

01673



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**EVALUACION DE COMPRIMIDOS INTRARRUMINALES DE
SELENIO SOBRE PARAMETROS PRODUCTIVOS,
SANGUINEOS Y DE LANA EN BORREGOS EN PASTOREO.**

TESIS

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
PRODUCCION ANIMAL: NUTRICION Y
ALIMENTACION ANIMAL**

PRESENTADA POR

MIGUEL ANGEL BLANCO OCHOA

DIRECTORES DE TESIS:

**MVZ. M.C. Alfredo Kurt Spross Suárez
MVZ. MSc. René Rosiles Martínez
MVZ. Esp. Andrés E. Ducoing Watty**



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D.F.

1997



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



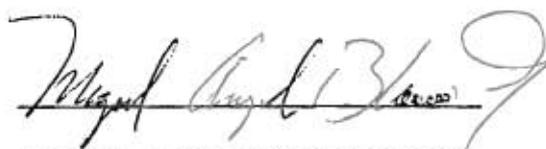
UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

El autor da su consentimiento a la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México para que esta tesis esté disponible para cualquier tipo de reproducción e intercambio bibliotecario.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Miguel Ángel Blanco Ochoa', written over a horizontal line.

MIGUEL ANGEL BLANCO OCHOA

CONTENIDO

| | Pag. |
|--|------|
| DEDICATORIAS..... | i |
| AGRADECIMIENTOS | ii |
| LISTA DE CUADROS..... | iii |
| LISTA DE FIGURAS..... | iv |
| RESUMEN..... | v |
| ABSTRACT | vi |
| 1.-INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA:..... | 1 |
| 1.1.1 El selenio (Se):..... | 1 |
| 1.1.2 Distribución del Se en suelo y plantas:..... | 1 |
| 1.1.3 Metabolismo del Se en los rumiantes: | 3 |
| 1.1.4 Enzima Glutación Peroxidasa (GSH-Px):..... | 4 |
| 1.1.5 Distribución corporal del Se: | 5 |
| 1.1.6 Efecto de la complementación de Se en ovinos:..... | 6 |
| 1.2 JUSTIFICACIÓN:..... | 8 |
| 1.3 OBJETIVOS..... | 11 |
| 1.4 HIPOTESIS..... | 11 |
| 2.- MATERIAL Y METODOS | 12 |
| 2.1 ELABORACIÓN DE LOS COMPRIMIDOS: | 12 |
| 2.2 FASE EXPERIMENTAL:..... | 13 |
| 2.2.1 Localización:..... | 13 |
| 2.2.2 Formación de los grupos experimentales y administración de comprimidos:..... | 13 |

| | Pag. |
|--|------|
| 2.2.3 Alimentación: | 13 |
| 2.2.4 Pesaje de los animales: | 14 |
| 2.2.5 Muestreo: | 14 |
| 2.2.6 Determinación y cálculo del Se:..... | 14 |
| 2.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS: | 15 |
| 3.- RESULTADOS..... | 17 |
| 3.1 ALIMENTO: | 17 |
| 3.2 COMPRIMIDOS:..... | 17 |
| 3.3 SANGRE: | 17 |
| 3.4 GANANCIA DE PESO: | 19 |
| 3.5 LANA: | 19 |
| 4.- DISCUSION | 21 |
| 4.1 CONCENTRACIÓN DE SE EN LOS ALIMENTOS:..... | 21 |
| 4.2 CONCENTRACIÓN DE SE EN LA SANGRE: | 21 |
| 4.3 GANANCIA DE PESO EN LAS BORREGAS:..... | 24 |
| 4.4 CONCENTRACIÓN DE SE EN LA LANA: | 25 |
| 5.- CONCLUSIONES..... | 27 |
| 6.- RECOMENDACIONES..... | 28 |
| 7.- LITERATURA CITADA | 29 |

DEDICATORIAS

A LA MEMORIA DE UN GRAN SEÑOR,
A MI PADRE POR TODAS SUS ENSEÑANZAS:

JOSE MANUEL BLANCO SOTRES *q.e.p.d.*

A MI MADRE POR TODO SU AMOR:

IRMA OCHOA VDA. DE BLANCO

A MI ESPOSA POR SU COMPAÑIA, PACIENCIA Y AMOR:

MARIA DOLORES DE BRITTO VELHO DE BLANCO

Y A MIS HIJAS QUE SON MI INSPIRACION:

ANA MARIA Y LETICIA BLANCO DE BRITTO VELHO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, y principalmente al Laboratorio de Toxicología por la oportunidad y el apoyo que recibí para la elaboración de éste trabajo.

Al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, por la confianza que tuvieron en mí.

Especialmente a los Drs. René Rosiles Martínez y Eloisa Otero Arnaíz por su valiosa ayuda en el laboratorio.

Y al CONACYT por el financiamiento otorgado para la realización de mis estudios de Maestría.

LISTA DE CUADROS

| | | |
|-----------------|--|-----------|
| Cuadro 1 | Concentraciones de Se (ng/g) en los ingredientes alimenticios ofrecidos a borregas..... | 37 |
| Cuadro 2 | Concentraciones de Se sanguíneo (ng/g) en las borregas que recibieron comprimidos con y sin Se..... | 38 |
| Cuadro 3 | Ganancia diaria de peso (kg/día) en corderas que recibieron diferentes concentraciones de Se en comprimidos intrarruminales..... | 39 |
| Cuadro 4 | Concentraciones de Se (ng/g) en lana de borregas que recibieron comprimidos intrarruminales con y sin Se..... | 40 |

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Concentraciones de Se sanguíneo (ng/g) en las borregas que recibieron comprimidos con y sin Se..... **41**
- Figura 2** Concentraciones de Se (ng/g) en lana de borregas que recibieron comprimidos intrarruminales con y sin Se..... **42**

RESUMEN

BLANCO OCHOA MIGUEL ANGEL.: EVALUACION DE COMPRIMIDOS INTRARRUMINALES DE SELENIO SOBRE PARAMETROS PRODUCTIVOS, SANGUINEOS Y DE LANA EN BORREGOS EN PASTOREO. Asesorado por: MVZ M.C. Alfredo Kurt Spross Suárez, MVZ MSc. René Rosiles Martínez y MVZ Esp. Andrés E. Ducoing Watty.

La distribución de Selenio (Se) sobre la superficie terrestre, determina regiones con niveles naturalmente diferentes, provocando en ocasiones una baja disponibilidad de éste elemento en los forrajes y granos que deben ser consumidos por los animales en producción. Existen varias formas de complementación de Se, la administración oral de comprimidos intraruminales permite obtener niveles adecuados por varios años. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la administración oral de comprimidos intraruminales con Se sobre la ganancia diaria de peso y la concentración de éste elemento en sangre y lana en corderas en pastoreo. Se les administraron por vía oral comprimidos de Se a 30 borregas del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina (CEIEPO), de la FMVZ. UNAM. 10 con 4.6%, 10 con 1.0% y 10 sin Se. Las corderas se mantuvieron en pastoreo diurno en praderas de Rye grass, ofreciéndoseles también alimento balanceado sin Se y paja de avena. Durante 3 meses, cada 15 días, en 6 muestreos se determinó la ganancia diaria de peso y se tomaron muestras de sangre, lana y de los alimentos que consumían los animales para determinar los niveles de Se, utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica. Las concentraciones de Se en los forrajes ofrecidos se consideraron como deficientes y las del concentrado como moderadas. En cuanto a la ganancia diaria de peso se concluye que no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos. Se incrementaron significativamente ($p < 0.05$) las concentraciones de Se sanguíneo en los animales que recibieron comprimidos con 4.6%, lográndose aportar cantidades mayores a las recomendadas nutricionalmente. Se concluye que la lana también puede ser utilizada como referencia para determinar las concentraciones de Se en los animales complementados, pero considerando siempre su gran variabilidad.

Palabras claves: Selenio, comprimidos intraruminales, ovinos, pastoreo, sangre y lana.

ABSTRACT

BLANCO OCHÓA MIGUEL ANGEL: INTRARUMINAL MINERAL SELENIUM BOLUS EVALUATION THROUGH BLOOD AND WOOL SELENIUM CONCENTRATION AND WEIGHT GAIN IN GRASSING LAMBS. Advised by: MVZ M.C. Alfredo Kurt Spross Suárez, MVZ MSc. René Rosiles Martínez y MVZ Esp. Andrés E. Ducoing Watty.

Selenium (Se) concentration in the earth cortex will determine regional Se distribution, so natural and cultivated grasses will contain Se as a reflex of soil concentration. There are different ways of Se supplementation, in animals. The oral mineral bolus will be one choice and will stay in the rumen for several months or years. The objective of this research was to find out the intraruminal Se administration of cement bolus through blood and wool Se concentration and weekly weight gain in female lambs during 3 months period. Se Bolus were made with: 1% Se, 4.6% Se and without it (5 g weight each bolus). They were orally administered to each lamb of the 3 groups and each group was formed of 10 lambs. Lambs were grazing during the day time and received 250 g concentrated feed with no Se added. According to daily weight gain values, there was no statistical difference among the 3 groups. Mean blood Se (182.0 ng/g) and wool Se (341.7 ng/g) concentrations were maintained during the 3-month monitored period in the 4.6% Se group which were considered as adequate. Control and 1% Se groups had no meaningful blood or wool Se concentrations. Because of these findings 4.6% Se content, 5 g weight cement bolus are recommended as supplementary for grazing lambs.

Keywords: Selenium, intraruminal mineral selenium bolus, sheep, lambs, weight gain, grazing, blood and wool.

1.-INTRODUCCION

1.1 Revisión de la literatura:

1.1.1 El selenio (Se):

El selenio existe naturalmente en varios estados de oxidación, algunas de estas formas son inestables. La distribución del Se sobre la superficie terrestre determina regiones con niveles naturalmente diferentes. No obstante procesos geofísicos y biológicos están relacionados con el estado de oxidación del Se presente. Algunas actividades antropogénicas como las industriales, son responsables de la redistribución del Se. Entre ellos figuran el uso de varillas de Se para el refinamiento del cobre; las industrias relacionadas con la producción de vidrio y de equipos electrónicos, o la inclusión de Se en productos manufacturados. El uso de fertilizantes conteniendo Se constituye el aporte del elemento en el medio ambiente (31).

1.1.2 Distribución del Se en suelo y plantas:

El contenido de Se varía ampliamente en el suelo, lo cual depende del origen geológico y el pH del mismo, incluyendo la precipitación pluvial y la interacción con otros minerales presentes (2, 31).

