

Evaluación de comprimidos intrarruminales de selenio por concentración sanguínea y lanar de corderas semiestabuladas*

Miguel Ángel Blanco Ochoa **
Alfredo Kurt Sross Suárez ***
René Rosiles Martínez †

Abstract

Natural and cultivated grasses contain Se as result and influence of its soil concentration. Oral mineral boluses are one choice of supplementation. The objective of this research was to find out the time and intensity of Se liberation from mineral intraruminal boluses measured by blood and wool Se concentration in female lambs for a 3 month period. Three groups of ten lambs each were formed for Se bolus administration. Orally administered boluses for these lambs were made with: 1%, 4.6% and without Se (ten boluses per group and a 5 g weight bolus per lamb). Lambs were grassing: *Lolium perenne*, *Pennisetum clandestinum* and *Trifolium repens latum*, during the day-time, and received 250 g of a concentrated feed at the manger with no Se added. Mean blood and wool Se concentrations were 182.0 ng/g and 341.7 ng/g, respectively in the group with 4.6% Se boluses during the 3 month period. The statistical difference ($P > 0.05$) was higher when two groups with 1.5% and no Se boluses were compared. There was a stastitical difference ($P > 0.05$) when results of groups 1% Se and the control one to group 4.6% Se were compared. Statistical difference in Se concentration between the control and the 1% Se bolus groups was not meaningful regarding blood only in the wool one. It is concluded that mineral boluses with 4.6% Se content and 5 g weight are recommended as supplementation for grassing lambs.

Key words: SELENIUM, INTRARUMINAL MINERAL BOLUS, LAMBS, BLOOD AND WOOL CONTENT.

Resumen

La cantidad de selenio (Se) en el forraje se deriva de la del suelo y la primera será la fuente para los animales. La administración oral de comprimidos minerales intrarruminales puede proporcionar cantidades adecuadas durante varios años. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la administración de comprimidos minerales intrarruminales con Se, sobre la concentración sanguínea y lanar en corderas semiestabuladas. Se les administraron por vía oral comprimidos de Se a 20 corderas; 10 con 4.6%, 10 con 1.0% y 10 sin Se. Las corderas se mantuvieron en pastoreo diurno en praderas de *Lolium perenne* (Ballico), *Pennisetum clandestinum* (Kikullo) y *Trifolium repens latum* (trébol), ofreciéndoles también 250 g de alimento balanceado sin Se y paja de avena en el pesebre. Durante 3 meses, cada 15 días, en 6 muestreos se determinó la concentración de Se en sangre, lana y en los alimentos que consumían los animales. Para la medición del Se, se utilizó un generador de hidruros acoplado a un espectrómetro de absorción atómica. Las concentraciones de Se en los forrajes y concentrado ofrecidos se consideraron como deficientes. Las concentraciones de Se

Recibido el 15 de enero de 1998 y aceptado el 11 de agosto de 1998.

* Parte de este trabajo fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, proyecto, 1567P-B9507.

** Departamento de Producción Animal: Rumiantes, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

*** Departamento Nutrición Animal y Bioquímica, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

† Departamento de Toxicología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

sanguíneo y lanar en los animales que recibieron comprimidos con 4.6% fue de 182.0 ng/g y 341.7 ng/g, respectivamente. La diferencia resultó estadísticamente más alta ($P > 0.05$) a la de los grupos sin Se y del que recibió bolos con 1%. Los hallazgos de este experimento recomiendan la suplementación de Se en corderas en pastoreo con bolos minerales de 4.6% de Se y 5 g de peso.

Palabras clave: SELENIO, COMPRIMIDOS INTRARRUMINALES, CORDERAS, PASTOREO, SAN-GRE Y LANA.

Introducción

Las deficiencias nutricionales de selenio (Se) provocan disminución de la actividad de la glutatión peroxidasa (GSH-Px);¹ por lo tanto, el principal efecto bioquímico de este elemento consiste en mantener la actividad enzimática. La deficiencia también se refleja en la disminución de la función zootécnica del animal.

