

COMPLEMENTO CON SELENOMETIONINA A OVEJAS GESTANTES Y EFECTO SOBRE EL DESARROLLO DE SUS CORDEROS

COMPLEMENTING EXPECTANT EWES WITH SELENOMETHIONINE AND THE EFFECT ON DEVELOPMENT OF THEIR LAMBS

Parraguirre-Espinosa, A., Miranda-Jiménez, L., Herrera-Haro, J.

Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería. Colegio de Postgraduados, *Campus Montecillo*, km 36.5 carretera México-Texcoco, México CP 56230.

***Autor de correspondencia:** miranda_leonor@yahoo.com

RESUMEN

El Selenio cruza eficientemente la barrera placentaria y se puede concentrar en calostro y leche. Desde el postulado de que el uso de SeMet en la complementación de ovejas gestantes aumenta la concentración de Selenio sanguíneo y lácteo en ovejas, así como, el peso al nacimiento y ganancia de peso del cordero, se realizó un estudio con 14 hembras ovejas, gestantes con SeMet (0.20 mg kg⁻¹ de Selenio)= 300 mg oveja⁻¹ de SeMet, cada 24 h durante cinco días y dosis de sostenimiento c/7 días, más el testigo (Sin SeMet). Se analizó la concentración de Selenio en muestras de suero sanguíneo de ovejas y corderos, producto comercial con SeMet y en salvado de trigo. Para evaluar la ganancia de peso y peso al nacimiento se pesaron cada 15, 30, 45 y 60 días de edad. Para la concentración de Selenio en suero y ganancia de peso de corderos se usó un diseño experimental con mediciones repetidas en el tiempo. En peso al nacimiento se usó un diseño completamente al azar con Análisis de Varianza para determinar el grado de asociación entre Selenio en suero sanguíneo de ovejas y corderos, y se aplicó análisis de coeficiente de correlación de Pearson. La adición de SeMet a ovejas aumento el Selenio sérico a los 25 días (P<0.05), mientras que para este mismo periodo en corderos disminuyó (P<0.05), indicando que no existe correlación entre concentraciones séricas de Selenio de ovejas y corderos a 25 días de vida (-0.99604, P<0.0001). El peso al nacimiento mostró tendencia positiva en corderos de madres con SeMet, sin presentar diferencia estadística (P>0.05). La ganancia de peso de corderos no fue afectada por la aplicación de SeMet a la madre (P>0.05). El suministro de SeMet a ovejas gestantes aumentó la concentración sérica del mineral a 25 días pero no la ganancia de peso al destete, ni peso al nacimiento, no hay correlación entre concentración sérica de Selenio de ovejas y ganancia de peso de corderos.

Palabras clave: Peso al nacer, ovejas, selenio.

ABSTRACT

Selenium crosses the placenta barrier effectively and can be concentrated in colostrum and milk. From the hypothesis that the use of SeMet in complementation of expectant ewes increases the concentration of blood and milk Selenium in sheep, and also the birth weight and the weight gain in lambs, a study with 14 expectant ewes was carried out, with SeMet (0.20 mg kg⁻¹ of Selenium)= 300 mg ewe⁻¹ of SeMet, every 24 h for five days, and a maintenance dose every 7 days, plus the control (without SeMet). The Selenium concentration was analyzed in samples of blood serum in ewes and lambs, in commercial product with SeMet, and in wheat bran. To evaluate the weight gain and the birth weight, they were weighed every 15, 30, 45 and 60 days of age. For the Selenium concentration in the serum and weight gain in lambs, an experimental design with repeated measurements was carried out in time. For birth weight, a completely random design was used with Variance Analysis, to determine the degree of association between Selenium in blood serum of ewes and lambs, and a Pearson correlation coefficient analysis was applied. The addition of SeMet to ewes increased the serum Selenium at 25 days (P<0.05), while it decreased for this same period in lambs (P<0.05), indicating that there is no correlation between serum concentrations of Selenium in ewes and lambs at 25 days of life (-0.99604, P<0.0001). The birth weight showed a positive trend in lambs with mothers with SeMet, without statistical difference (P>0.05). The weight gain in lambs was not affected by the application of SeMet to the mother (P>0.05). The supply of SeMet to expectant sheep increased the serum concentration of the mineral at 25 days, but not the weight gain at weaning, or the birth weight; there is no correlation between the serum concentration of Selenium in ewes and weight gain in lambs.