Las deficiencias de Se ocurren en amplias áreas del mundo. En general, suelos derivados de rocas de origen reciente, arenas graníticas y pumíceas son deficientes en Se (1, 2). A medida que aumenta la cantidad de arena en el suelo disminuyen los niveles de Se, hallazgo que ocurre también en los suelos ácidos (1). Por el contrario, suelos arcillosos y ricos en materia orgánica mantienen una mayor concentración de Se debido a su mayor retención de agua y al aumento de la superficie de contacto para los distintos elementos y por lo tanto un aumento en el intercambio catiónico (31).

La fertilización del suelo afecta la disponibilidad del Se; después de la aplicación de superfosfato se incrementa el agotamiento de éste elemento en el

perfil del suelo (56). El pH ácido del suelo bloquea la disponibilidad del Se en el suelo, mientras que el pH alcalino la facilita (1).

Se considera que las concentraciones de Se en el suelo de 0.1 a 0.5 ppm, son adecuadas y que valores menores a 0.09 ppm, son deficientes (56).

La geografía y el clima influyen sobre el contenido de Se en las plantas, observándose que cuando éstas se desarrollan en suelos derivados de rocas ígneas, arenosos y/o con elevada precipitación pluvial presentan valores bajos, ya que el Se es removido por filtración (1).

El contenido de Se en la planta también se ve influido por la especie vegetal, la forma química y la cantidad del elemento, además de otros factores relacionados con el suelo, como la presencia de concentraciones elevadas de zinc, cobre, plata, cadmio, mercurio y arsénico. Estas condiciones disminuyen la capacidad de absorción de Se y la biodisponibilidad para el animal (68).

Por otra parte, diferentes especies de plantas varían en su habilidad para acumular Se, además de que el elemento tomado por la planta varía por el efecto del crecimiento estacional, situación que afecta su concentración por dilución durante el periodo de rápido crecimiento de la planta (5).

Los niveles de Se en la planta parecen estar reducidos por dilución después de la fertilización con azufre, provocando un incremento en el crecimiento porque al parecer existe un antagonismo metabólico suelo-planta (2, 48). Otra causa que reduce la disponibilidad del Se en las plantas es su transformación a selenatos y a Se elemental, formas que no son disponibles para la planta (1).

La cantidad de Se en el suelo, no es indicio de disponibilidad del elemento para la planta. El criterio diagnóstico sugiere que en los forrajes y granos la concentración adecuada de Se es de 0.1 ppm; de 0.075 a 0.1 ppm es moderada; de 0.05 a 0.075 es baja y concentraciones menores de 0.05 se consideran deficientes (9).

1.1.3 Metabolismo del Se en los rumiantes:

En los rumiantes, el Se es un elemento que se absorbe fácilmente en el tracto gastrointestinal; el duodeno es el principal sitio de absorción. Se ha observado que las bacterias ruminales son capaces de metabolizar el Se inorgánico e incorporarlo a la proteína microbiana en forma de selenometionina; el incremento en la retención probablemente refleje las grandes demandas por los tejidos (5, 40).

Se ha determinado que la presencia de azufre en el animal influye sobre el metabolismo del Se, encontrándose que con cantidades elevadas de azufre la eliminación del Se es mayor. El metabolismo de estos elementos está íntimamente relacionado, utilizan probablemente la misma ruta metabólica y el mismo sistema de transporte, en donde los dos elementos compiten por los mismos sitios de absorción, lo cual está relacionado con el nivel de concentración y la forma del Se (28).

Después de la absorción, el Se es transportado al plasma donde está aparentemente ligado a proteínas plasmáticas y globulinas (75). *In vitro* se ha observado la incorporación del Se a la mioglobina, citocromo C, enzimas musculares, miosina y aldolasa. El Se se encuentra en todas las células en selenoproteínas, en aminoácidos azufrados y en ácidos aminocilnucléicos (47).

A partir de las proteínas plasmáticas el Se entra en todos los tejidos, considerándose que la concentración en el cuerpo varía con la especie y con la cantidad del elemento ingerido (5, 73).

El criterio diagnóstico sobre las concentraciones de Se en la sangre de ovinos sugiere que valores menores de 0.05 ppm son deficientes, de 0.051 a 0.075 ppm son marginales bajos; de 0.076 a 0.1 son marginales y mayores de 0.1 son adecuados (79).

En los rumiantes, el Se se elimina principalmente a través de las heces, observándose dos fases: una inicial de rápida eliminación y una segunda de eliminación gradual. La primera está afectada por la dosis administrada y por el

estado del Se en el animal. La segunda fase, la de excreción, solo es afectada por el estado del Se en el animal (62).

Existe una importante interrelación entre la vitamina E y el Se en la prevención del daño oxidativo tisular. La vitamina E ejerce una función central en la protección de las membranas celulares contra la lipoperoxidación, especialmente las membranas ricas en lípidos polinsaturados como las membranas de las mitocondrias y el retículo endoplasmático (46, 76). El Se, los aminoácidos que contienen azufre y la vitamina E actúan sinérgicamente para proteger a los tejidos contra el daño oxidativo (68).

1.1.4 Enzima Glutación Peroxidasa (GSH-Px):

El principal valor biológico del Se es formar parte de la GSH-Px, ésta enzima contiene un átomo de Se por subunidad. La GSH-Px es una enzima soluble presente en el citosol y en la matriz mitocondrial de las células, pero la mayor cantidad de esta enzima se encuentra en los eritrocitos (72, 81).

Por otro lado, la GSH-Px que depende del Se presente en la dieta, desempeña un papel importante en la detoxificación de peróxidos lípidos a hidroxilácidos grasos no tóxicos (64). La presencia de ácidos grasos insaturados en la dieta aumenta los requerimientos de vitamina E y con un nivel inadecuado de Se en ella, se produce la oxidación que provoca degeneración y necrosis tisular (63).

La principal función de la GSH-Px es el mantenimiento apropiado de bajos niveles de peróxido de hidrógeno y otros hidroperóxidos en la célula. La acumulación de estas sustancias reactivas conduce a disfunción y muerte de la célula (68).

Las deficiencias nutricionales de Se provocan disminución de la actividad de la GSH-Px (6), por lo tanto el principal efecto bioquímico del elemento es mantener la actividad enzimática ya que esta actividad está relacionada con la concentración de Se en sangre, la cual depende de su constante ingestión en la dieta (53).

1.1.5 Distribución corporal del Se:

Desde que el Se fue reconocido como un elemento esencial en la dieta se han utilizado varios tejidos corporales para determinar la concentración del Se en el animal, además de la GSH-Px (15, 16, 33, 71).

La vida media del Se es diferente en los diversos tejidos; en hígado y riñón es de 8-14 días y en músculo es de 18-28. Se ha observado que no existe acumulación en el sitio de aplicación cuando se administra por vía parenteral (29, 50). Los niveles de Se en los diferentes tejidos están en relación directa con los que existen en la dieta (18, 26, 38).

Las concentraciones tisulares de Se en las vacas gestantes afectan directamente las concentraciones de Se en los diversos tejidos de sus fetos. Los bajos niveles de Se en la madre son factores predisponentes de la miodegeneración nutricional congénita (22).

Las concentraciones tisulares de Se encontrados en corderos con edad de 0 a 90 días indican que la edad a la que se afectan más drásticamente, por una deficiencia del mineral, es de 31 a 45 días. De aquí surge la diferencia entre la forma congénita y tardía de presentación de miopatía nutricional.

Si la disponibilidad de Se en las áreas de pastoreo para las madres es deficiente, esto repercutirá en los corderos como retraso en el crecimiento, mala conversión alimenticia, caquexia progresiva y problemas en miembros locomotores (4, 7). Además se ha observado que los corderos selenodeficientes muestran inmunodepresión, sobre todo en la concentración de Ig G sérica (32, 77).

La concentración de Se y vitamina E en los tejidos ha sido empleada como una guía para predecir la ocurrencia de la enfermedad del músculo blanco (27). Niveles bajos de alfa-tocoferol (0.34 mcg/g) fueron encontrados en el músculo cardíaco de becerros afectados con esta enfermedad (51, 65, 66).

En hígados de ovinos, niveles menores de 0.12 ppm de Se (base húmeda) se consideran deficientes y niveles de 0.21 ppm se consideran niveles mínimos de

seguridad (74). Las concentraciones de Se decrecen en bazo, pulmones, cerebro, corazón, lana con grasa, y el hueso posee los niveles más bajos (16, 38).

1.1.6 Efecto de la complementación de Se en ovinos:

Experimentalmente, en corderos de 5 meses de edad que recibieron 5 mg de Se vía oral en forma de selenito y que fueron evaluados de 2 a 6 semanas después, se observó un descenso en la mortalidad de un 27 a 8 % como resultado del tratamiento, además de encontrarse ganancias de peso altamente significativas. Este y otros trabajos concluyeron que las mejores dosificaciones eran 1 mg de Se a la primera aplicación y de 1 a 5 mg de Se con intervalos de 3 meses a partir del momento de iniciado el tratamiento (45).

La sal con minerales vestigiales, reforzada con 26 mg/kg de Se sódico ofrecida a voluntad a ovejas y corderos reduce la incidencia de padecimientos sin aumentar las concentraciones tisulares por encima de las descubiertas naturalmente en algunos corderos sin suplementar en distintas zonas (11, 36).

La adición de Se en la dieta fue aprobada para el ganado lechero, ovinos y porcinos desde 1979, inicialmente a niveles de 0.1 mg/kg de materia seca y desde 1987 se aprobó el incremento de la concentración a 0.3 mg/kg de materia seca. Por lo que una dosificación de 5 mg/kg de peso al mes cubre el 100% de los requerimientos de un animal de 45 kg de peso vivo (20).

Las inyecciones subcutáneas directas generalmente de Se sódico o la dosificación oral con este compuesto en dosis de 1 a 5 mg para ovejas con intervalos de 3 meses después de la primera aplicación, constituyen los procedimientos más comunes para evitar la presentación de padecimientos que responden al Se en los animales alimentados con pastos nativos (10, 11).

La aplicación intramuscular repetida de selenito sódico con dosis mayores puede incrementar los niveles de Se en sangre de ovejas tratadas, sin provocar concentraciones excesivas o peligrosas en los tejidos comestibles de los animales tratados (12, 77).

Se han usado comprimidos de vidrio soluble que contienen cobalto (Co), Se y cobre (Cu) desarrollados para ser utilizados en borregos y ganado. En los rumiantes estos comprimidos se disuelven en el rumen y controlan las deficiencias y la relación de esos minerales traza. Se fabricaron tres tamaños, de 17 g para corderos, de 35 g para borregos y de 100 g para bovinos. Los utilizados en corderos tenían 5 g de Co/kg como óxido de Co, 3 g/kg de Se y 134 g de Cu/kg como óxido de Cu (37).