Guerrero² señala que las zonas de Cuajomulco y Tres Marías, Morelos, México, en donde generalmente se desarrolla una ganadería ovina en pastoreo y se producen grandes cantidades de forrajes, llegan a ser deficientes en Se y Cu. También en la zona de Ixtlahuaca, Estado de México, México, se han notificado bovinos enfermos con deficiencia de Se. Este elemento previene eficazmente el complejo de problemas musculares de tipo nutricional. Algunos autores han observado efectos positivos sobre la ganancia de peso, sobrevivencia de corderos recién nacidos, respuesta inmune positiva e incremento en la fertilidad cuando se mantienen adecuados valores de Se en la dieta.³⁻⁵

Estudios en ovinos y bovinos productores de carne demostraron que existe un efecto significativo entre la suplementación, la ganancia de peso y la disminución de mortalidad en animales jóvenes. De lo anterior se deduce que la suplementación con Se es positiva en el incremento de la eficacia productiva, en animales deficientes.^{6,7}

En los rumiantes el Se constituye un elemento que se absorbe fácilmente en el tracto gastrointestinal, el duodeno es el principal sitio de absorción. Se ha observado que las bacterias ruminantes 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.⁸⁻¹⁰ De 0.1 a 0.5 ppm de Se en el suelo representa la cantidad adecuada para satisfacer las necesidades de los animales en el forraje, valores menores a 0.09 ppm se consideran como deficientes.¹¹ El criterio diagnóstico sugiere que en los forrajes y granos la concentración de Se adecuada es de 0.1 ppm; de 0.075 a 0.1 ppm, moderadamente deficiente; de 0.05 a 0.075 ppm, es bajo; y menores de 0.05 ppm, deficiente.¹² Respecto del contenido de Se en sangre de ovinos se sugiere que valores menores de 0.05 ppm, son deficientes; de 0.05 a 0.075 ppm, marginalmente

bajos; de 0.076 a 0.1 ppm, marginalmente adecuados; y mayores de 0.1 ppm, adecuados.¹³

Entre las varias formas de suplementar las deficiencias de Se, la administración en forma de bolos minerales intrarruminales o comprimidos, se considera en ciertas circunstancias como de las más indicadas. También se usan comprimidos que contienen Co, Se y Cu desarrollados para ser utilizados en ovinos y ganado. En los rumiantes estos comprimidos liberan el selenio en el rumen y permiten su asimilación. Se han fabricado varios tamaños de bolos como los de 17 g para corderos, 35 g para ovinos adultos y de 100 g para bovinos. Los utilizados en corderos tenían 5 g Co/kg, como óxido de cobalto; 3 g Se/kg, como selenito de sodio; y 134 g Cu/kg, como óxido de Cu.¹⁴

También se investigó un prototipo de bolos que contenían 0.25% de Se, 0.47% de Co y 13.2% de Cu, y con una medida de 5/1.8 cm y 34-36 g de peso para administrarse por vía oral.¹⁵

Algunos autores experimentaron con la administración de comprimidos intrarruminales, que pesaban 10 g y contenían Se al 5% y hierro al 95%, como una forma de proveer Se continuamente y durante un tiempo prolongado, con estos bolos se obtuvieron buenos resultados.¹⁶⁻²⁰

Ciertos comprimidos comerciales contienen 5% de Se, en algunos casos su vida efectiva es menor a 2 años. Otros comprimidos contienen entre 10% a 75% de Se y tienen una duración mayor a 4 años.²¹ Sin embargo, es posible que estos comprimidos puedan liberar altas cantidades de selenio, particularmente durante el primer año, arriesgando que los ovinos se intoxiquen y disminuyan su productividad. Esto puede traer como consecuencia también que el contenido de Se en la carne se incremente y produzca cierto riesgo para los consumidores.²² Los comprimidos de Se intrarruminales pueden utilizarse para suplementar Se a los ovinos en pastoreo, a bajo costo y que un solo comprimido pueda ser efectivo durante varios años.