Keywords: Birth weight, ewes, Selenium.

INTRODUCCIÓN

Los minerales son moduladores potentes de varias funciones fisiológicas que son perturbadas en estados de deficiencia, las modificaciones bioquímicas y clínicas resultantes se puede prevenir y corregir con la complementación adecuada de estos minerales (Neve, 1992). El Selenio (Se) es un oligoelemento no metal en estado natural sólido y escaso en la corteza terrestre, importante para el desarrollo normal del organismo por ser un antioxidante que forma parte integral de la glutatión peroxidasa, que regulan funciones vitales, y la concentración sistémica de este mineral es determinada principalmente por el contenido de Selenio en alimentos ingeridos (Carlson *et al.*, 2009; Carmona-Fonseca, 2010). La deficiencia de Selenio afecta el desarrollo de los corderos y la productividad de las empresas ovinas. Los trastornos causados por deficiencia severa varían desde, falla cardíaca asociada con cambios degenerativos en miocardio hasta muerte súbita (Revilla *et al.*, 2008). En ovinos adultos es común problemas de distrofia muscular nutricional o enfermedad del musculo blanco, retraso en crecimiento e infertilidad (Revilla *et al.*, 2008; Wu *et al.*, 2012); y cuando la deficiencia es subclínica provoca debilidad muscular del recién nacido (Hall *et al.*, 2014). La deficiencia de Selenio afecta a todas las especies animales, sin embargo, los ovinos y caprinos son particularmente susceptibles (Zarczynska *et al.*, 2013), la administración del mineral para prevenir o contrarrestar deficiencia puede proporcionarse en formas orgánica como Selenometionina (SeMet) la cual es preferida por presentar mayor margen de bioseguridad, ser eficaz para el enriquecimiento del contenido de Selenio en leche (Carmona-Fonseca, 2010; Miranda *et al.*, 2009) y ser más biodisponible que las fuentes inorgánicas (Reséndiz *et al.*, 2012) (Figura 1).

La transferencia de nutrientes de la oveja a su descendencia se produce a través de la vía placentaria e ingestión de calostro y leche, y depende en gran medida del estado nutricional de la madre, eficiencia de la vía transplacentaria y adecuada salud y fisiología del sistema mamario (Ghanhy *et al.*, 2007). Al final de la gestación el peso fetal se ve afectado por la desnutrición materna,

donde, ovejas con nutrición restringida tienen fetos de masa reducida en comparación con ovejas que tienen nutrición balanceada (Lekartz *et al.*, 2010), el mal estado de salud y baja condición corporal son determinantes para el desarrollo del feto, lo que suele resultar en retraso productivo futuro, esta disminución del rendimiento productivo puede ocurrir aun cuando el peso al nacimiento no se vea afectado (Meyer *et al.*, 2011). La provisión de Selenio a la madre durante la gestación y lactación es eficaz para cubrir los requerimientos en el recién nacido (Figura 2) debido a que el Selenio cruza eficientemente la barrera placentaria, además de concentrarse en el calostro y la leche (Hall *et al.*, 2014; Zarczynska *et al.*, 2013), la forma orgánica de Selenio es más eficaz que las formas inorgánicas en su capacidad para transferir Selenio a lactantes humanos y de otras especies mediante el amamantamiento, reduciendo el riesgo de deficiencia en la descendencia (Rayman *et al.*, 2008). Con base en lo anterior, se realizó un estudio para identificar la influencia de Selenio en el peso al nacimiento y ganancia de peso de corderos nacidos de madres com-



Figura 1. Complementación con SeMet a ovejas gestantes vía oral



Figura 2. Parto de oveja tratada con SeMet.



plementadas con Selenio orgánico (SeMet), bajo la premisa de que el complemento de SeMet a ovejas gestantes aumenta la concentración de Selenio sanguíneo y lácteo de la oveja así como el peso al nacimiento y ganancia de peso de sus corderos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó de Noviembre de 2014 a Marzo de 2015, en la comunidad de Chimalpa, Chiautla, Estado de México, en una unidad de producción (19° 34' 11.0" N, y 98° 53' 12.9" O) a 2266 m de altitud (Garmin eTrex H, 2007). El clima es templado semiseco con lluvias abundantes en verano y de menor grado a fines de primavera e inicios de otoño, temperatura media anual entre 11 °C y 19 °C, con máxima de 32 °C y mínima de 6 °C (De la Cruz *et al.*, 2013).

