

Efecto de la Suplementación parenteral de minerales en algunos parámetros productivos y reproductivos en ovejas de pelo

Effect of Mineral supplementation on productive and reproductive performance in hairsheep ewes

Floriberto Naranjo García, Juan Carlos Martínez González, Pedro Zárate Fortuna (†), Jonny Juárez Félix, Martín Antonio Ibarra Hinojosa, Andrés Gilberto Limas Martínez y Arnoldo González Reyna*

Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. CP. 87149. *Correo electrónico: argonzal@uat.edu.mx, aglezr1952@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de tres formulaciones minerales (comerciales) sobre el comportamiento productivo de los corderos y el comportamiento reproductivo de ovejas de Pelo. Se seleccionaron 48 ovejas de las razas Pelibuey Canelo y Katahdin, de una edad de $2,5 \pm 0,5$ años, con peso vivo de $45,0 \pm 5,0$ kg y una condición corporal de 2,5 a 4,0. Se utilizó un diseño completamente al azar, con 12 repeticiones y cuatro tratamientos, los cuales consistieron en la aplicación del suplemento mineral vía parenteral (SMP), como sigue: Tratamiento 1 (T1)=testigo (Vit ADE); T2=T1+(993 mg de P+45 mg de Se+Vit ADE); T3=T1+(993 mg de P+Vit D3+Vit ADE); y T4=T1+(670 mg de Zn+987 mg de Mg+795 mg de Ca+Vit ADE). Las variables productivas evaluadas fueron peso al nacimiento del cordero (PNC), peso al destete del cordero (PDC), ganancia de peso al destete (GPD). Mientras que el comportamiento reproductivo de las ovejas se evaluó mediante la prolificidad (PRO), porcentaje de gestación (PGE), porcentaje de pariciones (PPA) y porcentaje de destetes (PDE). Las medias de PNC, PDC y GDP fueron 3,60, 12,43 y 0,21 kg, respectivamente, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre tratamientos. Estos resultados se mantuvieron en las características reproductivas con una media de PRO de 1,3 y los PGE, PPA y PDE fueron 83,9, 83,9 y 96,2%, respectivamente, sin que los tratamientos afectaran ($P > 0,05$) los resultados. Se determinó que la suplementación mineral parenteral en ovejas de Pelo no influyó sobre los parámetros productivos y reproductivos.

Palabras clave: minerales, ovinos de pelo, producción.

Recibido: 09/07/14 Aprobado: 01/12/14

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of three mineral commercial formulations on the productive performance of lambs and reproductive behavior in hair sheep ewes. Forty-eight ewes were selected of Pelibuey Canelo and Katahdin breeds. Ewes were 2.5 ± 0.5 years old, with a live weight of 45.0 ± 5.0 kg and a body condition score of 2.5 to 4.0. We used a completely randomized design, with 12 repetitions and four treatments, which consisted in the application of the mineral supplement via parenteral (MSP), as follows: treatment 1 (T1)=control group (Vit ADE); T2=T1+(993 mg P+45 mg of Se); T3=T1+(993 mg of P+VitD3); and T4=T1+(670 mg Zn+987 mg Mg+795 mg of Ca). The productive variables evaluated were birth weight of lambs (BWL), the weaning weight of lambs (WWL), weight gain at weaning (WGW). While the reproductive behavior of the ewes was assessed using the prolificacy (PRO), percentage of gestation (PGE), percentage of lambing (PCL) and percentage of weaning (PWE). The means of BWL, WWL and WGW were 3.60, 12.43 and 0.21 kg, respectively. There were no significant differences ($P > 0.05$) among treatments. These results were similar in reproductive traits with an average of 1.3 of PRO and the PGE, PCA and PWE were 83.9, 83.9 and 96.2%, respectively. The results were not affected by treatments ($P > 0.05$). It is concluded that the parenteral mineral supplementation in hair sheep ewes did not influence productive or reproductive parameters.