Como objetivo de este estudio se pretende evaluar el grado de liberación de Se a partir de bolos intrarruminales hechos con un cemento adhesivo, a través de la medición de Se sanguíneo y lanar en corderas en una explotación semiintensiva.

Se espera que con la administración de los comprimidos intrarruminales de Se, se satisfagan las necesi-

dades de las corderas; asimismo, que la lana y la sangre sean los tejidos indicadores del estado nutricional del Se.

Material y métodos

Para el desarrollo del presente trabajo, se fabricaron 30 comprimidos de Se administrados por vía oral a 30 corderas. Los comprimidos se elaboraron utilizando selenito de sodio con 46% de Se, sulfato de cobre con 30% de Cu y cemento dental, con el fin de aprovechar la liberación lenta y prolongada.

Se elaboraron 10 comprimidos con 4.6% de Se (grupo 1), al mezclar 1.0 g de selenito de sodio, 2.5 g de sulfato de cobre y 6.5 g de cemento. Los 10 comprimidos que corresponden al 1% de Se (grupo 2), se fabricaron con 0.2174 g de selenito de sodio, 2.7 g de sulfato de cobre y 7.0 g de cemento. Los 10 comprimidos sin Se (grupo 3) fueron hechos con 7.5 g de cemento y 2.5 g de sulfato de cobre.

Las corderas de experimentación fueron, cruda de Suffolk con Rambouillet de 4 meses de edad, nacidas, criadas y utilizadas para el experimento en el 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, situado en Tres Marías, Morelos, México. Para el desarrollo del experimento se les administró un bolo de 5 g por vía oral a cada animal al primer día. Las corderas se distribuyeron en forma equitativa de acuerdo a la raza o crusa. Asimismo, se pesaron y se colectó sangre y lana de ellas desde este día y cada 15 en lo sucesivo hasta 3 meses. Los animales se alimentaron en pastoreo diurno con *Lolium perenne* (Ballico), *Penisetum clandestinum* (kikullo) y *Trifolium repens* (trébol), asignándoseles el espacio suficiente de la pradera que cubría sus necesidades. Durante el tiempo en que los animales estuvieron en experimentación, se les suministraron diariamente 1 000 g de paja de avena y 250 g de un alimento concentrado

hecho a base de sorgo y soya. Al concentrado no se le añadió selenio ni a las sales minerales. También se obtuvieron muestras del forraje de la pradera, de la paja de avena y del concentrado, cada 15 días durante el tiempo de experimentación con el fin de medir el contenido de selenio.

Para la determinación del Se, la muestra fue digerida con ácidos inorgánicos y calor controlado hasta eliminar la materia orgánica. Posteriormente se utilizó el generador de hidruros acoplado al espectrómetro de absorción atómica de acuerdo con las especificaciones del fabricante del equipo.

Para la evaluación de los resultados se realizó el análisis de observaciones repetidas multivariado comparativo ($P > 0.05$) entre los tres grupos de cada muestreo para el contenido de Se en sangre y lana, así como análisis de correlación entre el contenido de Se sanguíneo y lanar.²³

Con los resultados de los análisis se fabricaron figuras y cuadros para la interpretación visual.

Resultados

De acuerdo con los valores promedio de Se en los ingredientes alimentarios de las corderas durante el experimento, se detectó que el concentrado (sin adición de Se) comparado con el "Ballico" y la paja de avena fue superior estadísticamente ($P > 0.05$) (Cuadro 1).

El contenido promedio de Se sanguíneo en las corderas del primer grupo (4.6%, Se) a lo largo del experimento, fue de 182.01 ng/g, para las corderas del segundo grupo (1% Se) de 155.8 ng/g y para las del tercer grupo (sin Se) de 129.1 ng/g (Cuadro 2). Existe una diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) en las concentraciones de Se sanguíneo y lanar entre los animales que recibieron comprimidos con 4.6% de Se y los que recibieron comprimidos con el 1% y los testigos. No se presentó diferencia estadística ($P > 0.05$) entre los animales que recibieron bolos con 1% de Se y el grupo testigo (Cuadro 2) y (Figura 1).

