

201



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION CON DOS NIVELES DE FOSFORO Y MAGNESIO A OVEJAS EN ESTABILACION SOBRE ALGUNOS PARAMETROS PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS**

**T E S I S**

**PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE:**

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**P R E S E N T A :**

**MARIA VERONICA MIRANDA BANDERA**

**ASESORES: MVZ. HUMBERTO TRONCOSO ALTAMIRANO  
MVZ. FRANCISCO A. CASTREJON PINEDA  
MVZ. JAVIER GUTIERREZ MOLOTLA**



**MEXICO, D. F.**

**1999**

**TESIS CON FALLA DE ORICEN**

274714



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON DOS NIVELES DE FÓSFORO Y  
MAGNESIO A OVEJAS EN ESTABULACIÓN SOBRE ALGUNOS  
PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS**

Tesis presentada ante  
la División de Estudios Profesionales  
de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

de la

Universidad Nacional Autónoma de México  
para la obtención del título de  
Médico Veterinario Zootecnista

por

**María Verónica Miranda Bandera**

Asesores

MVZ. Humberto Troncoso Altamirano

MVZ. Francisco A. Castrejón Pineda

MVZ. Javier Gutiérrez Molotla

México, D.F., 1999

## **DEDICATORIA**

**A Dios**, nuestro Señor, por haber obtenido este logro.

**A mis padres:**

Por haberme dado la vida.

A mi madre Martha, por apoyarme en todo.

**A mis queridos hermanos:**

Meche, por ser más que una hermana, una amiga incondicional.

Amador y Toni, por su apoyo y por ser tan pacientes conmigo.

**A mi querido primo Jorge**, por ser tal como eres.

**A mis adorados sobrinos Carlos y Laura:**

Por el cariño que siempre me han brindado.

**A la memoria de mi abuelita María:**

Que cuidó de mis hermanos y de mí cuando más lo necesitamos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más sincera gratitud a mis asesores: Francisco Castrejón y Javier Gutiérrez, por su invaluable apoyo y consejos, y en forma especial a Humberto Troncoso, quién me ha orientado y dado su apoyo, no sólo para la realización de este trabajo.

A mis amigos Yolanda, Lupis y Miguel, por la amistad que sigue a pesar del tiempo. A Sara, Irma, Adriana, Paloma, al "oso", Paty, José Antonio y Guadalupe, por las mil y un cosas que hemos pasado juntos. A Lulú, por tener las mismas locuras y otras cosas en común. A mi querida Manke (☺) por el logro que siempre soñamos. A Herly, Juan Carlos, Alvaro y Julio, por brindarme su amistad y confianza. Alma, Hilda, Abigail y Jessica, sin ustedes nada hubiera sido igual. A todos, por haber estado a mi lado, en algún momento de mi vida.

Al CEPIER y a todas las personas que me dieron su ayuda desinteresada. A las borregas, sus corderos y los 2 sementales Pelibuey, sin ustedes no hubiera sido posible este trabajo.

A Fer, al Sr. Angulito y a Beto, por haberme hecho más agradable la estancia en el laboratorio.

A Fundación UNAM, por el apoyo económico otorgado. Al Dr. Pedro Ochoa, por su valiosa colaboración. Al honorable jurado.

Y a todas las personas que de alguna u otra manera han contribuido a mi formación y para el feliz término de este trabajo.

## CONTENIDO

### Página

RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
MATERIAL Y MÉTODOS .....	20
RESULTADOS .....	24
DISCUSIÓN .....	28
LITERATURA CITADA .....	34
CUADROS .....	43
FIGURAS .....	50

## RESUMEN

MIRANDA BANDERA MARÍA VERÓNICA. Efecto de la suplementación con dos niveles de Fósforo y Magnesio a ovejas en estabulación sobre algunos parámetros productivos y reproductivos. (Bajo la dirección de: MVZ Humberto Troncoso Altamirano, MVZ Francisco A. Castrejón Pineda y MVZ Javier Gutiérrez Molotla).

Se evaluó el efecto de la suplementación de dos diferentes niveles de Fósforo y Magnesio. Se utilizaron 16 ovejas Pelibuey multíparas en el último tercio de gestación, que recibieron monta de machos Pelibuey o Suffolk o Rambouillet. Se distribuyeron en un diseño experimental completamente al azar, con 3 tratamientos de premezcla mineral: 1) Testigo, premezcla común, con 8% de Fósforo, 1.3% de Magnesio y 8% de Calcio; 2) con 6% de Fósforo, 2% de Magnesio y 8% de Calcio y 3) con 12% de Fósforo, 3% de Magnesio y 8% de Calcio. En las ovejas, se evaluaron las variables: cambio de peso corporal durante el último tercio de la gestación (CPCG) y durante la lactancia (CPCL), intervalo parto-primer celo (IPPC), % de presentación de distocias, concentración de Fósforo y Magnesio séricos, consumo promedio de premezcla mineral y de materia seca. En corderos, se evaluó, peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD), ganancia diaria de peso (GDP) y % de mortalidad. Se realizaron los muestreos y pesajes cada 14 días, hasta la presentación del primer celo posparto. Se pesaron los corderos al nacimiento y al destete. La mayor suplementación de Fósforo y Magnesio a ovejas Pelibuey, no afectó significativamente ( $P>0.05$ ) las variables CPCG, CPCL, IPPC o concentraciones séricas de minerales. En los corderos para la variable PN, no existió diferencia significativa entre tratamientos ( $P>0.05$ ). Se observó diferencia significativa ( $P<0.05$ ) para el PD y la GDP, siendo en ambas variables, menor en el tratamiento 2.