Manejo de animales

Se utilizaron 14 hembras ovinas de lana (*Ovis aries*), gestantes no sincronizadas, con características raciales del fenotipo de ovinos locales, con peso vivo promedio de 42.5±5.4 kg, edad de 27±6 meses en promedio y condición corporal de 2.5 a 3.5 en escala de 1 a 5 (England, 2009). Las ovejas fueron alimentadas con rastrojo y grano de maíz (*Zea Mays*) molido, y heno de alfalfa (*Medicago sativa*), el total de alimento proporcionado fue de 1.4 kg (97.2% MS) y 2.1 kg (96% MS) por oveja día⁻¹, divididos en una ración matutina y una vespertina. Se hizo estudio coproparasitoscópico mediante la técnica de flotación (Estrada, 2013) sin que se encontraran indicios de parasitismo, se decidió no suministrar vitaminas para evitar interferencia que pudiera causar el sinergismo de la vitamina E (Vit-E) con el Selenio.

Asignación de las unidades experimentales

Se realizó la aleatorización para formar un grupo tratamiento (Con SeMet) y un grupo testigo (Sin SeMet), con el programa de computo Minitab 14 (Minitab, 2003), al inicio del experimento no se contó con el dato de tiempo de gestación de las ovejas, éste se calculó conforme se fueron presentando los partos, tomando como referencia el tiempo de gestación de 150±5 días (Senger, 2003).

Suministro del tratamiento

Se utilizó un producto comercial con levadura enriquecida con Selenio (SeMet; Bioways Selenio, Grupo Biotecap México), se proporcionó a ovejas con tratamiento de SeMet 300 mg de PC vía oral, unidos

a 10 centímetros cúbicos (cc) de salvado de trigo (*Triticum aestivum*) mezclado con agua suficiente hasta obtener una consistencia pastosa, las ovejas sin SeMet sólo recibieron 10 cc de salvado de trigo; el total de Selenio adicionado fue 0.24 mg kg⁻¹, considerando la suma de 0.20 mg kg⁻¹ contenidas en la SeMet y 0.04 mg kg⁻¹ en el salvado de trigo usado como vehículo.

Calendarización de tratamientos

Se tomaron como base los datos mencionados por Church (1993), que indican que: en corderos y terneros inyectados con selenito de sodio y vitamina E, las concentraciones hepáticas y renales de Selenio aumentan hasta cinco veces entre 1-4 días después de iniciado el tratamiento, volviendo a sus niveles iniciales en 30 días. En base a esta información, se realizó un esquema de administración del producto, buscando mantener los niveles sistémicos de Selenio constantes, el cual se hizo de la siguiente manera: suministro continuo de 300 mg de SeMet oveja día⁻¹ cada 24 h durante 5 días consecutivos y posteriormente suministro intermitente de la misma dosis cada 7 días, hasta el término del experimento considerado al momento del destete, cuando los corderos cumplieron 60 días de edad.

Recolección de muestras sanguíneas de ovejas y corderos

Para conocer las variaciones en concentración de Selenio debidas al tratamiento con SeMet: a) Se tomaron muestras de sangre a ovejas, en los días cero y 25 (0=día antes del inicio del suministro de SeMet y 25 días después del inicio del suministro de SeMet). b) Se tomaron muestras de sangre a corderos los días 6 y 25 de vida. Todas las muestras se tomaron de forma regular en un horario entre las 09:00 y 11:00 horas.

Cuantificación de la concentración de Selenio

Se analizó la concentración de Selenio en las muestras de suero sanguíneo de ovejas y corderos, el producto comercial con SeMet y el salvado de trigo, el análisis se realizó por la técnica de Espectrofotometría de absorción atómica, con digestión ácida en horno de microondas. Las muestras de suero sanguíneo de oveja y corderos se diluyeron a relación 1:5 partes de Muestra/Ácido nítrico (HNO₃ al 70%). Las muestras de producto comercial de SeMet y salvado de



trigo se diluyeron a relación 0.5:6 partes de Muestra/ HNO_3 . Posteriormente, las muestras diluidas se vertieron en vasos de teflón y se colocaron en un carrusel de 48 vasos para introducirlos en el horno de microondas (Multiwave 3000 Anton Paar, Austria) y se digirieron a una temperatura máxima de 190 °C, presión máxima de 18 Bar y tiempo promedio de 40 minutos (Ghanhy et al., 2007; Silva, 2012); las muestras digeridas se colocaron cada una en un matraz aforado a 50 ml y se aforaron a 25 ml con HNO_3 .