Cuadro 1
CONCENTRACIÓN DE Se (ng/g) EN EL ALIMENTO DE BORREGAS CON BOLOS INTRARRUMINALES DE SELENIO

Muestreo	1	2	3	4	5	6	\bar{X}
Concentrado	506.4	95.7	NSD	70.6	57.19	157.5	147 ^a
<i>Lolium perenne</i>	19.5	21.14	NSD	34.6	NSD	41.63	19 ^b
Paja de avena	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD ^c

NSD= No se detectó (< 16 ng/g), muestreos cada 15 días. \bar{X} : promedio, diferente literal indica diferencia estadística.

Cuadro 2
CONCENTRACIÓN DE SELENIO SANGUÍNEO (Se, ng/g) EN BORREGAS QUE RECIBIERON BOLOS CON Y SIN Se

Bolo/Se	Muestreo	1	2	3	4	5	6	Media
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
	DE	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 ^a A	81.05 ^b B	78.51 ^b B	91.11 ^a B	87.49 ^b B	155.84 ^{ab}
	DE	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 ^b A	84.5 ^b B	67.73 ^b B	89.30 ^a B	73.69 ^b B	129.89 ^b
	DE	72	106.52	25.22	25.13	32.72	38.09	
	Promedio	238.32 A		78.80 ^b B				

Diferentes literales expresan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre concentraciones (a y b) y entre muestreos (A y B), DE = Desviación estándar.

Cuadro 3

CONCENTRACIÓN DE SELENIO (Se, ng/g) EN LANA DE BORREGAS QUE RECIBIERON COMPRIMIDOS INTRARRUMINALES CON Y SIN Se

Bolo/Se	Muestreo	1	2	3	4	5	6	Media
4.6%	Media	343.12 ^a	387.16 ^a	398.79 ^a	241.83 ^a	529.86 ^a	148.43 ^a	341.72 ^a
	DE	467.77	243.27	227.90	105.63	691.79	86.91	372.47
	Promedio	365 A		329 B				
1.0%	Media	658.56 ^b	234.5 ^b	154.65 ^b	106.72 ^b	573.64 ^a	521.85 ^b	379.53 ^a
	DE	988.35	113.72	156.46	44.05	645.85	880.93	624.58
	Promedio	446 A		338 B				
0.0%	Media	429.75 ^c	226.67 ^a	58.56 ^c	99.16 ^b	130.61 ^b	99.12 ^c	181.41 ^b
	DE	623.87	91.59	51.57	88.94	73.16	44.87	292.10
	Promedio	327 A		96 C				

Diferentes literales expresan diferencias significativas dentro del muestreo ($P < 0.05$), DE = Desviación estándar.

También se calcularon las diferencias entre los tratamientos a través del experimento, estimándose que en el primero y quinto muestreos no existieron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) y que durante los muestreos segundo, tercero, cuarto y sexto sí se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$). Las concentraciones de Se sanguíneo de los animales tratados, se elevaron hasta 300 ng/g en el segundo muestreo; luego descendieron hasta concentraciones entre 67.7 y 116.9 ng/g en el cuarto muestreo, estimándose una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) de valores alcanzados entre el segundo y del tercero al sexto muestreos.

Durante este experimento el concentrado preparado sin Se añadido, comenzó a ofrecérselo a las corderas

a partir del momento en que se les administraron los comprimidos, ya sea con o sin Se.

Después del tercer muestreo las concentraciones de Se permanecieron constantes, como se puede observar en el Cuadro 2, sin mostrar diferencias significativas entre las del mismo grupo ($P > 0.05$).

Con el fin de conocer el efecto puro de los comprimidos de Se como fuente de suplementación, se compararon tanto en sangre como en lana los promedios de los dos primeros muestreos, con el promedio de los últimos cuatro, observándose gran diferencia estadística en los 3 grupos ($P < 0.05$).