Key words: mineral, sheep hair, production.

INTRODUCCIÓN

Los elementos minerales son esenciales para todos los animales ya que intervienen en numerosos procesos metabólicos, un desbalance de éstos se manifiesta como deficiencia o toxicidad (Underwood y Suttle, 2003). No obstante el estado nutricional del pequeño rumiante repercute de manera directa en su actividad reproductiva y productiva (Viñoles *et al.*, 2002).

Lo anterior es provocado por desbalances en la alimentación, ya que ésta es una de las afecciones atribuidas al ganado en pastoreo. Sin embargo, las principales deficiencias después de las de proteína y energía, son los minerales, sobre todo en condiciones de pastoreo (McDowell, 2003), debido a que dependen exclusivamente del contenido mineral de los forrajes para satisfacer sus requerimientos nutricionales (Morales *et al.*, 2007). El recurso forrajero no es capaz de cubrir estas necesidades debido a que presenta fluctuaciones en calidad y cantidad durante el año.

Los minerales ejercen una enorme influencia para la asimilación de los diferentes nutrientes disponibles en el alimento. Los minerales se dividen en macro minerales (Ca, P, Na, K, Mg, S, y Cl) y microminerales (Fe, Cu, Co, Zn, Mn, Se e I) siendo estos últimos los de mayor necesidad dentro del organismo animal (McDowell, 2003).

Por ejemplo, Ca y P se encuentran relacionados entre sí ya que son los principales constituyentes estructurales del esqueleto, este último constituye una reserva corporal de estos minerales. No obstante, un aumento o disminución en la concentración plasmática de estos minerales puede provocar problemas de crecimiento y raquitismo en los animales (Church *et al.*, 2007).

El Mg es uno de los minerales que se encuentra distribuido en gran escala en el organismo animal, actúa como catalizador y activador de sistemas enzimáticos, participa en procesos metabólicos de proteínas, lípidos y carbohidratos, la ausencia de este elemento en el animal produce poca ganancia de peso, tetania hipomagnésica, convulsiones, contracciones musculares y muerte (McDowell, 2003).

En cuanto al Zn, estudios realizados (MacDonald, 2000) indican su importancia en la división y

formación de células somáticas y germinales, se le asocia con la síntesis del ADN y ARN, participa en la producción, almacenaje y secreción de algunas hormonas, tales como FSH, LH, testosterona, cortisol, entre otras, ayuda a la maduración de los espermatozoides. La deficiencia de este mineral en el animal provoca retardo en el crecimiento, anorexia, inflamación de los cascos, alopecia, daños en la función reproductora (en el macho, hipogonadismo), mientras que en la hembra provoca pérdida de la gestación en el último tercio (Underwood y Suttle, 2003; Church *et al.*, 2007).

En la actualidad se ha comprobado que el Se está presente en todas las células del organismo y juega un importante papel en el animal, debido a que forma parte de la enzima glutatión peroxidasa (GSH-Px), la cual funciona como un antioxidante destruyendo el peróxido de hidrógeno (H_2O_2). También, ejerce funcionalidad sobre el aparato reproductor, pero, desórdenes de este mineral ocasionan diversos problemas como infertilidad en machos, enfermedad del músculo blanco, enfermedad rígida del cordero, distrofia muscular nutricional y retención de membranas fetales. Mientras que en cantidades altas ocasiona quistes ováricos, pérdida de peso, desprendimiento de las pezuñas e incluso la muerte, entre otros (Church *et al.*, 2007).

Independientemente del estado de los animales (empadre, gestación, lactancia, etc.) y/o la disponibilidad de los minerales, es necesario suplementar, vía parenteral, los minerales para corregir las necesidades nutritivas del rumiante; sin dejar de considerar posibles deficiencias en el suelo y biomasa que los rumiantes en pastoreo consumen (Domínguez-Vara y Huerta-Bravo, 2008; Turriza-Chan *et al.*, 2010).