La utilización de comprimidos de vidrio soluble conteniendo Co, Se y Cu corrigen o evitan las deficiencias de esos minerales en los corderos, considerándose como una buena alternativa de tratamiento, particularmente si existen deficiencias de más de un micromineral (17).

Los comprimidos de vidrio solubles se administran por vía oral y son retenidos en el retículo-rumen para luego ser disueltos, provocando y controlando su disociación en el líquido ruminal. Contienen por peso, 13.4% de Cu, 0.5% de Co y 0.3% de Se y un peso total de 34 - 35 g; son cilíndricos y tienen como base vidrios de fosfato (34).

También se ha investigado un prototipo de bolas de vidrio solubles para administración por vía oral conteniendo 0.25% de Se, 0.47% de Co y 13.2% de Cu, midiendo 5.03 cm por 1.81 cm y con un peso de 34 a 36 g (55).

El uso de implantes subcutáneos de vidrio soluble, también ha sido investigado, concluyéndose que su utilización no es recomendable porque causan reacciones adversas, además de algunas precipitaciones que seguidamente causan daño a los tejidos (3, 49). Sin embargo se observó que la utilización de depósitos subcutáneos de selenito de bario es una buena alternativa para proteger por largo tiempo deficiencias de Se en los borregos (35).

Algunos autores experimentaron con la administración de comprimidos intrarruminales, que pesaban 10 g y contenían Se al 5% e hierro (Fe) al 95%, como una forma de proveer Se continuamente y por un tiempo prolongado a los animales, obteniendo en todos los casos buenos resultados (8, 30, 39, 61 y 80).

Al suministrar Se en forma de comprimidos intrarruminales, se encontró que la concentración de Se en sangre aumentaba conforme aumentaba la concentración en el comprimido intrarruminal, siendo estadísticamente significativo. La concentración de Se en el comprimido variaba conforme aumentaba el tiempo de permanencia, siendo mayor la concentración a los 30 meses en los comprimidos que contenían 8 y 10% de Se en comparación con los de 2 a 6%. También se evaluó la adición de un comprimido con 6 a 10% de Se o la de dos comprimidos con la mitad de concentración de Se, encontrando que los comprimidos que contenían el total de la concentración permitían mayores concentraciones de Se y por mayor tiempo. Se observaron resultados similares a los anteriores cuando se evaluó la concentración del Se en el plasma y en los tejidos destinados al consumo humano (43).

Al evaluar los comprimidos que contenían hasta 20% de Se, se observó que no se afecta el crecimiento ni la producción de lana de las borregas en pastoreo y que aparentemente no se altera tampoco su salud (42).

Los comprimidos comerciales contienen un 5% de Se y en algunos casos su vida efectiva es menor a los 2 años (41). Algunos comprimidos pueden contener del 10 al 15% de Se y tener una duración mayor a 4 años (14). Sin embargo es posible que estos comprimidos puedan liberar altas cantidades de Se, particularmente durante el primer año, arriesgando a las borregas a sufrir una intoxicación de tipo clínico o subclínico, incluyéndose efectos indeseables en la productividad y en la cantidad de Se en los tejidos destinados al consumo humano (43).

Donald (14) descubrió que la duración de un comprimido puede variar por una gran cantidad de factores, pero particularmente por la cantidad de Se que contenga dicho comprimido.

1.2 Justificación:

La ovinocultura es una actividad pecuaria importante en México, situada en zonas aptas para la cría y aprovechamiento de los ovinos, no obstante, la

interacción de factores de tipo social y económico generalmente obstaculizan su desarrollo.

Bajo estas características, la alimentación juega un papel importante en cualquier sistema de producción representando una fuerte limitante en la producción animal (77).

Por la acción que ejerce el Se en el desarrollo y la producción animal es importante evaluar el sistema suelo - planta - animal, ya que se ha observado que suelos deficientes poseen baja disponibilidad para las plantas y forrajes que crecen en las zonas de pastoreo de los ovinos y que esto a su vez se transmite a los animales (59).

Se considera que el aporte nutricional de los pastos puede variar significativamente en su composición química durante las diferentes épocas del año, sobre todo en materia seca donde se incluyen los minerales (1, 5). Los minerales requieren de especial atención y cuidado como nutrientes esenciales en la alimentación de los ovinos, ya que participan en numerosas actividades metabólicas como cofactores, necesarios para mantener el equilibrio corporal y el metabolismo basal de los diversos nutrientes (7, 52, 69).

Guerrero (23) señala que la zona de Cuajomulco y Tres Marías, Mor. en donde generalmente se desarrolla una ganadería ovina en pastoreo y donde se les ofrece a los animales concentrados y minerales en el pesebre, produce grandes cantidades de forrajes que son carentes de Se y Cu.

Desde hace algunos años, las investigaciones han indicado que la concentración de Se en la dieta influye en el metabolismo de los rumiantes (57). Esto ha sido observado en áreas deficientes de Se, por lo que la adición de Se o la combinación de Se-vitamina E en la dieta del animal es capaz de prevenir pérdidas anuales en las distintas especies domésticas (18, 38).

El Se es un eficaz preventivo de importantes disturbios nutricionales. Algunos autores han observado efectos positivos sobre ganancia de peso, sobrevivencia de corderos recién nacidos, respuesta inmune e incremento en la

fertilización cuando se mantienen adecuados niveles de Se en la dieta (57, 60, 70).

Estudios realizados en ovinos y bovinos productores de carne demostraron que existe un efecto significativo entre la complementación con Se, la ganancia de peso y la disminución de mortalidad en animales jóvenes. De aquí se concluye que la complementación con Se es positiva en el incremento de la eficacia productiva en animales marginalmente deficientes en Se (67, 78)

También se ha demostrado, en experimentos de campo, con ovinos selenodeficientes, que la complementación con Se aumenta la respuesta de anticuerpos frente a diferentes patógenos (44, 77). Diversas preparaciones de Se y vías de administración de éstas han sido estudiadas; como la complementación en la dieta, en el agua de bebida, inyección hipodérmica y la administración de comprimidos intraruminales. En estos estudios se ha observado que las características de administración influyen en los niveles tisulares y que los tratamientos de complementación con Se dependen de las circunstancias de cada caso (11, 33, 57, 60).

Por lo anteriormente descrito, los comprimidos de Se intraruminales pueden utilizarse para proveer el complemento de Se que requieren las borregas en pastoreo a bajo costo y por todo el tiempo de vida productiva de los animales, ya que un solo comprimido puede ser efectivo por varios años.

1.3 OBJETIVOS

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la administración de comprimidos intrarruminales con Se sobre la ganancia diaria de peso y la concentración de éste elemento en sangre y lana en corderos en pastoreo.

1.4 HIPOTESIS

La adición de comprimidos intrarruminales de Se cubrirá las necesidades nutricionales de este elemento en los ovinos tratados y mejorará la ganancia diaria de peso de los mismos.

2.- MATERIAL Y METODOS

2.1 Elaboración de los comprimidos:

Para el desarrollo del presente trabajo, se fabricaron comprimidos en el Laboratorio de Toxicología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México para administrárselos por vía oral a 30 ovinos. Los comprimidos de Se se elaboraron utilizando selenito de sodio que contiene 46% de Se, sulfato de Cu con 30% de Cu y cemento del que se utiliza para la fabricación de amalgamas e incrustaciones dentales, con el fin de aprovechar la liberación lenta y prolongada.

Para los comprimidos que contenían el 1% de Se, se mezclaron 0.227 g de selenito de sodio, 2.273 g de sulfato de Cu y 7.0 g de cemento. Los comprimidos que contenían 4.6% de Se, se fabricaron al mezclar 1.0 g de selenito de sodio, 2.5 g de sulfato de Cu y 6.5 g de cemento. También se elaboraron comprimidos sin Se, a los que solamente se les adicionó cemento 7.5 g y sulfato de Cu 2.5 g.

Los ingredientes para cada tipo de comprimido se pesaron según el caso, calculándose que cada comprimido tuviera un peso de 10 g. Luego se depositaron en bolsas de polietileno y se mezclaron por 5 minutos, para que utilizando agua desmineralizada se mezclaran de nuevo los ingredientes en un mortero de cerámica hasta darle una textura moldeable, como de plastilina, para darle una forma ovalada (para la fácil deglución por los animales). Posteriormente se permitió que se secaran al ambiente del laboratorio. Todos los comprimidos fueron finalmente pulidos hasta obtener un peso final de 5 g y garantizar de esta forma su adecuada administración.*

Antes de administrar los comprimidos a las corderas, se realizaron pruebas de liberación *in vitro* a pH ácido, neutro y alcalino, utilizando 5 comprimidos, con el fin de obtener información que pudiera orientar sobre la capacidad de liberación del Se y confirmar que los comprimidos podían ser utilizados.

* Comunicación personal del Dr. René Rosiles Martínez

2.2 Fase Experimental:

2.2.1 Localización:

Esta fase se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina (CEIEPO), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México, el cual se encuentra ubicado en el km. 53.1 de la Carretera Federal México-Cuernavaca, en el pueblo de Tres Marías, Huitzilac, Mor. El centro se encuentra a 2810 metros sobre el nivel del mar, a 19° 03' de latitud norte y 99° 14' de longitud oeste y cuenta con un clima tipo Cb (m2) (w) lg, que corresponde al templado semifrío con un verano fresco y largo, con lluvias en verano y una precipitación pluvial de 1724 mm y una temperatura de 12-18 C (19).

2.2.2 Formación de los grupos experimentales y administración de comprimidos:

Se seleccionaron 30 corderas mestizas (Suffolk X Rambullet) de 4 meses de edad, con un peso promedio de 30 kg para integrar aleatoriamente 3 grupos. El primer grupo estuvo formado por 10 hembras, a las que se les administraron comprimidos intrarruminales que contenían el 1% de Se; el segundo grupo estuvo formado por otros 10 animales a los que se les administraron comprimidos intrarruminales que contenían el 4.6% de Se. El grupo número tres se formó con 10 animales a las cuales se les administraron comprimidos intrarruminales, pero sin Se. Los comprimidos intrarruminales fueron administrados por vía oral a las corderas de cada grupo, durante el primer muestreo del experimento.

2.2.3 Alimentación:

Los animales se alimentaron con pastoreo diurno, en praderas de pasto *Rye grass (Lolium perenne)* bajo un sistema rotacional, asignándoseles 1 a 2 ha por un tiempo de pastoreo de 5 días, tiempo después del cual los animales eran enviados a otra pradera. Durante el tiempo en que los animales estuvieron

confinados se les suministraron 100 g de paja de avena y 250 g de un alimento balanceado (concentrado).