También se observó que en los promedios de esos 4 muestreos se continuaba la diferencia estadística entre los diferentes tratamientos ($P > 0.05$). Los del grupo

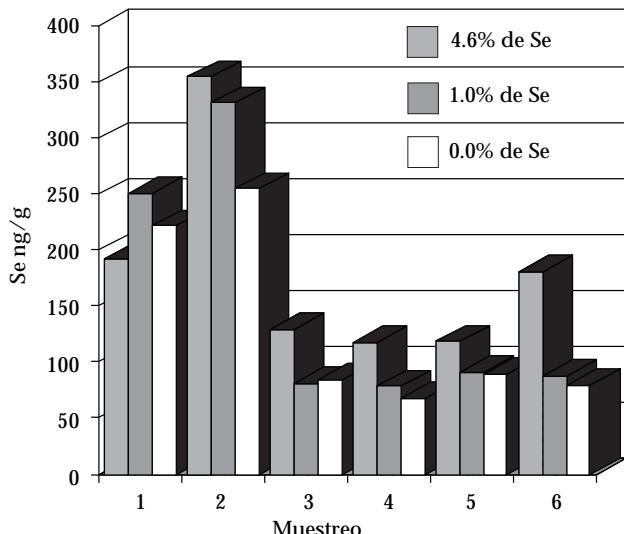


Figura 1. Concentraciones de Se sanguíneo (ng/pg) en borregas que recibieron comprimidos con y sin Se.

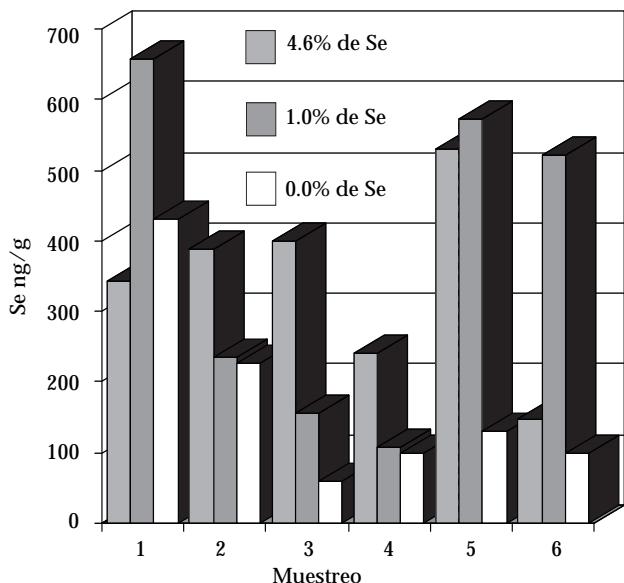


Figura 2. Concentraciones de Se en lana (ng/g) en borregas que recibieron comprimidos con y sin Se.

donde se administraron comprimidos con 4.6% fueron diferentes ($P < 0.05$) a los del grupo testigo, aunque los del grupo testigo y los del grupo con comprimidos con 1%, no tuvieron esa diferencia ($P > 0.05$).

Las concentraciones de Se en la lana de las corderas, fueron casi el doble que las de la sangre (Cuadro 3) y (Figura 2). La lana de las corderas del grupo testigo tuvo un promedio general de 181.41 ng/g; la del grupo que recibió comprimidos con 1%, fue de 379.4 ng/g y la del grupo con los comprimidos de 4.6% fue de 341.72 ng de Se/g. En el Cuadro 2 se observa que las concentraciones de Se a través de los 6 muestreos no cumplen

con los supuestos de igualdad de varianzas. Existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los grupos.

También se detecta que al final del experimento (muestreos 5 y 6), el contenido de Se en la lana de los animales del grupo tratado con comprimidos con 1% tuvieron 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 (Cuadro 2).