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la administración de minerales inyectables (Compol-ADE®, Fosel®, Vifato® y Zimacal®), sobre el comportamiento productivo y reproductivo de ovejas de pelo en condiciones de pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La investigación se realizó en la Posta Zootécnica "Ing. Herminio García González"

de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, en el kilómetro 23,5 de la carretera Victoria-Monterrey en el municipio de Guemez, Tamaulipas, México. Localizada geográficamente a 23° 56' 22" LN, 99° 06' 17" LOy a una altitud de 190 msnm. La temperatura y precipitación anual son de 24°C y 700 mm, respectivamente.

Animales

Se utilizaron 48 ovejas de las razas Pelibuey Canelo (n=26) y Katahdin (n=22) con una edad media de 2,5±0,5 años, con peso vivo medio de 45,0±5,0 kg y una condición corporal de 2,5 a 4,0 (escala de 1=flaca a 5=obesa). Se seleccionaron tomando en cuenta su historial reproductivo, con la finalidad de que fueran fértiles y con buena habilidad materna, en base a registros productivos de partos previos.

Previo al inicio del experimento, las ovejas fueron tratadas contra parásitos internos con la administración parenteral subcutánea de 0,2 mg de ivermectina kg⁻¹ de PV (Iverfull®, Laboratorios Aranda, México), así como la administración parenteral subcutánea de 1 mL 10⁻¹ kg de PV de Closantel al 12,5% (IvertinClos®, LAPISA, Michoacán, México).

Las ovejas fueron alimentados en una pradera de pasto Bermuda Tifton 68 (*Cynodonlemfuensis*) durante la mayor parte del año (abril-noviembre). Mientras que durante el invierno (diciembre-marzo), la alimentación se realizó en corral con una dieta balanceada al 7% de proteína y 2,4 Mcal de EM, a base de cáscara fresca de cítricos, suplemento proteico y agua a libre acceso, con la finalidad de cubrir los requerimientos nutricionales de una dieta de mantenimiento y de acuerdo a la etapa fisiológica de las ovejas (apareamiento).

Los apareamientos se realizaron en cada uno de los grupos de animales, teniendo una duración de 45 d.

Tratamientos

Las ovejas fueron distribuidas aleatoriamente a uno de cuatro tratamientos (n=12). Los tratamientos consistieron en la aplicación de un suplemento mineral parenteral (SMP): T1=Compol-ADE® (2 mL animal⁻¹); T2=T1+Fosel® (2 mL animal⁻¹); T3=T1+Vifato®

(10 mL animal⁻¹); y T4=T1+Zimacal® (3,5 mL animal⁻¹). La composición química de los suplementos minerales utilizados en cada tratamiento se muestra en el Cuadro 1.

El experimento tuvo una duración equivalente a dos épocas de apareamiento y partos, la aplicación de los tratamientos se realizó en tres ocasiones, en el apareamiento (mayo-junio, 2011), en el último tercio de la gestación (agosto-septiembre, 2011) y la tercera aplicación en el segundo apareamiento (noviembre-diciembre, 2011).

El registro del peso al nacimiento del cordero (PNC) se realizó al momento del parto (dentro de las 24 h posteriores al nacimiento), se utilizó una báscula digital con una capacidad de 50 kg y una sensibilidad de 50g. También, se evaluó la ganancia diaria de peso predestete (GPD), la cual fue estimada mediante el pesaje de los corderos cada 15d en el mismo horario, previo al amamantamiento, durante un periodo de 45d. El peso al destete de los corderos (PDC), se realizó al momento del destete y fue ajustado a 60d. La alimentación de los corderos se realizó bajo lactancia natural y amamantamiento a libre acceso y sin suplementación. La ganancia total de peso (GTP) se estimó mediante la diferencia entre el PDC – PNC.