Durante los primeros 15 días del experimento, las corderas consumieron el concentrado mezclado con sales minerales que contenían Se en cantidades recomendadas. Después del primer muestreo recibieron el mismo concentrado, pero en la mezcla de sales minerales no se incluyó Se.

2.2.4 Pesaje de los animales:

Los animales de los tres tratamientos se pesaron, a las 8 horas del día, previo ayuno de dos horas y después cada 15 días, para determinar la ganancia diaria de peso durante el tiempo que duró el experimento.

2.2.5 Muestreo:

Para vigilar la cinética del Se en los ovinos, a los tres grupos de animales se les tomaron muestras de sangre yugular y de lana, obteniendo esta última siempre de la misma área del corte inicial.

La lana, como preparación previa a la determinación de Se en el laboratorio, fue lavada con detergentes y agua desmineralizada, para eliminar la grasa y los posibles contaminantes, permitiendo en seguida que ésta secase al medio ambiente.

También se obtuvieron muestras del forraje de la pradera y de la paja de avena incluyéndose el alimento balanceado que consumían las corderas, para determinar las concentraciones de Se de cada uno durante todo el experimento.

El tiempo de duración del experimento fue de 3 meses, correspondiendo a 6 muestreos, uno cada 15 días.

2.2.6 Determinación y cálculo del Se:

Para esta determinación, las muestras se vertieron en un matraz de Kjeldahl agregándosele dos o tres perlas de vidrio y 5 ml de ácido nítrico. Posteriormente se colocaron en una estufa con parillas eléctricas y una campana con extractor,

a una temperatura aproximada de 70 C donde permanecieron hasta la liberación total de la materia orgánica. Luego se les agregaron 2 ml de ácido perclórico y se dejaron digerir por aproximadamente 1 h, hasta que el volumen del líquido fuera de aproximadamente 3 ml; después se aforaron a 50 ml con agua desmineralizada, previo filtrado. Posteriormente utilizando el generador de hidruros acoplado al espectrofotómetro de absorción atómica y siguiendo las especificaciones del fabricante del equipo, se determinó la cantidad de Se de cada una de las muestras.

El cálculo del contenido de Se en las muestras se basó en su peso, la alícuota para la generación del hidruro de Se, la dilución y el valor obtenido de la conversión de la absorbancia a la concentración a partir de una prueba de regresión simple, que se fabricó con los estándares de 25, 50 y 100 ng de Se.

2.3 Análisis estadísticos:

Los resultados promedio obtenidos, tanto del contenido de Se en la sangre como el del contenido en la lana, se insertaron en cuadros e histogramas para su interpretación.

Para la evaluación de los resultados, se realizaron análisis estadísticos descriptivos, análisis de varianzas para los contenidos de Se en sangre y lana, para los tres niveles de Se en los comprimidos y para los seis períodos de medición, mediante el uso del siguiente modelo, considerándose observaciones repetidas:

$$Y_{ijk} = M + T_i + P_j + A(T)_{k(i)} + (T \cdot P)_{ij} + (P \cdot A(T))_{jk(i)} + E_{ijk}(ij).$$

donde:

Y_{ijk} = variables dependientes, Se en sangre y Se en lana.

M = Media general.

T_i = Efecto del i -ésimo porcentaje de Se en los comprimidos, donde $i = 1$ a 3.

P_j = Efecto del j -ésimo período de muestreo, donde $j = 1 \dots 6$.

$A(T)k(i)$ = Efecto del k-ésimo animal anidado en el tratamiento.

$(T*P)ij$ = Interacción entre el efecto del i-ésimo porcentaje de Se en los comprimidos y el j-ésimo muestreo.

$(P*A(T))jk(i)$ = Interacción entre el j-ésimo muestreo y el efecto del k-ésimo animal anidado en el i-ésimo tratamiento.

$Eijk(i)$ = Error aleatorio.

Se incluyeron pruebas de correlación entre los resultados de las diferentes concentraciones de Se obtenidas en la sangre y en la lana según los lineamientos de Daniel (13).

Para evaluar el efecto de la aplicación de los comprimidos sobre la ganancia diaria de peso se utilizó el siguiente modelo:

$$Yijk = M + Ti + Bj + Pj + Eijk$$

donde

$Yijk$ = Medición de la ganancia diaria de peso de un cordero del i-ésimo tratamiento.

M = Media general.

Ti = Efecto del i-ésimo tratamiento.

Bj = Coeficiente de regresión de la covariable peso de inicio.

Pj = Covariable del peso inicial del estudio.

$Eijk$ = Error aleatorio.

El análisis de la información se realizó mediante el empleo del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System).

3.- RESULTADOS

3.1 Alimento:

Después de realizar las determinaciones del Se en los ingredientes alimenticios que conformaron la dieta de las ovejas de este estudio, se pudo observar que los ingredientes incluidos en el concentrado tuvieron concentraciones más altas que la paja de avena y que la pradera de Rye grass, cultivados en el centro o en la región de Tres Marías, durante todo el tiempo que transcurrió el experimento (Cuadro 1).

Al considerar las concentraciones de Se del concentrado en general, después del primer muestreo se observa que estas son siempre mayores a 50 ng de Se/g de materia seca. Las determinaciones realizadas a las materias primas que conforman el forraje, permiten apreciar, tanto en la paja de avena como en el pasto rye grass, que las concentraciones de Se son muy bajas o no se detectan (NSD) (<16 ng de Se/g) (Cuadro 1).

3.2 Comprimidos:

La liberación de Se *in vitro* de los comprimidos, mostró una curva que durante los primeros 5 días indicaba la liberación de hasta 1.0 ng/g, en un volumen de 100 ml. Después de esos 5 días, la liberación se mantuvo a 0.05 ng/g hasta los 21 días, tiempo final de la vigilancia *in vitro* de la liberación de Se de los comprimidos.

La liberación de Se *in vitro* fue 20% mayor en el medio ácido, como el del rumen, que en los demás medios utilizados.

3.3 Sangre:

Las concentraciones de Se en la sangre de las 30 borregas, 10 de cada grupo del experimento tuvieron el siguiente orden: el primero correspondió a las que se les suministró un comprimido con 4.6% de Se, el segundo a las que se les

administro el 1%, en esos comprimidos y el tercero, a las que sirvieron como testigos, a las que se les dieron comprimidos sin Se.

Las concentraciones promedios de Se determinadas para las borregas del primer grupo, durante todo el experimento, fueron de 182.01 ng de Se/g, para las borregas del segundo grupo de 155.84 ng de Se/g y para las del tercer grupo de 129.89 ng de Se/g (Cuadro 2).

En lo anteriormente descrito se observa que los valores de Se en los animales expuestos a los diferentes tratamientos, fueron mayores a los obtenidos en los animales considerados como testigos. Existe una diferencia significativa ($p < 0.05$) en las concentraciones de Se obtenidas entre los animales que recibieron el tratamiento donde se utilizaron comprimidos con 4.6% de Se y los que sirvieron de testigos, no presentándose una diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los dos anteriores y los animales que recibieron el tratamiento donde se utilizaron comprimidos con el 1% de Se, como se muestra en el Cuadro 2.

También se calcularon las diferencias entre los tratamientos a través del tiempo, estimándose que durante el primero y quinto muestreos no existieron diferencias significativas ($p > 0.05$) y que durante los muestreos segundo, tercero, cuarto y sexto sí se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$), observándose en la mayoría diferencias entre los tratamientos que recibieron las borregas con 4.6% de Se con los que recibieron el tratamiento con 1% y las del grupo testigos, no estimándose diferencias entre las que recibieron el tratamiento con 1% de Se y las que sirvieron de testigos ($p > 0.05$) (Cuadro 2).

Al considerar los 6 muestreos realizados en las 30 borregas se encontró que después de adicionar los comprimidos a los animales las concentraciones de Se, particularmente los de los animales tratados se elevaron, alcanzando concentraciones superiores a los 300 ng de Se/g en el segundo muestreo, luego descendieron hasta concentraciones entre 67.73 ng de Se/g y 116.98 ng de Se/g en el cuarto muestreo, estimándose una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las concentraciones alcanzadas entre el segundo muestreo y los muestreos subsecuentes, como se aprecia en el Cuadro 2.

Las concentraciones de Se en la sangre de los animales de los 3 grupos tuvieron resultados muy altos durante los dos primeros muestreos, como se observa en la Figura 1, debido a que éstas concentraciones están determinadas principalmente por el Se de la dieta que consumieron y a sus reservas corporales.

Después del tercer muestreo las concentraciones de Se permanecieron aparentemente constantes durante el resto del experimento, como se puede observar en la Figura 1, sin mostrar diferencias significativas ($p>0.05$).

Para conocer el efecto puro de los comprimidos de Se como fuente de complementación, se evaluaron solo los promedios de los últimos 4 muestreos, observándose, que los promedios de cada grupo tenían una diferencia significativa ($p<0.05$) con los de los primeros muestreos (Cuadro 2).

También se observó, que en los promedios de esos 4 muestreos se continuaba la diferencia estadística entre los diferentes tratamientos, los del grupo donde se administraron comprimidos con el 4.6% tuvieron diferencias significativas ($p<0.05$) con los del grupo testigo, aunque los del grupo testigo y los del grupo con comprimidos con el 1%, no tuvieron esa diferencia ($p>0.05$). Las concentraciones de Se del grupo con comprimidos con el 4.6% y los de 1% tampoco mostraron una diferencia significativa entre ellas ($p>0.05$) (Cuadro 2).

3.4 Ganancia de Peso:

Se estimaron también las ganancias diarias de peso de los animales del experimento, obteniéndose ganancias en promedio que variaron de 0.080 kg a 0.260 kg sin obtenerse diferencias significativas ($p>0.05$) entre los diferentes grupos del experimento, como se observa en el Cuadro 3.

3.5 Lana:

Se midieron las concentraciones de Se en la lana de las borregas, obteniéndose mediciones casi del doble que las determinadas en la sangre (Cuadro 4).

Las borregas del grupo testigo tuvieron en promedio 181.41 ng de Se/g de lana, las del grupo a las que se les dieron comprimidos del 1%, fue de 379.53 y los animales del grupo tratado con los comprimidos con 4.6% de 341.72 ng de Se/g, observándose en el Cuadro 4 que las determinaciones de Se a través de los 6 muestreos presentan una gran variabilidad.

Se puede observar que los animales del grupo que recibieron comprimidos con 1.0% de Se obtuvieron la mayor concentración de Se en la lana, seguido por los animales que recibieron el 4.6% y finalmente por los del grupo testigo, existiendo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las concentraciones de Se en la lana de los grupos donde existía la adición de Se y las del grupo de animales considerados como testigo (Cuadro 4, Figura 2).