Para el caso de las corderas que no recibieron Se a través de los comprimidos se aprecia también una caída constante del contenido Se en la lana, observándose que disminuyen paulatinamente hasta el final del experimento. De lo anterior se deduce que la lana es una fuente más donde se pueden vigilar los cambios en el contenido de Se corporal, después de cualquier suplementación. Estos resultados tuvieron una gran variación y se aprecia una respuesta tardía en la de lana, como se puede ver en los Cuadros 2 y 3.

Se realizó también una prueba de correlación entre las concentraciones de Se en la sangre con las de la lana en todos los animales del experimento y se encontró una correlación baja en los muestreos 3 y 4, pero alta entre los muestreos 4 y 5 ($P > 0.05$).

Discusión

El contenido de Se identificado en la avena que se cultiva en el área de trabajo fue bajo, estos resultados coinciden con los publicados por Guerrero *et al.*,²⁴ esto último explica la baja concentración de Se en los forrajes de la región de Tres Marías, Morelos, probablemente debido a la deficiencia del elemento en el suelo aparte del pH ácido, que lo haría menos disponible.

El National Research Council²⁵ y Kuchel y Buckley,¹⁸ indican que las cantidades de Se en la sangre de borregos tratados con comprimidos de Se y Fe, con diferentes proporciones de hierro, fueron significativamente más altos que los del grupo sin tratamiento. A partir de la primera semana después de administrar los comprimidos, se observa que el contenido aumentó y se mantuvo durante los primeros 3 o 4 meses; asimismo, después de seis meses el aumento era sólo apreciablemente mayor que los originales.

Comparativamente Judson *et al.*²⁶ describen que el contenido sanguíneo de Se en los borregos aumenta después de la primera semana de la administración oral de los comprimidos que contienen Se y Cu, y sigue aumentando hasta después de la cuarta semana y permanece elevado hasta por 32 semanas.

Langlands *et al.*²⁷ describen que los comprimidos fabricados con 15% de Se son efectivos para proporcionar los requerimientos de Se hasta por 4 años y posiblemente por toda la vida comercial de los borregos. Los

comprimidos con 10% de Se sólo fueron efectivos durante 3 años, pero se consideraron mejores que los comerciales, que sólo contienen 5% de Se. Este mismo autor señala que la administración de comprimidos con 20% de Se no provocó diferencias en la concentración de Se sanguíneo, en comparación con los comprimidos que tenían menos cantidad, pero sin efectos adversos sobre la ganancia de peso ni la producción de lana de los ovinos.

En cuanto a las cantidades sanguíneas de Se en los grupos experimentales de este trabajo, se obtuvieron resultados alentadores con diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las cantidades alcanzadas por las corderas que recibieron comprimidos de 4.6% de Se y sin Se. Esta diferencia se identificó cuando se consideró el Se sanguíneo de los dos primeros muestreos comparados con los cuatro últimos; es decir, cuando se supone que las reservas corporales habían terminado y que ya no se tenía influencia de adición entre el Se de los comprimidos y el de las reservas corporales. En las concentraciones de Se de las corderas que recibieron comprimidos con 1% de Se y las que no recibieron no se encontró ninguna diferencia estadística ($P > 0.05$). Esto último posiblemente se derivó por la suplementación del cobre que pudiera favorecer la utilización eficiente de pequeñas cantidades de Se en la dieta.

Igualmente Langlands *et al.*²⁸ al utilizar comprimidos con 5% de Se y Fe, observaron que las cantidades de Se sanguíneo en los animales no tratados, se mantuvieron de 15 a 45 ng/g y en los animales tratados variaron de 24 a 282 ng/g.

Kuchel y Buckley,¹⁸ al utilizar varias combinaciones de comprimidos que contenían Se y Fe, también observaron que no existieron diferencias estadísticas en la ganancia de peso en borregos adultos de la raza Merino. Igualmente Ellis *et al.*²⁹ revelaron que la diferencia de peso en los corderos que recibieron comprimidos con Co, Se y Cu, fue solamente debida a la adición de vitamina B₁₂ y no a la administración de Se, después de evaluar varias formas de suplementación de Se. En forma contraria, Millar y Meads³⁰ sí encontraron diferencias significativas en el peso alcanzado por los borregos, pero después de ocho meses.