## INTRODUCCIÓN

La población de pequeños rumiantes, se ha incrementado a nivel mundial en los últimos años. Por lo general son manejados junto con bovinos, considerándolos como una actividad secundaria. Sin embargo la ovinocultura ha recobrado importancia, debido a su alta demanda. <sup>1</sup>

Esta producción se ha visto frenada por el mínimo desarrollo de tecnología en nuestro país. En pasadas décadas, en México se ha enfocado la investigación hacia el ovino Pelibuey o Tabasco. Las ovejas de esta raza, poseen gran rusticidad y adaptación, además han mostrado eficiencia productiva, en clima tropical. <sup>2, 3, 4, 5</sup> Al adaptarse a este clima, poseen ventajas para los países en desarrollo. Ya que se ha observado, son una fuente confiable de carne e ingresos adicionales. Estos animales, al ser un recurso genético, merecen ser estudiados en sus necesidades nutritivas para el desarrollo de su potencial. Algunas de las alternativas que requieren de investigación, son nuevas opciones en nutrición, programas adecuados de salud, procedimientos de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva, el establecimiento de metas y estrategias apropiadas para el mejoramiento genético. <sup>6, 7</sup>

La deficiente nutrición es la principal limitante en la producción de ganado en países en desarrollo, <sup>8</sup> sobre todo para desarrollar el potencial productivo de ovinos de pelo; se ha observado que en trópico, existe un bajo contenido de proteína y de minerales en los pastos, que afectan su desempeño. <sup>1</sup>

La nutrición y la reproducción están íntimamente ligadas, sobre todo en etapas claves en la vida reproductiva de la oveja (gestación, lactancia, período posparto, etc.); además de la existencia de problemas reproductivos, como consecuencia de la falta de algún nutriente



específico. <sup>6</sup>

Se puede definir a la nutrición en términos de energía, proteínas, vitaminas y minerales.

<sup>9</sup> Los minerales presentan deficiencias o excesos en suelos y forrajes, que causan una producción deficiente, además de problemas reproductivos en los rumiantes, donde la deficiencia más común es de fósforo; <sup>10</sup> debido a que los minerales son necesarios en el metabolismo celular y en las múltiples funciones bioquímicas en las que se encuentran involucrados. <sup>11, 12, 13, 14</sup> Una carencia o exceso, de alguno de estos elementos, provocará una alteración en el metabolismo, y en la productividad del animal. <sup>15</sup>

La información en literatura, mostraba que el aparente anestro estacional de las ovejas pelibuey, se debía a deficiencias nutricionales del forraje a lo largo del año. <sup>7, 17, 18</sup> Y que el nivel energético de la dieta durante el último tercio de la gestación y la lactancia, tiene un efecto significativo sobre la eficiencia reproductiva. <sup>19, 20, 21</sup>

Sin embargo se ha estudiado escasamente, sobre la relación entre minerales y reproducción, ya que sólo reportan algunos estudios y observaciones clínicas realizados en bovinos principalmente. <sup>15, 16, 22</sup>

Por lo mencionado anteriormente, la presente investigación se enfoca en la suplementación con Fósforo y Magnesio en ovejas Pelibuey durante etapas críticas del ciclo reproductivo para incrementar su eficiencia.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Aspectos reproductivos del ovino Pelibuey

#### Estacionalidad

En la mayoría de razas ovinas, se ha demostrado la existencia de la estacionalidad reproductiva con un anestro estacional durante el ciclo primavera-verano. <sup>23</sup>

La oveja es una especie poliéstrica estacional de "día corto", que presenta estros en el otoño y pare en primavera, cuando la temperatura es más favorable para las crías. <sup>24, 25</sup>

Se ha sugerido que en las áreas tropicales, donde la duración del día es menos variable, las ovejas pueden procrearse durante todo el año, <sup>24</sup> si no existen limitantes, en la disponibilidad del forraje, valor nutritivo, digestibilidad, cambios estacionales en la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa. <sup>26</sup>

En la raza Pelibuey, anteriormente se consideraba que la estacionalidad no se presentaba tan marcada como en razas europeas, y que el fotoperíodo, aparentemente solía ser secundario, por lo que podía presentar celos y parir durante todo el año. <sup>27, 28</sup>

Posteriormente, se propuso el concepto de un período de actividad reproductiva disminuida, principalmente durante los meses de febrero a abril, independiente al estado nutricional en que se encontrara la hembra. <sup>17, 18, 23</sup> Sin embargo, es posible que también sea modulada por factores nutricionales, debido a que la calidad de los forrajes es mejor en verano que en invierno. <sup>17</sup>