También se detecta que al final del experimento las concentraciones encontrados de Se en la lana de los animales del grupo expuesto a comprimidos con el 1% presentaron un incremento importante, después de observarse una disminución progresiva hasta el muestreo 4, resultando entonces en una mayor acumulación de Se que los animales de los otros grupos. (Figura 2).

En el caso de las corderas tratados sin Se, se aprecia también una caída constante de las concentraciones de Se en la lana, observándose que disminuyen paulatinamente hasta el final del experimento, considerándose de esta forma que la lana es una fuente más donde se puede determinar el Se después de cualquier complementación mineral con Se, aunque con resultados de una gran variabilidad y por supuesto de una menor fidelidad si se comparan con los promedios logrados en la sangre como se puede apreciar en las Figuras 1 y 2.

Se realizó también una prueba de correlación entre las determinaciones de Se en la sangre y las obtenidas en la lana en todos los animales del experimento y no se encontró ninguna relación importante entre dichas determinaciones ($r = .15$), ($p > 0.05$).

4.- DISCUSION

4.1 Concentración de Se en los alimentos:

Las concentraciones de Se detectadas en los diferentes alimentos ofrecidos a las borregas del experimento fueron consideradas como deficientes, excepto las obtenidas en el concentrado, que se consideraron como moderadas (9), especialmente después del primer muestreo, cuando sólo se suministró alimento sin la adición de Se (Cuadro 1). Estas observaciones coinciden con los resultados publicados por Guerrero y col. (24) recientemente, donde explican la baja disponibilidad de Se en los forrajes de la región de Tres Marías.

Lo anterior puede estar indicando que la complementación de Se en las borregas, utilizando comprimidos con diferentes concentraciones de Se, en este experimento, fue exitosa, sobre todo si se consideran las concentraciones del Se sanguíneo obtenidos en los dos grupos donde se adicionó Se a los comprimidos (Cuadro 2).

4.2 Concentración de Se en la sangre:

La administración de comprimidos intrarruminales de Se a borregas en crecimiento permitió obtener concentraciones sanguíneas promedio por arriba de las 100 ng/g en el grupo de los animales tratados con comprimidos con 4.6 % de Se. Estas concentraciones aparecieron 15 días después de la administración de los comprimidos, en el segundo muestreo. Se puede apreciar que las concentraciones de Se en la sangre se elevaron, determinando la existencia de diferencias significativas ($p < 0.05$) entre éste y los siguientes cuatro muestreos.

Como se observa en la Figura 1, esta característica no se aprecia en los otros grupos del experimento, ya que a partir del tercer muestreo, las concentraciones de Se en la sangre fueron siempre menores a las 100 ng de Se/g, observándose por lo tanto concentraciones inferiores a las recomendados por el NRC (58).

A este respecto, Kuchel y Buckley (39) indican que las concentraciones de Se en la sangre de borregos tratados con comprimidos de Se y Fe, con diferentes proporciones de Se, fueron significativamente diferentes a las del grupo sin tratamiento. A partir de la primera semana, después de administrados dichos comprimidos, observan que las concentraciones aumentaron o se mantenían durante los primeros 3 o 4 meses y que después de los 6 meses el aumento era apreciablemente mayor que las concentraciones originales.

Comparativamente, Judson *et al.* (34) describen que las concentraciones sanguíneas de Se en los borregos aumentan después de la primera semana de la administración oral de comprimidos, conteniendo Se y Cu, hasta después de la semana 4 y permanecen elevados hasta por 32 semanas.

De la misma forma, Millar y Meads (55) al utilizar comprimidos de Se, Co y Cu, mencionan que las concentraciones de Se en la sangre de los borregos del experimento aumentaron a niveles recomendados a los 2 meses después de su aplicación, obteniéndose concentraciones máximas después de los 4 meses.

Langlands *et al.* (42) describen que los comprimidos fabricados con 15% de Se son efectivos para cubrir los requerimientos de Se de todos los animales complementados por 4 años y posiblemente por toda la vida comercial de los borregos. Los comprimidos con 10% de Se sólo fueron efectivos por 3 años, pero se consideraron mejores que los comerciales, que sólo contienen 5% de Se, mientras que la administración de comprimidos que contenían 20% de Se no provocó aumentos significativos en la concentración de Se en la sangre en comparación con los comprimidos que tenían menor cantidad.

Finalmente, Langlands *et al.* (43) indican que los comprimidos de mayor duración son aquéllos que tienen más Se, se fabrican a mayor presión, son huecos, están hechos con lubricantes y generalmente son de mayor tamaño.

En cuanto a las concentraciones sanguíneas de Se en los grupos experimentales de este trabajo se obtuvieron resultados alentadores con diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las concentraciones alcanzados por las borregas con comprimidos sin Se y las borregas a las que se les administraron

comprimidos con 4.6 % de Se, considerándose las concentraciones promedio obtenidas durante todo el experimento y las obtenidas solo cuando se evaluó el efecto puro de los comprimidos, utilizando los promedios de los últimos cuatro muestreos. Las concentraciones de las borregas complementadas con comprimidos con 1 % de Se y las no complementadas no fueron diferentes ($p>0.0.5$) (Cuadro 2).

Estos resultados fueron similares a los de Kuchel y Buckley (39) quienes utilizaron varios comprimidos que contenían Se y Fe y observaron que se incrementaban las concentraciones de Se en la sangre en rangos que iban de 57 a 203 ng de Se/g y que los resultados en todos los casos eran diferentes estadísticamente del grupo testigo.

Igualmente Langlands, *et al.* (41), al utilizar comprimidos con 5% de Se y Fe, mostraron que las concentraciones de Se en la sangre en los animales no tratados se mantuvieron de 15 a 45 ng de Se/g, y que las concentraciones de los animales tratados variaron de 24 a 282 ng de Se/g.

Millar y Meads (55) obtuvieron resultados superiores, en animales con deficiencias, utilizando comprimidos fabricados con Se y Fe, ya que se incrementaron las concentraciones de Se en la sangre, de promedios en los grupos testigos de entre 38 y 75 ng de Se/g a 450 y 3938 ng de Se/g, observando diferencias significativas entre ambos grupos.

Paradójicamente Wilking y Hamilton (80) demostraron que las concentraciones de Se en la sangre de los borregos del grupo experimental, tenían 77 ng de Se/g y que esas concentraciones eran menores que los valores mínimos reportados por Kuchel y Buckley (39) en borregos tratados con comprimidos que contenían 5% de Se, lo que sugiere que hay una diferencia en la relación del Se disponible por las diferentes formas de fabricación de dichos comprimidos.

Por otra parte, Langlands *et al.* (43), en estudios mas recientes, encontraron diferencias significativas entre las concentraciones de Se en la sangre de borregas tratadas con diferentes porcentajes de Se y los testigos, mostrando que

existían diferencias también entre los diferentes muestreos. Las concentraciones de Se en la sangre variaban en las borregas que sirvieron de testigos de 9 a 77 ng de Se/g y en las borregas tratadas de 4 a 392 ng de Se/g utilizando comprimidos de 2% y 10%, respectivamente.

4.3 Ganancia de peso en las borregas:

No se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) relativas a la ganancia de peso de las borregas por la administración de los diferentes comprimidos conteniendo Se. Lo anterior concuerda con varios autores, sin embargo difiere de otros (17, 34, 39, 43, 54, 55, 61) (Cuadro 3).

Kuchel y Buckley (39) al utilizar varias combinaciones de comprimidos que contenían Se y Fe, observaron que no existieron diferencias estadísticas en la ganancia de peso en borregos adultos de la raza Merino.

Igualmente Ellis *et al.* (17) revelaron que la diferencia de peso en los corderos que recibieron comprimidos con Co, Se y Cu, fue debida a la adición de vitamina B12 y no a la administración de Se, después de evaluar varias formas de complementación de ese elemento.

Judson *et al.* (34) también reportaron que al utilizar hasta 4 comprimidos por borrego como complemento de Se no obtuvieron diferencias en la ganancia diaria de peso de los animales en un experimento que tuvo una duración de 23 semanas.

En forma contraria Millar y Meads (54) encontraron diferencias significativas en el peso alcanzado por los borregos. Esta situación se presentó después de 8 meses de la administración de los comprimidos de Se y Fe. En otro trabajo los mismos Millar y Meads (55) observaron que las ganancias de peso entre el grupo tratado y el testigo fueron diferentes significativamente, pero hasta después del día 260 del experimento.

Paynter (61), después de utilizar comprimidos que contenían Se y Fe, publicó que el peso de los animales tratados aumentó significativamente en

comparación al grupo control en un experimento que tuvo una duración de 23 semanas.

Recientemente, Langlands *et al.* (43), después de utilizar varios comprimidos con diferentes concentraciones de Se durante 30 meses, en 90 corderas de 6 meses de edad, no encontraron diferencia en la ganancia de peso de los animales complementados contra los no complementados.

4.4 Concentración de Se en la lana:

Las concentraciones de Se en la lana de las borregas suplementadas con comprimidos de Se con 1% o 4.6% o sin Se, tuvieron una gran variabilidad.

En las borregas del grupo testigo, las concentraciones de Se en la lana mostraron en promedio valores inferiores a los 100 ng de Se/g después del segundo muestreo, lo que puede ser interpretado como una mayor utilización del mineral a nivel tisular en ese grupo de animales, en comparación al Se disponible en los otros dos grupos, donde se puede apreciar que las concentraciones de Se fueron muy superiores a los del grupo testigo (Figura 2).

Guerrero y col (24) señalan que la concentración de Se en la lana de los ovinos en pastoreo de la región de Tres Marías, Mor. a los que también se les ofreció concentrado con sales minerales incluyendo Se, fue en promedio de 66.75 ng de Se/g, resultados muy por debajo de los obtenidos en este trabajo, donde se puede apreciar que los promedios de Se detectados en la lana de las borregas complementadas con Se, fue cuando menos del doble. Lo anterior posiblemente sea resultado de la mayor acumulación de Se en la lana como consecuencia de la mayor disponibilidad de Se ofrecida en primer lugar por los comprimidos de Se utilizados y en segundo lugar, por el Se que contienen los diferentes alimentos que consumieron las borregas.

A ese respecto, Handreck y Godwin (25) encontraron que las concentraciones de Se en la lana de borregos van de 170 a 230 ng de Se/g, con un promedio de 210 en animales a los que se les administró un comprimido con Se radioactivo y que antes del experimento contaban con concentraciones

normales de Se en la sangre. Cuando los animales tenían deficiencias antes de la administración de los comprimidos, la cantidad de Se en la lana varió de 260 a 850 ng de Se/g con un promedio de 490. No se menciona ningún tipo de análisis estadístico al respecto.