La utilización de un elemento más en los comprimidos será tan importante para determinar la ganancia de peso, si el alimento de estos animales es deficiente o no. También es posible que exista una interacción cuando la adición de elementos minerales sea más amplia de acuerdo con las deficiencias. Si estos comprimidos llenan esas deficiencias, se verá mejor ganancia de peso.

Las concentraciones de Se en la lana de las corderas de este experimento que recibieron comprimidos con 4.6%, 1% de Se o sin Se, tuvieron gran variabilidad. Los

valores de Se en la lana de las corderas del grupo testigo mostraron en promedio cantidades inferiores a los 100 ng/g después del segundo muestreo, esto último puede ser interpretado como una mayor utilización del mineral a nivel tisular en comparación con el Se disponible en los otros dos grupos, donde se puede apreciar que fueron muy superiores a los del grupo testigo.

Guerrero *et al.*²⁴ señalan que la cantidad de Se en la lana de los ovinos en pastoreo de la región de Tres Marias, Morelos, fue en promedio de 66.75 ng/g, estos resultados son muy inferiores de los obtenidos en este trabajo, los promedios de Se detectados en la lana de las borregas incluidas en este experimento 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.

En este trabajo las concentraciones de Se en la lana fueron en algunos casos parecidos a los de Handreck y Goodwin,³¹ sólo que no alcanzaron valores tan altos, ni aun cuando se sumaron las de los comprimidos a los del alimento que consumieron antes del experimento. Los valores que se detectaron al final del experimento del grupo que recibió los comprimidos con 1%, pueden ser explicados por la acumulación de Se en la lana a través del tiempo.³²

De la misma forma el contenido de Se en los animales que no recibieron tratamiento, demostraron que el Se en la lana sólo se presenta si existe una suplementación previa.

En conclusión, se recomienda el uso de comprimidos intrarruminales hechos con 4.6% de Se y de 5 g de peso, como suplemento para corderas en crecimiento.

Referencias

1. Anderson PH, Barret S, Patterson DSP. Glutathione peroxidase activity in erythrocytes and muscle of cattle and sheep and its relationship to selenium. *J Comp Path* 1978;88:181-188.
2. Guerrero BLL. Interrelación del contenido de selenio y cobre en lana de ovino y suelo de Cuajomulco y Tres Marias (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 1995.
3. Norton OA, McCarthy FD. Use of injectable vitamin E and selenium-vitamin E emulsion in ewes and suckling lambs to prevent nutritional muscular dystrophy. *J Anim Sci* 1986;52:497-508.
4. Patrax DC, Data DM. The effects of oral administration of sodium selenite on clinical signs and mortality. *Indian Vet J* 1984;61:845-846.
5. Spears WJ, Harvey RW, Sergerson EC. Effects of marginal selenium deficiency and winter protein supplementation on growth, reproduction and selenium status of beef cattle. *J Anim Sci* 1986;63:586-593.