El porcentaje de gestación (PGE) se determinó con la ayuda de un ecógrafo de tiempo real de la marca Draminsky® (SonoFarm, USA), el cual cuenta con un transductor de 5,0 MHz, el diagnóstico se realizó por vía rectal y se estimó a los 60 d después del fin del apareamiento, el PGE se precisó mediante el cálculo de la proporción de ovejas gestantes sobre el total de ovejas expuestas al macho. El porcentaje de pariciones (PPA) se determinó tomando en cuenta el número de ovejas paridas sobre el número total de ovejas expuestas al macho. Para evaluar los parámetros reproductivos se determinó la prolificidad (PRO) de las ovejas, se llevó a cabo una vez terminada el periodo de gestación, tomando en cuenta el número de crías nacidas sobre el número de ovejas paridas de cada tratamiento. Mientras que el porcentaje de destetes (PDE) se determinó mediante el número de corderos destetados sobre número de corderos nacidos vivos multiplicados por cien.

Cuadro 1. Composición de los suplementos minerales comerciales por mililitro.

Nombre Comercial	Ingredientes activos (mL ⁻¹)
Compol-ADE® Lapisa	Vit A (500.000 UI); Vit D (75.000 UI); Vit E (50 UI)
Fosel® Lapisa	P 9,93 mg, Se 0,45 mg, Vit D 6.000 UI, Vit E 25 UI
Vifato® Lapisa	P 500 mg, Vit D 500.000 UI
Zimacal® Lapisa	Zn 6,70 mg, Mg 0,87 mg, Ca 7,95 mg

Vit=vitamina, P=fósforo, Se=selenio, Zn=zinc, Mg=magnesio, Ca=calcio.

Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos, los datos de las variables continuas fueron analizados mediante el procedimiento PROC MIXED del SAS (Software V. 9.1, Cary, NC, USA). La comparación entre medias, cuando existieron diferencias, se realizó mediante la prueba de Tukey ($P=0,05$). Los resultados de las variables reproductivas (categóricas) se analizaron con una prueba de ji-cuadrada por medio del programa PROC FREQ del SAS (Software V. 9.1, Cary, NC, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento productivo en ovejas de pelo

La media general del PNC fue de 3,60 kg, este resultado fue similar al reportado por González *et al.* (2003) y Ripoll-Bosch *et al.* (2012), quienes obtuvieron pesos al nacimiento de 3,60 y 3,50kg, respectivamente. A pesar de, en la literatura (Ampueda y Combellas, 2000; Dickson-Urdaneta *et al.*, 2004; Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2008; Lucero *et al.*, 2011) se citan pesos inferiores al nacimiento (3,00kg) en corderos de raza de pelo.

En el presente experimento, los tratamientos no mostraron diferencias significativas ($P > 0,05$) sobre el PNC.

En el Cuadro 2, se puede apreciar que los corderos en el tratamiento T3 fueron los más pesados (4,27 kg), mientras que los corderos que parieron las ovejas que recibieron el T4, fueron los más livianos (3,23 kg), esto probablemente debido a que en este tratamiento se registraron partos gemelares ocasionando que por cada

feto extra en el útero se reduce el número y peso de los cotiledones placentarios, generando así una mayor competencia de nutrimento (maternal y fetal) y espacio durante la gestación afectando el PNC (Baeza *et al.*, 2006). Existe una marcada diferencia en el comportamiento productivo de corderos procedentes de partos sencillos y aquellos nacidos de partos dobles o triples (Macedo y Arredondo, 2008).

Con relación a la GDP, se observó una media de 0,21 kg, este resultado puede considerarse como aceptable por tratarse de corderos de pelo. Sin embargo, Dickson-Urdaneta *et al.* (2004) encontraron que la GDP solo alcanzó 0,10 kg día⁻¹ en corderos West African.