En este trabajo las concentraciones de Se en la lana fueron menores a las de Handreck y Godwin (25), ya que la aquí obtenidas, no alcanzaron valores tan altos, ni aún cuando se pudieron sumar las concentraciones de los comprimidos a los del alimento que consumieron antes del experimento.

Las concentraciones que se detectaron al final del experimento del grupo suplementado con comprimidos con el 1%, que presentaban un aumento al final del experimento, pueden ser explicados por la acumulación normal de Se en la lana a través del tiempo (21).

De la misma forma las concentraciones de Se en los animales que no recibieron tratamiento, demostraron que la acumulación de Se en la lana solo se presenta si existe una complementación previa de éste elemento.

5.- CONCLUSIONES

Los comprimidos fabricados con 4.6% de Se produjeron mayores concentraciones de éste mineral en la sangre de las corderas complementadas ($p < 0.05$), cubriendo durante todo el tiempo que duró el experimento las necesidades nutricionales recomendadas.

La lana de las corderas también puede ser utilizada como un tejido de referencia, para determinar las concentraciones de Se en los animales complementados con ese mineral, pero siempre considerando su gran variabilidad.

Considerando la concentración de Se en la sangre, se recomienda la utilización de comprimidos intrarruminales fabricados con 4.6% de Se para la complementación de ese mineral en corderas en crecimiento.

La paja de avena y la pradera de Rye grass tuvieron concentraciones de Se consideradas como deficientes, el concentrado tuvo concentraciones moderadas.

6.- RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios con diferentes materiales para la fabricación de comprimidos intrarruminales con Se y verificar su eliminación en medios ácidos como el del rumen.

Es necesario buscar una mayor cantidad de parámetros de utilidad para la producción animal, para comprobar el beneficio del uso de comprimidos intrarruminales administrados por vía oral a corderas, considerando un mayor tiempo de experimentación y diferentes concentraciones de Se.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

7.- LITERATURA CITADA

1. -Allaway, W.H. and Hodgson, J.F.: Selenium in forages as related to the geographic distribution of muscular dystrophy in livestock. Symposium on nutrition, forage and pastures. Amer. Soc. Anim. Sci., 271-277, (1963).
2. -Allaway, W.H.; Moore, D.P.; Oldfield, J.E.; Nuth O.H.: Movement of physiological levels of selenium from soils through plants to animals. J. Nutr., 88:411-418, (1966).
3. -Allen, W.M., Drake, C.F., Sansom, B.F. and Taylor, R.J.: Trace element supplementation with soluble glasses. Annales de Recherches Veterinaires, 10: 356-8 (1979).
4. -Allen, J.G; Steele, P; Nasters, H.G and D Antouono, N.F.: A study of nutritional myopathy in weaner sheep. Aust. Vet. J., C8: 8-13, (1986).
5. -Ammerman C.B. and Miller S.M.: Selenium in ruminant nutrition: A review. J. Dairy Sci., 58(10): 1561-1577. (1975).
6. -Anderson, P.H.; Barret, S. and Patterson, D.S.P.: Glutathione peroxidase activity in erythrocytes and muscle of cattle and sheep and its relationship to selenium. J. Comp. Path., 88:181-188, (1978).
7. -Andrews, E.D.; Hogan, R.G. and Shoppard, A.D. Selenium in soil, pastures and animal tissues in relation to the growth of young sheep on a marginally selenium deficient area. N. Zel. Vet. J., 24:111-116, (1975).
8. -Anónimo: A selenium pellet for sheep. Rural Res., 86:19-23,(1974).
9. -Arthur, D.: Selenium content of some feed ingredients available in Canada. Can. J. Anim. Sci., 51:71-74, (1971).
- 10.-Blodgett D.J And Beuill, R.F.: Phamacokinetics of selenium administered parenterally at toxic doses in sheep. Am. J. Vet. Res., 48: 530-534. (1987)
- 11.-Cawley, G.D. and Mcphbe, I.: Trials with a long acting parenteral selenium preparation in ruminants: Sheep. Vet. Rec., 114: 565-566, (1984).
- 12.-Dangla, L.R.A.: Determinación de los niveles de selenio e IgG séricas en ovejas adultas con y sin tratamiento de selenio durante la gestación, parto y

- lactancia y en sus corderos durante el parto y lactancia en una explotación del Valle de Toluca, Estado de México. Tesis de maestría. CIESA., Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México. 1994
- 13.-Daniel, W.W.: Bioestadística: Bases para el Análisis de las Ciencias de la Salud. LIMUSA S.A. México, D.F. 1977.
 - 14.-Donald, G.E., Langlands, J.P. Bowles, J.E., Smith, A.J. and Burke, G.L.: Selenium supplements for grazing sheep. 3. Development of an Intra-ruminal pellet with an extended life. Anim. Feed Sci. Technol., **40**: 295-308. (1993).
 - 15.-Eaking, M.N.: Oscillations in tissue uptake of ⁷⁵ Se-L-Selenomethionine in rats and mice adapted to controlled feeding schedules. J. Nutr., **109**:1865-1873, (1979).
 - 16.-Echevarría, M.G.; Henry, P.R.; Ammerman, C. B. and Rao, P.V.: Effects of the time and dietary selenium concentration as sodium selenite on tissue selenium uptake by sheep. J. Anim. Sci., **66**: 2299-2305, (1988).
 - 17.-Ellis, N.J.S., Shallow, W.M. and Judson, G.J.: Weight gains of lambs treated with soluble glass bullet containing cobalt, selenium and copper. Aust. Vet. J., **64**: 93-4. (1987).
 - 18.-Erasmus, J.A.: Blood selenium levels of sheep of some districts of the Northern Orange Free State: The Bullfontein Area. J. S. Afr. Vet. Ass., **55**:115-116, (1984).
 - 19.-García M.E.: Modificación al sistema de clasificación climatológica de Koepen. Ed. Offset, Laríos S.A., México, D.F. 1981
 - 20.-Gerloff, J.G.: Effect of selenium supplementation of dairy cattle. J. Anim. Sci., **70**: 393-394. (1992).
 - 21.-Georgievskii, V.I and Annenkov, B.N.: Mineral Nutrition of Animals. Butterworths, London, 1982.
 - 22.-Gooneratne, S.R. and Christensen, D.A.: A survey of maternal and fetal tissue zinc, iron, manganese and selenium concentrations in bovine. Can. J. Anim. Sci., **69**:151-159, (1989).

- 23.-Guerrero, B.L.L.: Interrelación del contenido de selenio y cobre en lana de ovino y suelo de Cuajomulco y Tres Marías. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 1995
- 24.-Guerrero, B.L.L., Bautista O.J. y Rosiles M.R.: Interrelación del contenido de selenio y cobre en lana de ovinos y suelo de la zona de pastoreo de Cuajomulco y Tres Marías, Morelos, México. Vet. Mex., 28 (1): 51-53. (1997).
- 25.-Handreck K.A. and Godwin K.O.: Distribution in the sheep of selenium derived from ⁷⁵Se-labelled ruminal pellets. Aust. J. Agric. Res., 21: 71-84. (1970).
- 26.-Henry, P.R.; Echevarria, M.G.; Ammerman, C.B. and Rao, P.V.: Estimation of the relative biological availability of inorganic selenium sources for ruminants using tissue uptake of selenium. J. Anim. Sci., 66: 2306-2312, (1988).
- 27.-Hidiroglou, M.; McDowell, L.R. and Balbuena, O.: Plasma tocopherol in sheep and cattle after ingesting free or acetilated tocopherol. J. Dairy Sci., 72:1793-1799, (1989).
- 28.-Hintz, H.F. and Hogue, D.B.: Effect of selenium, sulfur and sulfur amino acids on nutritional muscularly dystrophy in the lamb. J. Nutr., 82: 495-498, (1964).
- 29.-Hoffman, I.; Jenkins, R.J.; Neranger, J.C. and Pigden, W.J.: Muscle and kidney selenium levels in calves and lambs raised in various parts of Canada: Relationship to selenium concentrations in plants and possibly human intakes. Can. J. Anim. Sci., 53: 61-66. (1973).
- 30.-Hunter, R.A., Peter, D.W., Hudson, D.R. and Chandier, B.S.: Studies with the intraruminal pellet. I. Some factors influencing the effectiveness of the pellet for selenium supplementation of sheep. Aust. J. Agric. Res., 32: 927-933. (1981).
- 31.-IPCS.: International Programme of Chemical Safety Enviromental Health. Selenium. Criteria 58, World Health Organization Geneva, URSS, (1987).
- 32.-Jelinek, P.D.; Ellis, T.; Worth, R.H.; Sutherland, S.S.; Masters, H.G. and Petterson, D.S.: The effect of selenium supplementation on inmunity, and establishment of an experimental *Haemonchus contortus*, in weaner Merino sheep feed a low selenium diet. Aust. Vet. J., 65: 214-217.(1988).

- 33.-Jens, C.H. and Preben, R.: The kinetics of ⁷⁵Se-selenium in relation to dose and mode of administration to mice. J.Nutr., 109: 1223-1233, (1979).
- 34.-Judson, G.J., Brown, T.H., Kempe, B.R. and Turnbull, R.K.: Trace element and vitamin B12 status of sheep given an oral dose of one, two or four soluble glass pellets containing copper, selenium and cobalt. Aust. J. Agric. Res., 28: 299-305. (1988).
- 35.-Judson, G.J., Ellis, N.J.S., Kempe, B.R. and Shallow M.: Long-acting selenium treatments for sheep. Aust. Vet. J., 68: 263-265. (1991).
- 36.-Knight, D.A. and Tyznik, W.J.: The effect of dietary selenium on humoral immunocompetence of ponies. J. Anim. Sci., 68: 1311-1317 (1990).
- 37.-Knott, P., Algar, B., Zervas, G. and Telfer, S.B.: Glass as a medium for providing animals with supplementary trace elements. In : 5. Trace elements in man and animals. Agricultural Bureau: Commonwealth, p.p. 708-13. (1987).
- 38.-Kosrud, G.O.; Meldrum, J.B.; Salisbury, C.D.; Houlaman, B.J. and Saschenbrecher, P.W.; Tilger, F.: Trace elements levels in liver and kidney from cattle, swine and poultry slaughtered in Canada. Can. J. Comp. Med., 49:159-163, (1985).
- 39.-Kuchel, R.E. and Buckley R.A.: The provision of selenium to sheep by means of heavy pellets. Aust. J. Agric. Res., 20: 1099-1107. (1969).
- 40.-Kyiden, Y.; Kimikazu, I. and Munemiro, Y.: Vitamin B6 dependence of seleniomethionine and selenite utilization for glutathione peroxidase in the rat. J. Nutr., 109: 760-766, (1979).
- 41.-Langlands, J.P. Bowles, J.E., Donald, G.E. and Smith, A.J.: Selenium supplements for grazing sheep. 2.Effectiveness of Intra-ruminal pellets. Anim. Feed Sci. Technol., 28: 15-28. (1990)
- 42.-Langlands, J.P., Donald, G.E., Bowles, J.E. and Smith, A.J.: Subclinical selenium insufficiency. 1. Selenium status and the response in liveweight and wool production of grazing ewes supplemented with selenium. Aust. J. Agric. Res., 31: 25-31. (1991).