6. Segerson EC, Gunsett FC, Gets WR. Selenium-vitamin E supplementation and production efficiency in ewes marginally deficient in selenium. *Livest Prod Sci* 1986;14:149-150.
7. Walker SR, Hall GP, Smith DH, Panzoni RW, Judson GJ. Effect of selenium supplementation on survival, liveweight and wool weight of young sheep on Kangaroo Island, South Australia. *Austr J Exp Agric Anim Husb* 1979;19:689-694.
8. Ammerman CB, Miller SM. Selenium in ruminant nutrition: a review. *J Dairy Sci* 1975;58:1561-1577.
9. Kyiden Y, Kimikazu I, Munemiro Y. Vitamin B₆ dependence of selenomethionine and selenite utilization for glutathione peroxidase in the rat. *J Nutr* 1979;109:760-766.
10. Shamberger RJ. *Biochemistry of selenium*. New York: Plenum Press, 1983.
11. Muth OH. Selenium responsive disease of sheep. *J Am Vet Med Assoc* 1970;157:1507-1511.
12. Arthur D. Selenium content of some feed ingredients available in Canada. *Can J Anim Sci* 1971;51:71-74.
13. Wheatley LE, Beck NFG. The influence of season and husbandry on the selenium status of sheep in a deficient area. *Br Vet J* 1988;144:246-251.
14. Cawley G, McPhee I. Trials with a long acting parenteral selenium preparation in ruminant sheep. *Vet Rec* 1984;114:565-566.
15. Millar KR, Meads WJ. The efficacy of intraruminal pellets composed of elemental selenium and iron in sheep. *NZ Vet J* 1988;36:53-55.
16. Anónimo. A selenium pellet for sheep. *Rural Res* 1974;86:19-23.
17. Hunter RA, Peter DW, Hudson DR, Chandler BS. Studies with the intraruminal pellet. I. Some factors influencing the effectiveness of the pellet for selenium supplementation of sheep. *Austr J Agric Res* 1981;32:927-933.
18. Kuchel RE, Buckley RA. The provision of selenium to sheep by means of heavy pellets. *Austr J Agric Res* 1969;20:1099-1107.
19. Paynter DI. Glutathione peroxidase and selenium in sheep. I. Effect of intraruminal selenium pellets on tissue glutathione peroxidase activities. *Austr J Agric Res* 1979;30:4-6.
20. Wilkins JF, Hamilton BA. Low release of selenium from recovered ruminal pellets. *Austr Vet J* 1980;56:87-89.
21. Donald GE, Langlands JP, Bowles JE, Smith AJ, Burke GL. Selenium supplements for grazing sheep. 3. Development of an intra-ruminal pellet with an extended life. *Anim Feed Sci Technol* 1993;40:295-308.
22. Langlands JP, Donald GE, Bowles JE, Smith AJ. Selenium supplements for grazing sheep. 4. The use of intraruminal pellets containing elevated quantities of selenium. *Anim Feed Sci Technol* 1994;46:109-118.
23. Daniel WW. *Bioestadística: bases para el análisis de las ciencias de la salud*. México (DF): Limusa, 1977.
24. Guerrero BLL, Bautista OJ, Rosiles MR. Interrelación del contenido de selenio y cobre en lana de ovinos y suelo de la zona de pastoreo de Cuajomulco y Tres Marias, Morelos, México. *Vet Méx* 1997;28:51-53.
25. NRC: Nutrient requirements of sheep. 6th ed. Subcommittee on Sheep Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board of Agriculture. Washington (DC): National Research Council, 1985.
26. Judson GJ, Brown TH, Kempe BR, Turnbull RK. 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. *Austr J Agric Res* 1988;28:299-305.
27. Langlands JP, Donald GE, Bowles JE, Smith AJ. Subclinical selenium insufficiency. 1. Selenium status and the response in liveweight and wool production of grazing ewes supplemented with selenium. *Austr J Agric Res* 1991;31:25-31.
28. Langlands JP, Bowles JE, Donald GE, Smith AJ. Selenium supplements for grazing sheep. 2. Effectiveness of intraruminal pellets. *Anim Feed Sci Technol* 1990;28:15-28.
29. Ellis NJS, Shallow WM, Judson GJ. Weight gains of lambs treated with soluble glass bullet containing cobalt, selenium and copper. *Austr Vet J* 1987;64:93-4.
30. Millar KR, Meads WJ. Selenium levels in the blood, liver, kidney and muscle of sheep after the administration of iron/selenium pellets or soluble-glass boluses. *NZ Vet J* 1988;36:8-10.
31. Handreck KA, Goodwin KO. Distribution in the sheep of selenium derived from ⁷⁵Se-labelled ruminal pellets. *Austr J Agric Res* 1970;21:71-84.
32. Georgievskii VI, Annenkov BN. *Mineral nutrition of animals*. London (UK): Butterworths, 1982.