Al igual que en el PNC, en la GDP los tratamientos no afectaron ($P > 0,05$) el comportamiento de los corderos (Cuadro 2). Estos resultados son similares a los citados en la literatura (Mora *et al.*, 2010; Rodríguez *et al.*, 2011), donde se menciona que la suplementación oral y/o parenteral de ciertos minerales no modificó el comportamiento de los corderos.

Por otro lado, estos resultados difieren de los reportados por Pechin *et al.* (2006) y Avilés-Nova *et al.* (2012) quienes mencionaron que la suplementación mineral mejoró la GDP, así como el comportamiento productivo en ovinos. De igual modo, la suplementación de Cu en cabritos mejoró la GDP y la respuesta inmunológica (Solaiman *et al.*, 2007). Similarmente, Barrios *et al.* (2013), evaluaron el efecto de la suplementación mineral *ad libitum* sobre el fósforo sérico, obteniendo como resultados una correlación significativa entre el fósforo sérico y el incremento en la GDP de los animales. Para este estudio la suplementación parenteral de vitaminas y minerales no influyó en la GDP en

Cuadro 2. Comportamiento productivo en corderos de pelo (media \pm E.E.) nacidos de ovejas de pelo tratadas con suplementación parenteral de vitaminas y minerales.

Parámetro	Tratamientos			
	T1 (kg)	T2 (kg)	T3 (kg)	T4 (kg)
Peso nacimiento	3,34 \pm 0,29	3,58 \pm 0,42	4,27 \pm 0,18	3,23 \pm 0,15
Peso destete	11,25 \pm 0,95	12,31 \pm 0,98	14,26 \pm 1,15	11,90 \pm 1,09
Ganancia total	7,91 \pm 0,78	8,72 \pm 0,66	9,99 \pm 1,19	8,67 \pm 1,05
Ganancia diaria peso	0,19 \pm 0,02	0,21 \pm 0,02	0,24 \pm 0,02	0,20 \pm 0,02

T1=Vit A (500.000 UI); Vit D (75.000 UI); Vit E (50 UI); T2=T1+ P 9,93 mg, Se 0,45 mg, Vit D 6.000 UI, Vit E 25 UI; T3=T1+P 500 mg, Vit D 500.000 UI; y T4=T1+ Zn 6.70 mg, Mg 9.87 mg, Ca 7.95 mg.

los corderos, debido a que probablemente el tiempo de disponibilidad de los minerales en el organismo no fue suficiente para cubrir las necesidades del animal.

Otra variable de estudio productiva, fue el PDC que registró una media de 12,43 kg. Montalvo *et al.* (2001) señalaron que valores como el registrado en este experimento, se encuentra dentro del rango de PDC (11,00 a 15,00 kg). Resultados ligeramente inferiores son mencionados por otros investigadores (Dickson-Urdaneta *et al.*, 2004; Lucero *et al.*, 2011). La media general obtenida en este trabajo fue inferior al reportado por Quintanilla (2013), quien obtuvo una media de 16,19 kg de PDC en condiciones similares.

Como se observa en el Cuadro 2, los corderos destetados por las ovejas del tratamiento 1 fueron los más livianos, con 11,25 kg de PDC, aunque las diferencias con respecto a los demás tratamientos no fueron significativas ($P > 0,05$), se pudiera sospechar que se debió a que en este tratamiento solo se aplicaron las vitaminas (Compol®). Mientras que los corderos de ovejas en el grupo T3, registraron el mayor PDC (14,26 kg), en este último tratamiento se observaron las mayores frecuencias de partos sencillos, observándose que los machos y las hembras pesaron 14,96 y 13,03 kg, respectivamente.

Con relación al comportamiento reproductivo de las ovejas de pelo, suplementadas con diferentes mezclas comerciales de vitaminas y minerales, se pudo observar que la media de PRO fue de 1,30 corderos parto⁻¹, con una variación de 1,22 a 1,41 corderos parto⁻¹, sin que estas diferencias fueran significativas ($P > 0,05$; Cuadro 3).