- 43.-Langlands, J.P., Donald, G.E., Bowles, J.E. and Smith, A.J.: Selenium supplements for grazing sheep. 4. The use of intraruminal pellets containing elevated quantities of selenium. Anim. Feed. Sci. Technol. **46**: 109-118. (1994).
- 44.-Larsen, H.J.: Influence of selenium on antibody production in sheep. Res. Vet. Sci. **55**: 4-10. (1988).
- 45.-Maas J.P.; Bulgin, M.S.; Anderson, B.C. and Frye, N.Y.: Nutritional myodegeneration associated with vitamin E deficiency and normal selenium status in lambs. JAVMA. **184**: 201-204, (1984).
- 46.-MacDonald, D.W.; Christian R.G.; Whenham, G.R. and Howell, J.: A review of some aspects of vitamin E-selenium responsive diseases with a note on their possible incidence in Alberta. Can. J. Vet. **17**: 61-67. (1976).
- 47.-MacPherson, A. and Chalmers, J.B.: Methods of selenium supplementation of ruminants. Vet. Rec. **24**: 544-547, (1984).
- 48.-Mahin, N.; Lamahd, N.; Coulibaly, H. and Chadli, N.: A preliminary study on selenium content of forages and local by-products in the Tadla Area (Morocco) in connection with ovine nutritional myopathy. Ann. Rech. Vet. **16**: 403-405, (1985).
- 49.-Mallinson, C.B., Sansom, B.F. and Drake, C.F.: Controlled release glasses (CRG) for supplementing animals with copper. Metabolic disorders in farm animals. IV International Conference on Production Disease in Farm Animals. Institut fur Physiologie: Munich, FRG, p.p. 272-5. (1981).
- 50.-Mc Murray, C.H.; Davidson, W.B. and Blanchflower, W.J.: The distribution of selenium in the tissue of lambs following intramuscular administration of different levels of sodium selenite. Br. Vet. J. **143**: 51-58, (1987).
- 51.-Mert, N. and Tanriverdi, N.: Investigation on the plasma vitamin E (alpha-tocopherol) levels in Merino sheep and lambs. U. Vet. Fak. **7**: 19-22, (1987).
- 52.-Millar, K.R.; Albyl, A.T.; Neads, W.J. and Sheppard, A.D.: Changes in blood levels of zinc, copper, selenium, glutathione peroxidase, vitamin B₁₂ and total and free thyroxine in sheep removed from pasture and held without food for 50 hours. N. Z. Vet. J. **34**: 1-3, (1985).

- 53.-Millar, K.R. and Meads, W.J.: Blood selenium levels in sheep transferred from selenium topdressed to selenium deficient pasture and vice versa. N. Z. J. Agric. Res., 30: 177-181,(1987).
- 54.-Millar, K.R. and Meads W.J.: Selenium levels in the blood, liver, kidney and muscle of sheep after the administration of iron/selenium pellets or soluble-glass boluses. N.Z. Vet.J., 36: 8-10. (1988).
- 55.-Millar, K.R. and Meads W.J.: The efficacy of intraruminal pellets composed of elemental selenium and iron in sheep. N.Z. Vet. J., 36: 53-55. (1988).
- 56.-Muth, O.H.: Selenium responsive disease of sheep. JAVMA,157: 1507-1511, (1970).
- 57.-Norton, O.A. and McCarthy, F. D.: Use of injectable vitamin E and selenium-vitamin E emulsion in ewes and suckling lambs to prevent nutritional muscular dystrophy. J. Anim. Sci.,C2: 497-508, (1986).
- 58.-NRC: Nutrient requirements of sheep. Subcommittee on Sheep Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture. 6th ed. National Research Council, Washington, D.C., 1985.
- 59.-Ordoñez R.J.A.: Determinación de los niveles de selenio, cobre y cobalto en suero, lana y heces de corderos Corriedale y en el suelo y forraje de una explotación ovina del Municipio de San Felipe del Progreso, Estado de México. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México. 1989.
- 60.-Patrax, D.C. and Data, D.M.: The effects of oral administration of sodium selenite on clinical signs and mortality. Indian Vet. J., 61:845-846, (1984).
- 61.-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: 4-6 (1979).
- 62.-Pope, A.L.; Moir, R.J.; Somers, M.; Underwood, J.E. and White, C.L.: The effect of sulphur on ⁷⁵Se absorption and retention in sheep. J. Ntr., 109:1448-1445, (1979).

- 63.-Rammell, C.G.; Thompson, K.G.; Bentley, G.R. and Gibsons, M.W.: Selenium, vitamin E and poliunsaturated fatty acid concentrations in goat kids with and without nutritional myodegeneration. N. Z. Vet. J., 37: 4-6, (1989).
- 64.-Reddy, K. and Tappel, A.L.: Effect of dietary selenium and autoxidized lipids on the glutathione peroxidase system of gastrointestinal tract and other tissues in the rat. J. Nutr., 104: 1069-1078, (1974).
- 65.-Rice, D.A. and McMurray, C.H.: Use of sodium hidroxide treated selenium deficient barley to induce vitamin E and selenium deficiency in yearling cattle. Vet. Rec., 118: 173-176,(1986).
- 66.-Roneus, B. and Hakkarainen, J.: Vitamin E in serum and skeletal muscle tissue and blood glutathione peroxidase activity from horses with the azoturia-tying-up syndrome. Acta Vet. Scand., 26: 425-427, (1985).
- 67.-Segerson, E.C.; Gunsett, F.C. and Gets, W.R.: Selenium-vitamin E supplementation and production efficiency in ewes marginally deficient in selenium. Lives. Prod. Sci., 14: 149150, (1986).
- 68.-Shamberger, R.J.: Biochemistry of selenium. Plenum Press, USA., 1983.
- 69.-Sivertsen, T.: The effect of selenium deficiency on copper induced oxidation in sheep erythrocytes. Acta Vet. Scand., 21: 302-304, (1980).
- 70.-Spears, W.J.; Harvey, R.W. and Sergerson, E.C.: Effects of marginal selenium deficiency and winter protein supplementation on growth, reproduction and selenium status of beef cattle. J. Anim. Sci., 63: 586-593, (1986).
- 71.-Stephenson, J.B. and Grant, A.B.: Selenium residues in sheep meat. N. Z. Vet. J., 27: 238-245, (1982).
- 72.-Thompson, R.G.; Fraber, A.J.; Harrop, B.M.; Kirk, J.A.; Bullians, J. and Cordest, D.O.: Glutathione peroxidase activity and selenium concentration in bovine blood and liver as indicators of dietary selenium intake. N. Z. Vet., 29: 3-6, (1981).
- 73.-Ullrey, D.E.: Biochemical and physiological indicators of selenium status in animals. J. Anim. Sci., 65: 1712-1724, (1987).

- 74.-Valladares, C.B.: Determinación de los niveles de selenio en hígado, riñón, corazón y músculo de corderos de 0 - 90 días de edad en explotaciones ovinas del Valle de Toluca. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México. 1992
- 75.-Van Ryssen, J.B.J.; Miller, W.J.; Gentry, R.P. and Neathery, M.W.: Effect of added dietary cobalt on metabolism and distribution of radioactive selenium and stable minerals. J. Dairy Sci., 70: 639-644, (1987).
- 76.-Van Vleet, J.F. and Ferrans, V.J.: Ultrastructural alterations in skeletal muscle of ducklings fed seleniumvitamin E-deficient diet. Am. J. Vet. Res., 38: 1399-1405, (1977).
- 77.-Velázquez, O.V., Montes De Oca, R., Díaz, Z. S. y Valladares, C.B.: Los elementos minerales en la producción animal de los rumiantes. Memorias del Curso Internacional Teórico Práctico de Actualización en el Diagnóstico de las Enfermedades más Frecuentes en Bovinos. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. 143-156. 1996
- 78.-Walker, S.R.; Hall, G.P.; Smith, D.H.; Panzoni, R.W. and Judson, G.J.: Effect of selenium supplementation on survival, liveweight and wool weight of young sheep on Kangaroo Island, South Australia. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 19: 689-694, (1979).
- 79.-Wheatley, L.E. and Beck, N.F.G.: The influence of season and husbandry on the selenium status of sheep in a deficient area. Br. Vet. J., 144: 246-251, (1988).
- 80.-Wilkins, J.F. and Hamilton, B.A.: Low release of selenium from recovered ruminal pellets. Aust. Vet. J., 56: 87-89. (1980)
- 81.-Wilson, P.B. and Judson, G.J.: Glutathione peroxidase activity in bovine and ovine erythrocytes in relation to blood selenium concentration. Br. Vet. J., 132: 328-433, (1976).

Cuadro 1

Concentraciones de Se (ng/g) en los ingredientes alimenticios ofrecidos a borregas.

Ingrediente

Muestreo

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------|--------|-------|-----|-------|-------|--------|
| Concentrado | 506.42 | 95.7 | NSD | 70.56 | 57.19 | 157.53 |
| <i>Rye grass</i> | 19.5 | 21.14 | NSD | 34.62 | NSD | 41.63 |
| Paja de avena | NSD | NSD | NSD | NSD | NSD | NSD |

NSD= No se detectó (< 16 ng/g)

Muestras cada 15 días

Cuadro 2

Concentraciones de Se sanguíneo (ng/g) en borregas que recibieron comprimidos con y sin Se

| Concentración de Se | | Muestreo | | | | | | Media |
|---------------------|----------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 4.6% | Media | 192.14 a | 354.81 a A | 129.17 a B | 116.98 a B | 118.27 a B | 180.66 a B | 182.01 a |
| | DS | 119.27 | 119.61 | 37.09 | 29.01 | 62.51 | 48.59 | |
| | Promedio | 273.49 A | | | 136.27 a B | | | |
| 1.0% | Media | 250.52 a | 331.50 b A | 81.05 b B | 78.51 b B | 91.11 a B | 87.49 b B | 155.84 ab |
| | DS | 137.93 | 115.8 | 39.19 | 22.59 | 52.92 | 52.69 | |
| | Promedio | 291.01 A | | | 86.54 ab B | | | |
| 0.0% | Media | 221.69 a | 254.96 a A | 84.5 b B | 67.73 b B | 89.30 a B | 73.69 b B | 129.89 b |
| | DS | 72 | 106.52 | 25.22 | 25.13 | 32.72 | 38.09 | |
| | Promedio | 238.32 A | | | 78.80 b B | | | |

DS= Desviación Standard

Diferentes literales expresan diferencias significativas ($p < 0.05$) entre concentraciones (a y b) y entre muestreos (A y B).