Pesaje de corderos

Para conocer la influencia del Selenio transferido madre-cría en el desarrollo del cordero lactante se pesaron los corderos hijos de borregas del grupo con SeMet y sin SeMet, al nacimiento y a 15, 30, 45 y 60 días de edad, y se registró la ganancia de peso de los corderos hijos de todas las ovejas en experimentación. El pesaje se hizo con una báscula digital colgante, con múltiplos de 5 g. Todos los pesajes de corderos se realizaron de forma regular entre las 08:00 y 09:00 horas de los días programados (Figura 3).

Para la concentración de Selenio en suero sanguíneo de ovejas y corderos, y ganancia de peso de corderos se usó un diseño experimental con mediciones repetidas en el tiempo y se analizó con el PROC MIXED de SAS (Herrera y García, 2014), con el modelo estadístico asociado:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + \delta_{j(i)} + P_k + (tP)_{ik} + \varepsilon_{ijk} \quad i=1, \dots, t \quad j=1, \dots, r, \quad k=1, \dots, n$$

Donde: Y_{ij} =variable respuesta en la observación k , tiempo i , tratamiento j , μ =media general, t_i =efecto del i -ésimo tratamiento, $\delta_{j(i)}$ =error aleatorio asociado con el j -ésimo animal dentro del i -ésimo tratamiento, P_k =efecto del k -ésimo tiempo, $(tP)_{ik}$ =interacción tiempo*tratamiento, ε_{ijk} =error aleatorio asociado con el k -ésimo peso dentro del j -ésimo animal (Herrera y García, 2014).

Para el peso al nacimiento se usó un Diseño completamente al azar con Análisis de Varianza con PRC de GLM de SAS (Herrera y García, 2014), Con el modelo asociado:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde: Y_{ij} =es la j -ésima respuesta debida al i -ésimo tratamiento, μ =es la media general, t_i =es el efecto del i -ésimo tratamiento... $i=1, 2, 3, \dots, k$, ε_{ij} =es el error experimental con $\sim N(\mu, \sigma^2)$. Para determinar el grado de asociación entre el Selenio en suero sanguíneo de ovejas y corderos se hizo un análisis de coeficiente de correlación de Pearson (Herrera y García, 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración de Selenio en suero sanguíneo de ovejas (Cuadro 1) entre los grupos en estudio evidenciaron aumento en ovejas tratadas con SeMet el día 25 ($P < 0.05$), y coincide con lo mencionado por Carlson et al., (2009) y Stewart et al., (2012). La concentración sérica de Selenio en corderos a los seis días de edad no indicó diferencia, mientras que a los 25 días de vida se observó diferencia predominando la concentración media de Selenio en



Figura 3. Pesaje de corderos hijos de ovejas con SeMet y sin SeMet.

corderos Sin SeMet (Figura 4), este resultado coincide con lo mencionado por Church (1993), quien indica que el Selenio alcanza mayores concentraciones en corderos y terneros alimentados con dietas que contienen Selenio natural (cita maíz cultivado en Dakota del sur) que cuando el mismo nivel de Selenio es proporcionado mediante la complementación en la dieta, así mismo, indica que la proporción de Selenio adicionado en la dieta y que es transferido a la leche desciende al aumentar el consumo de Selenio por la madre.

El coeficiente de correlación de Pearson (-0.99604 , $P < .0001$), no evidenció correlación entre las concentraciones de Selenio en suero sanguíneo de ovejas y de corderos a los 25 días de vida del cordero, lo que se refleja en los resultados de ganancia de peso de los corderos (Figura 5).

La tendencia de peso al nacimiento en grupo con SeMet de este estudio es superior a la media del grupo sin

Cuadro 1. Concentración de Selenio en suero sanguíneo de ovejas con adición de Selenometionina (SeMet) en la dieta y en suero sanguíneo de sus corderos (ppm).