La PRO encontrada en este estudio es menor a la reportada por Mireles *et al.* (2011) y Macedo y Castellanos (2004) quienes observaron PRO de 1,57 y 2,20 corderos parto⁻¹, pero similar a lo obtenido en corderas primíparas Pelibuey, en respuesta al efecto macho en condiciones de pastoreo en trópico (Ramón-Ugalde y Sanginés-García, 2002).

Barrios *et al.* (2013) evaluaron el efecto de la suplementación mineral *ad libitum* sobre el fósforo sérico, parámetros reproductivos y productivos, obteniendo como resultados una correlación significativa entre el fósforo sérico y los índices reproductivos.

De igual modo, el PGE presentó una media general de 83,9% y una variación entre tratamientos de 75,0 a 91,6% sin que estas diferencias fueran significativas ($P > 0,05$). Resultados similares fueron observados para el PPA, dado que no se presentaron abortos, ni reabsorciones durante el desarrollo del trabajo (Cuadro 3). No obstante, estos valores fueron superiores a lo reportado por Barrios *et al.* (2013), quienes obtuvieron un PGE de 71,0 y 56,0% en animales que fueron suplementados con y sin minerales, respectivamente. Resultados similares fueron obtenidos en ovejas Pelibuey en pastoreo en el trópico bajo una suplementación fosforada, teniendo como resultado porcentajes de gestación de 78,2% para el grupo adicionado y para el grupo testigo un 76,4% (Cabrera *et al.*, 2001). Juchem *et al.* (2010) reportaron que la suplementación de sales de calcio incrementó la tasa de gestación. Sin embargo, en este estudio el comportamiento puede indicar que

Cuadro 3. Comportamiento reproductivo en ovejas de pelo con suplementación parenteral de vitaminas y minerales.

Parámetro	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Prolificidad (cordero parto ⁻¹)	1,4	1,3	1,2	1,3
Porcentaje de gestación (%)	85,7	83,3	75,0	91,6
Porcentaje de parición (%)	85,7	83,3	75,0	91,6
Porcentaje de destete (%)	100,0	84,6	100,0	100,0

T1=Vit A (500.000 UI); Vit D (75.000 UI); Vit E (50 UI); T2=T1+ P 9,93 mg, Se 0,45 mg, Vit D 6.000 UI, Vit E 25 UI; T3=T1+P 500 mg, Vit D 500.000 UI; y T4=T1+ Zn 6,70 mg, Mg 9,87 mg, Ca 7,95 mg.

no hubo pérdidas entre gestación y parición, probablemente debido a que en este tratamiento la asimilación del Zn, Mg, Ca, ayudó a mantener al feto ya que durante esta etapa, tanto la madre como el feto, son muy susceptibles a los desbalances de macro y micro minerales, susceptibilidad que resaltan Domínguez-Vara y Huerta-Bravo (2008). Cabe indicar que resultados superiores fueron encontrados por Cseh *et al.* (2012) quienes encontraron porcentajes de pariciones para el grupo suplementado con óxido de magnesio del 100,0% y el grupo con restricción alimentaria fue del 91,0%.

Por último, PDE registró una media de 96,2%, con una variación de 84,6 a 100,0%, sin efectos significativos ($P > 0,05$) debido a tratamientos (Cuadro 3). Pero, Barrios *et al.* (2013), señalaron que la suplementación mineral *ad libitum* mejoró los parámetros reproductivos.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las cuales se llevó a cabo este experimento, se puede concluir que la suplementación mineral, vía parenteral, no influyó directamente sobre los parámetros productivos y reproductivos en ovejas de pelo en pastoreo. Es posible que existan otros efectos de minerales, los cuales no se mostraron debido al protocolo experimental.

LITERATURA CITADA

Ampueda, J. y J. Combellas. 2000. Estimación de la producción de leche en ovejas West

African. Producción Latina. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. 535 p.