Cuadro 3
Ganancia diaria de peso (kg/día) en corderas que recibieron diferentes concentraciones de Se en comprimidos intrarruminales.

| | Concentración de Se del comprimido | | |
|-----------------|------------------------------------|--------------|--------------|
| | 4.6% | 1.0% | 0.0% |
| | 0.140 | 0.093 | 0.147 |
| | 0.167 | 0.107 | 0.167 |
| | 0.140 | 0.180 | 0.200 |
| | 0.133 | 0.087 | 0.167 |
| | 0.080 | 0.107 | 0.173 |
| | 0.120 | 0.140 | 0.140 |
| | 0.107 | 0.133 | 0.160 |
| | 0.260 | 0.147 | 0.113 |
| | 0.147 | 0.107 | 0.120 |
| | 0.133 | 0.167 | 0.127 |
| Promedio | 0.143 | 0.127 | 0.151 |

(p>0.05)

Cuadro 4
Concentraciones de Se (ng/g) en lana de borregas que recibieron comprimidos intrarruminales con y sin Se

| Concentración de Se | | Muestreo | | | | | | Media | |
|---------------------|------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| 40 | 4.6% | Media | 343.12 | 387.16 | 398.79 | 241.83 | 529.86 | 148.43 | 341.72 a |
| | | DS | 467.77 | 243.27 | 227.90 | 105.63 | 691.79 | 86.91 | 372.47 |
| | | CV | 136.30 | 62.80 | 57.10 | 43.60 | 130.60 | 58.60 | |
| | 1.0% | Media | 658.56 | 234.50 | 154.65 | 106.72 | 573.64 | 521.85 | 379.53 a |
| | | DS | 988.35 | 113.72 | 156.46 | 44.05 | 645.85 | 880.93 | 624.58 |
| | | CV | 150.10 | 48.50 | 101.20 | 41.30 | 112.60 | 168.80 | |
| | 0.0% | Media | 429.75 | 226.67 | 58.56 | 99.16 | 130.61 | 99.12 | 181.41 b |
| | | DS | 623.87 | 91.59 | 51.57 | 88.94 | 73.16 | 44.87 | 292.10 |
| | | CV | 145.20 | 40.40 | 88.20 | 89.70 | 56.00 | 45.30 | |

DS= Desviación Standard

CV= Coeficiente de variación

Diferentes literales expresan diferencias significativas ($p < 0.05$)

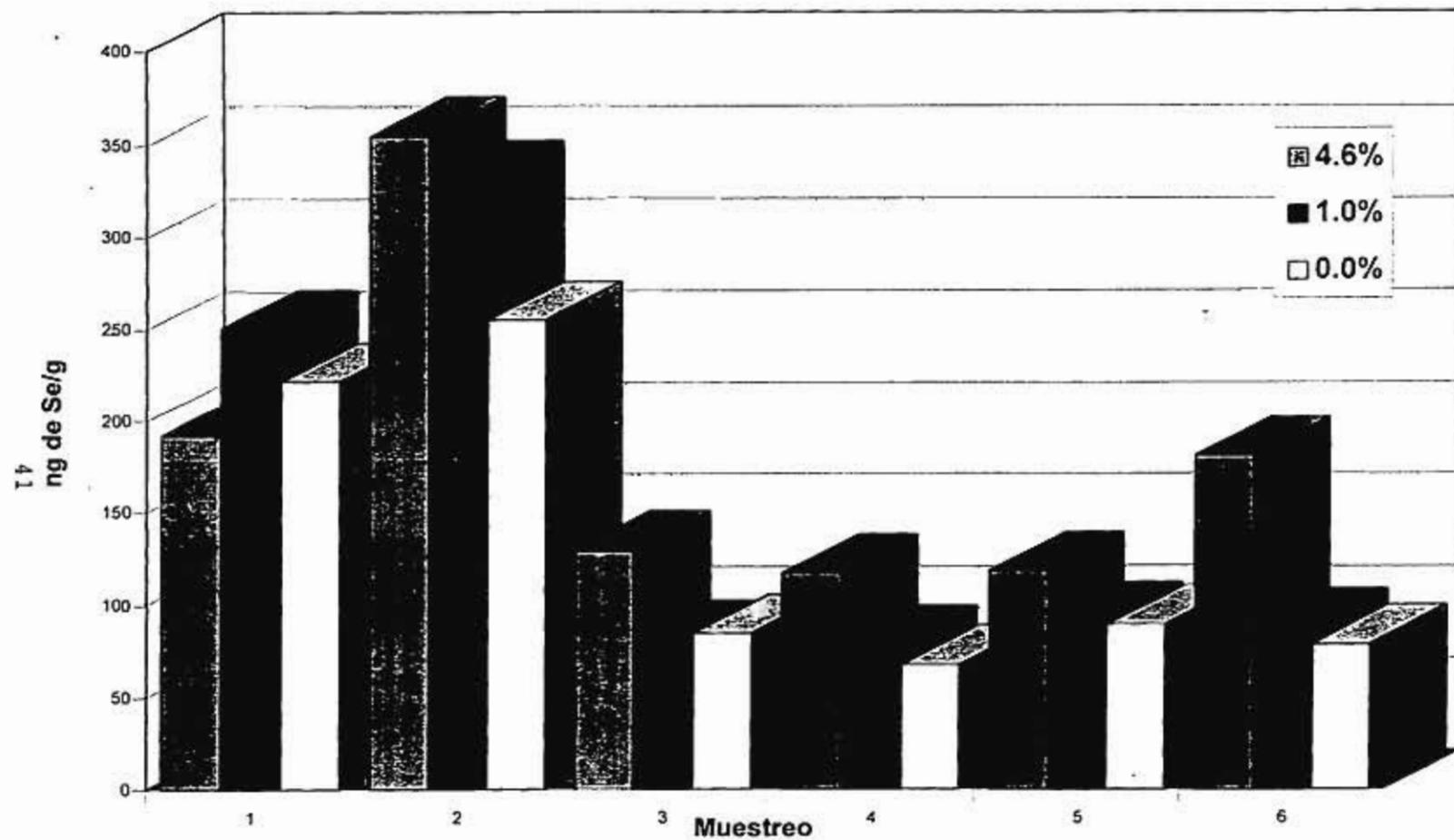


Figura 1: Concentraciones de Se sanguíneo (ng/g) en borregas que recibieron comprimidos con y sin Se

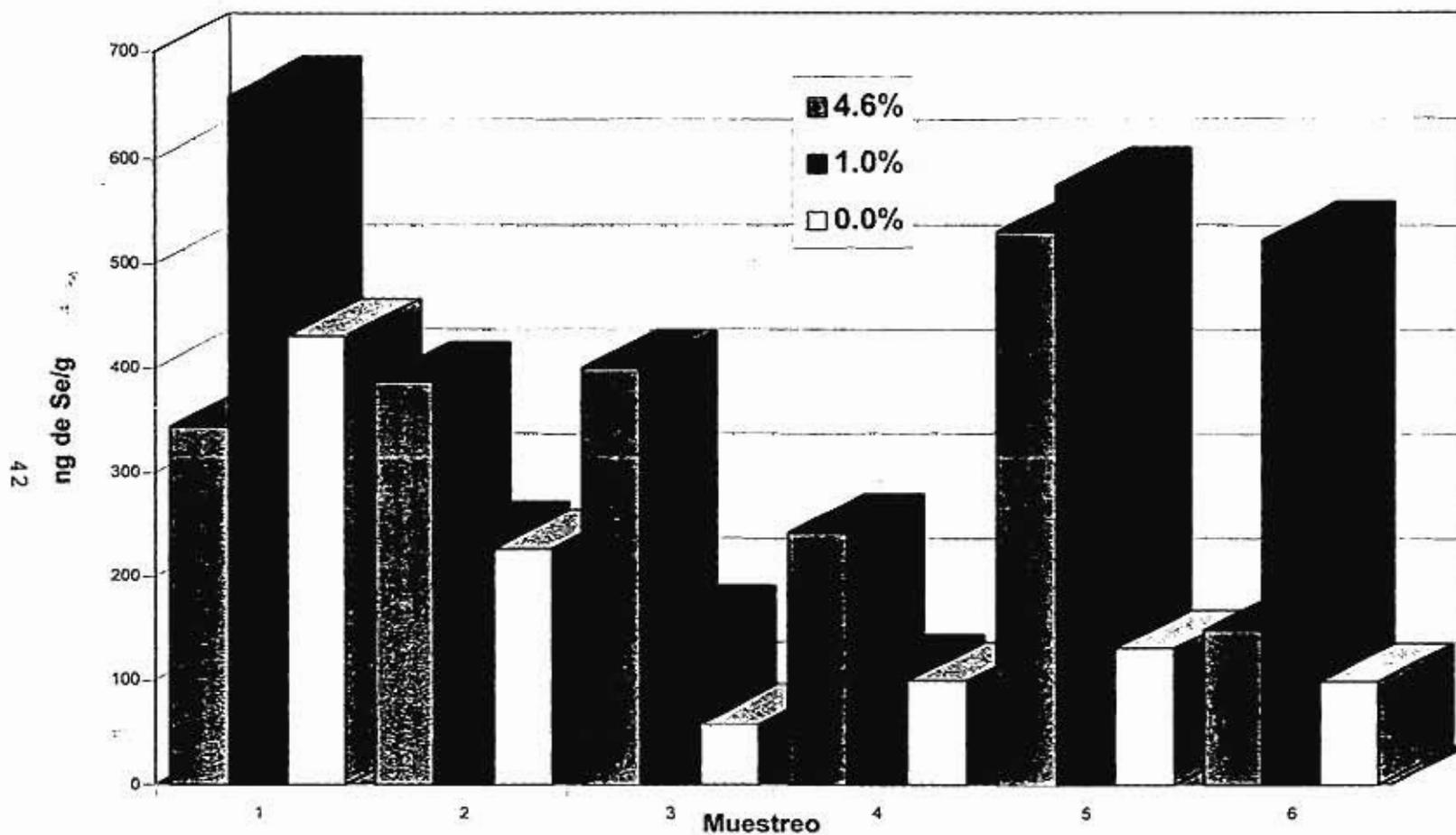


Figura 2: Concentraciones de Se en lana (ng/g) en borregas que recibieron comprimidos con y sin Se