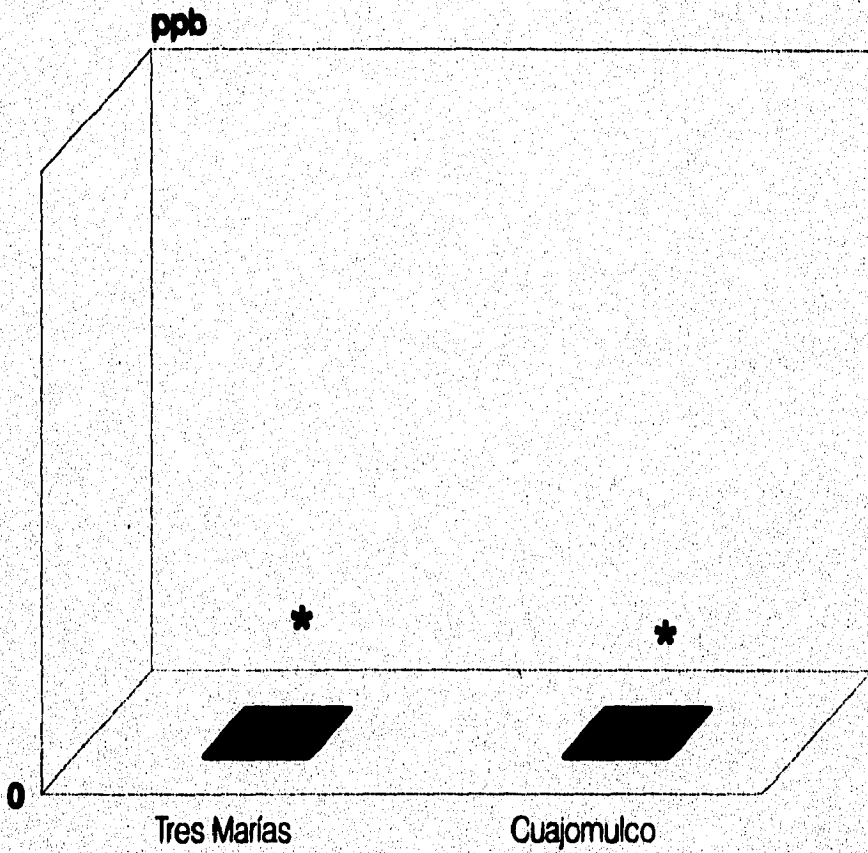


Figura 3. Concentración de Se en suelo de Tres Marias y Cuajomulco Mor. Mex.

* NSD < 0.002 $\mu\text{g/g}$

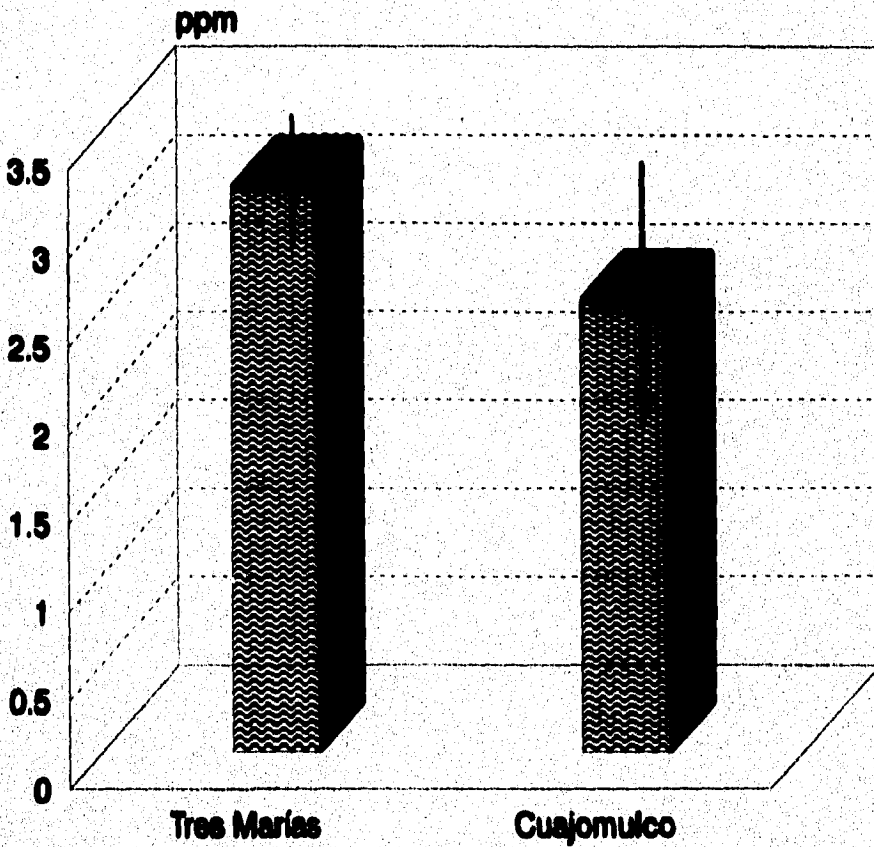


Figura 4. Concentración de Cu en suelo de Tres Marías y Cuajomulco Mor. Mex.