Avilés-Nova, F., P. Vázquez-Mendoza, O., Castelán-Ortega y A. García-Martínez. 2012. Uso de bloques nutricionales como suplemento para ovinos en el trópico seco del altiplano central de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 15: 87-97.

Baeza-J., J., A. F. Mondragón, J. P. Ramón y R. F. Bores. 2006. Pesos al nacimiento y al destete de corderos Pelibuey y Blackbelly cruzados con Dorper y Katahdin e Ile de France. *Memorias, XLII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Veracruz, México, agosto*. 223. p.

Barrios, M., S. Espartaco, J. Borges y D. Sánchez. 2013. Efecto de una suplementación mineral sobre fósforo sérico, parámetros productivos y reproductivos en vacunos doble propósito de fincas deficientes en fósforo edáfico. *Revista Electrónica de Veterinaria* 14: 1-14.

Cabrera Torres, E. J., A. F. Castellanos Ruelas, R. C. Montes Pérez y R. Delgado de León. 2001. Efecto de la suplementación fosforada sobre el comportamiento posparto de borregas Pelibuey en el trópico. *Livestock Research for Rural Development* 13(5):1-15.

Church, D. C., W. G. Pond y K. R. Pond. 2007. *Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales*. Ed. Limusa. México. 635 p.

- Cseh, S. B., G. M. J. Rodríguez, A. Sciotti y C. M. Campero. 2012. Efecto de la suplementación con Mg sobre diversos parámetros en vacas con restricción alimentaria. *Archivos de Zootecnia* 61: 525-536.
- Dickson-Urdaneta, L., G. Torres-Hernández, M. D. Dáubeterre y B. O. García. 2004. Crecimiento en ovinos West African bajo un sistema de pastoreo restringido en Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 21: 59-67.
- Domínguez-Vara, I. A. y M. Huerta-Bravo. 2008. Concentración e interrelación mineral en suelo, forraje y suero de ovinos durante dos épocas en el Valle de Toluca, México. *Agrociencia* 42: 173-183.
- González, R. A., M. M. Higuera, A. H. Hernández, B. P. Estrada, O. E. Gutiérrez, N. J. Colín, y R. E. Cienfuegos. 2003. Eficiencia productiva y punto de equilibrio para el costo del kilogramo de cordero al destete en ovinos de Pelo en el Noreste de México. *Livestock Research for Rural Development* 15: 1-12. Disponible en línea: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/12/gonz1512.htm>. [Mar. 03, 2015].
- Hinojosa-Cuéllar, J. A., F. M. Regalado-Arrazola y J. Oliva-Hernández. 2009. Crecimiento prenatal y predestete en corderos Pelibuey, Dorper, Katahdin y sus cruces en el sureste de México. *Revista Científica FCV-LUZ* 19:522-532.
- Juchem, S. O., R. L. A. Cerri, M. Villaseñor, K. N. Galvão, R. G. S. Bruno and H. M. Rutigliano. 2010. Supplementation with calcium salts of linoleic and transoctadecenoic acids improves fertility of lactating dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals* 45: 55-62.
- Lucero M., H., F. Briones E., F. A. Lucero M., J. Hernández M., S. P. Castillo R. y J. C. Martínez G. 2011. Estrategias para incrementar la producción de carne de ovinos de pelo en la Huasteca Potosina, México. *Zootecnia Tropical* 29: 255-260.
- MacDonald, S. R. 2000. The role of zinc in growth and cell proliferation. *The Journal of Nutrition* 130:1500-1508.
- Macedo, R. y V. Arredondo. 2008. Efecto del sexo y del tipo de nacimiento y lactancia sobre el crecimiento de ovinos Pelibuey en manejo intensivo. *Archivos de Zootecnia* 57:219-228.
- Macedo, R. y Y. Castellanos. 2004. Rentabilidad de un sistema intensivo de producción ovino en el trópico. *Revista de Investigación y Difusión Científica, Universidad de Colima* 8:39-50.
- McDowell, L. R. 2003. *Minerals in Animal and Human Nutrition*. 2nd edition. Elsevier Science B.V., Amsterdam, The Netherlands. 644 p.
- Mireles, E. J., S. Rojas, T. Valencia, I. Gutiérrez y J. Olivares. 2011. Empadre controlado, distribución de partos y prolificidad en ovejas de pelo en el trópico seco de Guerrero, México. *Revista Electrónica de Veterinaria* 12:1-13.
- Montalvo, M. P., G. T. Balam, J. R. Sanginés, G. J. Ramón y J. O. Ortiz. 2001. Crecimiento predestete de las cruces de la raza Pelibuey con las razas Dorper y Katahdin. Memoria, XII Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Conkal, Yucatán, México. 17 p.
- Mora, L. R. E., A. A. M. Herrera, C. M. J. García, C. F. Chicco y O. R. J. Pérez. 2010. Suplementación parenteral con cobre y zinc en bovinos Brahman en crecimiento en la región sur occidental de Venezuela. *Revista Científica, FCV- LUZ* 20: 519-528.
- Morales A., E., I. Domínguez V., M. González-Ronquillo, G. Jaramillo E., O. Castelán O., N. Pescador S., y M. Huerta B. 2007. Diagnóstico mineral en forraje y suero sanguíneo de bovinos lecheros en dos épocas en el valle central de México. *Técnica Pecuaria México* 45:329-344.
- Pechin, G. H., O. L. Sánchez y S. Cseh. 2006. Evaluación de dos formas de administración (bolos de liberación lenta vs. EDTA Cu inyectable) en la prevención de la deficiencia de cobre en bovinos de carne. *INTA Balcarce, Provincia de Buenos Aires* 8:1515-1883.