Variable	Sin SeMet		Con SeMet	
	Día (^a 0, ^b 6)	Día 25	Día (^a 0, ^b 6)	Día 25
	Media± ³ DE	Media± ³ DE	Media± ³ DE	Media± ³ DE
Selenio en suero sanguíneo de oveja ¹ (día ^a 0 Y 25)	0.215±0.015	0.044±0.015	0.180±0.017	0.301±0.015
Selenio en suero sanguíneo de cordero ² (día ^b 6 y 25)	0.222±0.011	0.610±0.014	0.251±0.014	0.401±0.013

¹Muestras tomadas los días ^aceros que es un día previo al inicio del tratamiento y día veinticinco del tratamiento; ²Muestras tomadas el día ^bseis y veinticinco de vida del cordero; ³Desviación estándar.

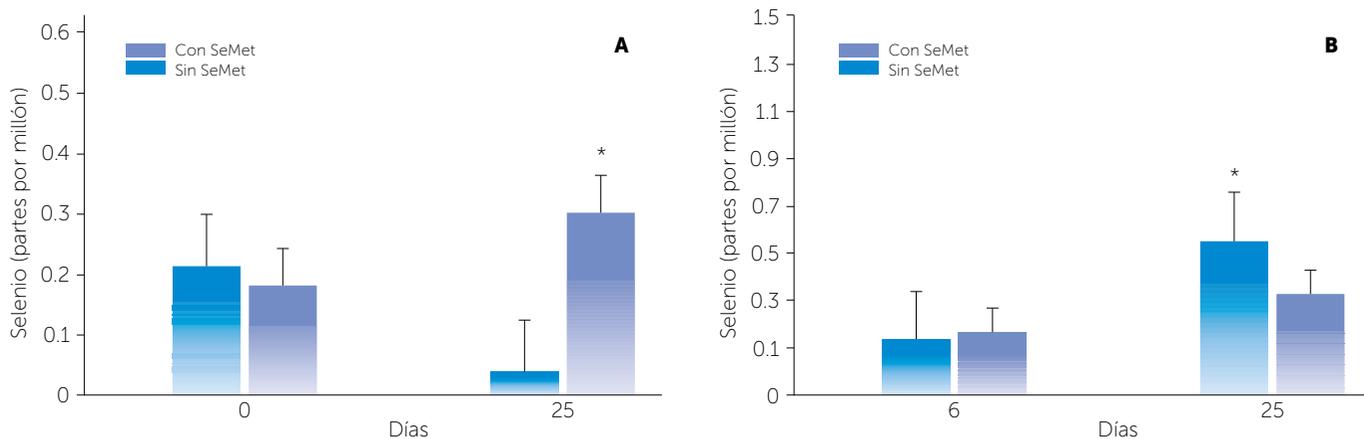


Figura 4. A: Concentración media de Selenio sérico de ovejas gestantes a 0 y 25 días de complementación en la dieta con 300 mg de selenometionina. B: Concentración sérica en corderos nacidos de A, a seis días y 25 días de nacidos. Con SeMet=grupo de ovejas que recibieron 300 mg de selenometionina. Sin SeMet=grupo de ovejas testigo.