- Quintanilla M., J. J. 2013. Comportamiento productivo de razas de pelo. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 68 p.
- Ramón-Ugalde, J. P. y J. R. Sanginés-García. 2002. Respuesta al efecto macho de primaras Pelibuey en condiciones de pastoreo y suplementación en el trópico. *Técnica Pecuaria México* 40(3):309-317.
- Ripoll-Bosch, R., D. Villalba, I. Blasco, S. Congost, F. Faló, R. Revilla y M. Joy. 2012. Caracterización productiva de la raza Ojinegra de Teruel: ¿Es la explotación un factor determinante?. *Información Técnica Económica Agraria* 108:275-288.
- Rodríguez A., L. C., G. D. Mendoza M., N. Mota S., A. I. Osorio T., H. Lee R. y P. A. Hernández G. 2011. Efecto del selenio y cromo orgánicos sobre el comportamiento ovino en finalización. *Revista Científica FCV-LUZ* 21: 152-155.
- Solaiman, S. G., T. J. Craig, G. Reddy and C. E. Shoemaker. 2007. Effect of high levels of Cu supplement on growth performance, rumen fermentation, and immune responses in goat kids. *Small Ruminant Research* 69:115–123.
- Turriza-Chan, J. L., A. F. Castellanos-Ruelas, J. G. Rosado-Rubio, M. Heredia Aguilar y E. Cabrera-Torres, 2010. Diagnóstico de la concentración mineral en tejido óseo de ovinos en pastoreo en el Estado de Yucatán, México. *Agrociencia* 44: 471-480.
- Underwood, E. J. y N. F. Suttle 2003. Los minerales en la nutrición del ganado. 3^{era} edición. Editorial ACRIBIA, S.A., Zaragoza, España. 637 p.
- Viñoles, C., G. Forsberg, G. Banchemo and E. Rubianes. 2002. Ovarian follicular dynamics and endocrine profiles in Polwarth ewes with high and low body condition. *Animal Science* 74: 539-545.