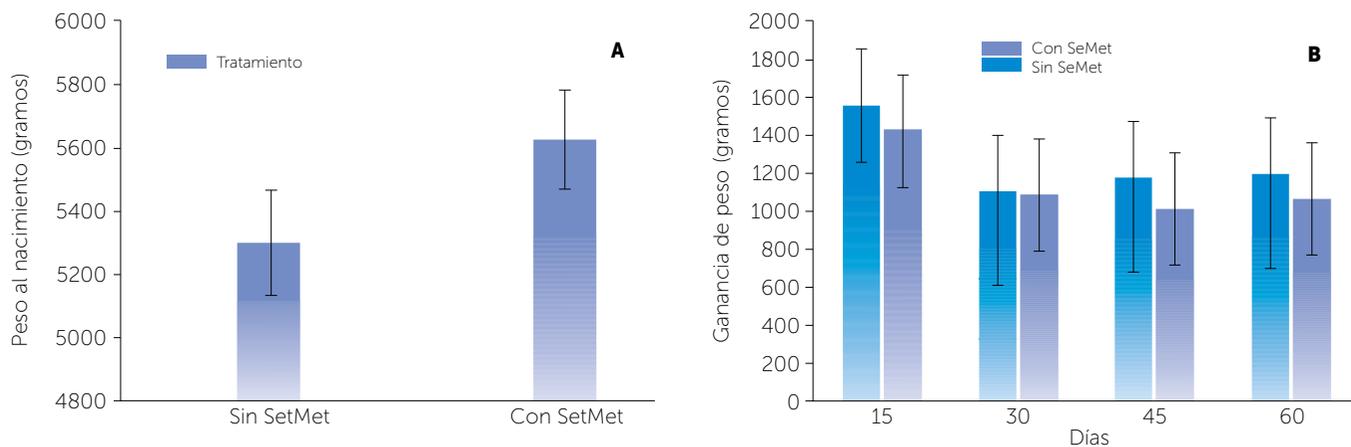


Figura 5. A: Peso al nacimiento y B: Ganancia de peso a 15, 30, 45 y 60 días de edad de corderos cuyas madres recibieron complementación en la dieta con 300 mg de selenometionina (SeMet). Con SeMet=grupo de ovejas que recibieron 300 mg de selenometionina y Sin SeMet=grupo de ovejas testigo.

SeMet (Cuadro 2) y también es superior a lo reportado por Neville *et al.* (2010) de 3.5 vs 5.6 kg (Figura 6).

En éste experimento, no obstante al análisis estadístico reflejó diferencia entre tratamientos ($P > 0.05$). La ganan-

cia de peso de los corderos fue similar a lo reportado por Neville *et al.*, (2010) y Resendiz *et al.* (2012), este análisis estadístico muestra una diferencia significativa para el factor tiempo ($P < 0.05$), lo que no sucede para el factor tratamiento y la interacción tiempo por tratamiento ($P > 0.05$).

Cuadro 2. Peso al nacimiento y ganancia de peso de corderos a los quince, treinta, cuarenta y cinco, y sesenta días de edad cuyas madres fueron adicionadas con Selenometionina (SeMet) en la dieta.

Tratamiento	Peso al Nacimiento (g)	Ganancia de peso (g)			
		Día 15	Día 30	Día 45	Día 60
	Media \pm ^a DE				
^b Sin SeMet	5304 \pm 1181	1570 \pm 220	1108 \pm 243	1185 \pm 447	1200 \pm 623
^c Con SeMet	5623 \pm 990	1435 \pm 712	1091 \pm 404	1020 \pm 234	1070 \pm 669

^aDesviación estándar; ^bOvejas testigo; ^cOvejas con adición de selenometionina.



Figura 6. Corderos hijos de ovejas complementadas con SeMet y sin SeMet.

CONCLUSIONES

La respuesta a la complementación de Selenio en ovejas es variable y frecuentemente contradictoria. El suministro de SeMet a ovejas gestantes en dosis de 0.20 mg kg⁻¹ afecta positivamente la concentración de Selenio en suero sanguíneo pero no la ganancia de peso al destete de sus corderos. El tratamiento con SeMet a ovejas gestantes no afecta el peso al nacimiento de sus corderos. A los 25 días de vida del cordero no hay correlación entre la concentración de Se en suero sanguíneo de ovejas y de corderos.

LITERATURA CITADA

Carlson D.B., Reed J.J., Borowicz P.P., Taylor J.B., Reynolds L.P., Neville T.L. 2009. Effects of dietary selenium supply and timing of nutrient restriction

during gestation on maternal growth and body composition of pregnant adolescent ewes. *J. Anim. Sci.* 87: 669-680.

Carmona-Fonseca J. 2010. Selenio en suero y plasma: epidemiología y valores de referencia. *Rev Panam Salud Pública.* 28 (5): 388-398.

Church D.C. 1993. El rumiante fisiología digestiva y nutrición. Editorial Acribia S. A. de C. V. Zaragoza, España. P 427-438.

De la Cruz R.J., Josefina H.S., Agallo C.A. 2013. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México, Estado de México, Chiautla [en línea]. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15028a.html>. [consulta: 5 febrero 2015].

England J. 2009. Visual aids to increase the awareness of condition scoring of sheep a model approach. Department of Agriculture and Food, Western Australia. *Farming Systems J.* 5 (1): 185-190.

Estrada B.J. 2013. Manual de prácticas de parasitología. Unidad de aprendizaje de

parasitología. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México. pp 25-27.

Ghany H.A., Lopez A.R., Revilla V.A., Ramirez B.E., Tortora P.J. 2007. The relationship between fetal and maternal selenium concentrations in sheep and goats. *Small Rumin. Res.* 73: 174-180.

Garmin eTrex H. (2007). Global positioning system "GPS" Garmin eTrex H. © 2007 Garmin Ltd. Garmin International, Inc.

Hall J.A., Gobe G., Vorachek W.R., Estill Ch.T., Mosher W.D., Pirelli G.J. 2014. Effect of supranutritional maternal and colostral selenium supplementation on passive absorption of immunoglobulin G in selenium-replete dairy calves. *J. Dairy Sci.* 97: 4379-4391.

Hammer C.J., Thorson J.F., Meyer A.M., Redmer D.A., Luther J.S., Neville T.L. 2011. Effects of maternal selenium supply and plane of nutrition during gestation on passive transfer of immunity and health in neonatal lambs. *J. Anim. Sci.* 89: 3690-3698.

Herrera H.J., García A.C. 2014. Bioestadística en ciencias veterinarias procedimientos de análisis de datos con SAS. Ed. Universidad Complutense de Madrid. (2ª. Ed). Madrid, España. P. 251

Lekatz L.A., Ward M.A., Borowicz P.P., Taylor J.B., Redmer D.A., Grazul-Bilska A.T. 2010. Cotyledonary responses to maternal selenium and dietary restriction may influence alterations in fetal weight and fetal liver glycogen in sheep. *Anim. Reprod. Sci.* 117: 216-225.

Meyer A.M., Reed J.J., Neville T.L., Thorson J.F., Maddock-Carlin K.R., Taylor J.B. 2011. Nutritional plane and selenium supply during gestation affect yield and nutrient composition of colostrum and milk in primiparousewes. *J. Anim. Sci.* 89: 1627-1639.



- Minitab. 2003. Software, MINITAB 14. State College Pennsylvania. Minitab Inc. para Version de prueba actual: http://www.minitab.com/es-mx/products/minitab/?WT.srch=1&WT.mc_id=SE1855&gclid=CO31zLaQnckCFZOBaQodEkwKCA
- Miranda S.G., Wang Y.J., Purdie N.G., Osborne V.R., Coomber B.L., Cant J.P. 2009. Selenomethionine stimulates expression of glutathione peroxidase 1 and 3 and growth of bovine mammary epithelial cells in primary culture. *J. Dairy Sci.* 92: 2670-2683.
- Neve J. 1992. Clinical implications of trace elements in endocrinology. *Biol. Trace Elem. Res.* 32: 173-185.
- Neville T.L., Caton J.S., Hammer C.J., Reed J.J., Luther J.S., Taylor J.B. 2010. Ovine offspring growth and diet digestibility are influenced by maternal selenium supplementation and nutritional intake during pregnancy despite a common postnatal diet. *J. Anim. Sci.* 88: 3645-3656.
- Rayman M.P., Goenaga I.H., Sargent M. 2008. Food-chain selenium and human health: spotlight on speciation. *British J. of Nutri.* 100: 238-225.
- Resendiz H.M., Barcena G.J., Crosby G.M., Cobos P.J., Herrera H.J., Hernández G.P. 2012. Efecto del selenio y cromo orgánicos, *saccharomyces cerevisiae* en la degradación in situ de la dieta, fermentación ruminal y crecimiento de borregos. *Agrociencia* 46: 745-755.
- Revilla V.A., Ramírez B.E., López A.R., Hernández C.M., Tortora P.J., García G.E. 2008. Suplemento de selenio con bolos intrarruminales de selenito de sodio en ovinos. *Agrociencia* 42: 629-63.
- Senger P.L. 2003. Pathways to pregnancy and parturition. Second revised edition. Ed. Current conceptions Inc. pp: 304-32.
- Silva P.T. 2012. Digestión en horno de microondas para determinación de contenido de hierro y zinc totales en alimentos. *Tecnología en marcha.* 25(3): 96-100.
- Stewart W.C., Bobe G., Vorachek W.R., Pirelli G.J., Mosher W.D., Nichols T. 2012. Organic and inorganic selenium: II. Transfer efficiency from ewes to lambs. *J Anim. Sci.* 90: 577-584.
- Wu G., Imhoff-Kunsch B., Girard A.W. 2012. Biological mechanisms for nutritional regulation of maternal health and fetal development. *Paediatric and Perinatal Epidemiol.* 26 (1): 4-2.
- Zarczynska K., Sobiech P., Radwinska J., Rekawek W. 2013. Effects of selenium on animal health. *J. Elem. s.* 329-340.