#### Ciclo Estral.

En la oveja adulta, la actividad cíclica se regula por las gonadotropinas hipofisarias, que son la hormona luteinizante (LH) y la hormona foliculo-estimulante (FSH). La liberación

de estas hormonas está controlada por mecanismos de retroalimentación hormonal, donde intervienen, los ovarios, el eje hipotálamo-hipofisiario, los centros cíclicos y tónicos.<sup>25</sup>

La duración promedio del ciclo estral en la oveja es de 17 días.<sup>24</sup> Controlado por la interacción de las hormonas LH, FSH, estrógenos, progesterona y prostaglandina F<sub>2</sub>-alfa.<sup>25</sup>

Existe variación en la duración del estro, influido principalmente por la condición reproductiva de la hembra; se ha encontrado que en ovejas púberes ha sido de  $29.7 \pm 9.4$  horas, y de  $31.2 \pm 5.6$  horas en ovejas adultas vacías, mientras que en ovejas lactantes fue de  $25.8 \pm 6.7$  horas.<sup>29</sup>

#### Duración de la gestación.

La duración de la gestación en la borrega Pelibuey es de 148-149 días.<sup>28, 30</sup> Es ligeramente más corta en ovejas con parto triple (148.9 días) que en ovejas con parto simple (149.5 días) o doble (149.3 días).<sup>30</sup>

#### Período Posparto.

Este ha sido definido como el tiempo que transcurre entre el parto y el reinicio de la actividad ovárica y ciclos estrales regulares.<sup>23, 30</sup> Diversos factores determinan su duración. Estos incluyen la involución uterina, el estado endocrino, la nutrición, el medio ambiente,<sup>30</sup> así como la raza, manejo y duración de la lactancia o la época.<sup>31</sup>

Después del parto, la longitud de los cuernos uterinos regresa a su tamaño de no-gestación, después del día 20; pero en la mayoría, la involución uterina se completa 30 días después del parto en ovejas Pelibuey.<sup>30</sup>

El período de posparto se divide en dos etapas: a) una fase de anestro y b) una fase de actividad ovárica cíclica; con uno o más ciclos lúteos que no muestran comportamiento estral (estros silenciosos).<sup>18, 30</sup> El intervalo de la primera ovulación en ovejas Pelibuey, varía con el estado nutricional de la hembra. El primer estro posparto ocurre después de 30-40 días, en hembras paridas entre julio y octubre.<sup>32</sup> Sin embargo, estudios recientes mencionan el efecto de época del parto, ya que se ha encontrado que el intervalo entre parto y primer estro posparto varía según la época del año. Las ovejas que paren entre enero y febrero, presentan un intervalo de 79 a 139 días. Las que paren entre mayo y agosto, tienen un intervalo de 40 a 88 días, mientras que las paridas entre septiembre y diciembre tuvieron intervalos de 120 a 164 días.<sup>30</sup>

El estado nutricional (en cuanto a energía y proteína) de la oveja, durante el último tercio de la gestación y lactancia temprana, tienen un importante papel en el reinicio de la actividad ovárica posparto.<sup>21, 25</sup>

Al realizarse una investigación se encontró, que la época de partos influye significativamente en el reinicio de la actividad ovárica, ya que las ovejas paridas en verano, tuvieron un promedio de 40.6 días; las paridas en primavera de 77.3 días y las paridas en otoño-invierno de 62.6 días, a pesar de que se mantuvieron alimentadas con un suplemento energético durante la lactancia.<sup>23</sup>

La investigación realizada en ovinos Pelibuey, muestra que el intervalo posparto se incrementa con el aumento en la duración de la lactancia.<sup>30</sup> Existe una correlación positiva entre el número de días al destete (70 a 120 días) y los días a la concepción (90 a 123 días).

<sup>34</sup> Otros estudios, no han demostrado la disminución del intervalo posparto con una lactancia restringida o destete precoz.<sup>30</sup>

Investigaciones recientes han vuelto a señalar, que no existe un anestro lactacional en la oveja Pelibuey, sino un anestro estacional, cuando no paren cerca de la época reproductiva, a pesar de contar con suplementación energética.<sup>17, 30</sup>

#### Mortalidad perinatal del cordero.

En corderos Pelibuey, se han encontrado mortalidades perinatales que varían entre 11.2 y 75%, donde la mayoría (66%), ocurre dentro de la primera semana de vida. La mortalidad es fuertemente influenciada por la atención dada al recién nacido, por parte de la madre a los corderos débiles, ya que muchas veces no se les atiende adecuadamente. Otros factores que influyen son: la edad de la madre, tamaño y peso de los corderos, nutrición, época de nacimiento, factores genéticos, etc. Entre las prácticas para reducir esta mortalidad, se sugiere poner atención a los partos múltiples, a los más pequeños ponerlos con otra oveja con buena producción, además de darle énfasis a la nutrición de la madre, durante la gestación avanzada y la lactancia temprana.<sup>30</sup>

También se ha encontrado, que factores como la raza del cordero, el tipo de parto, el peso al nacimiento, localización del paridero, vigor del cordero al nacer y el estado de la ubre de la madre, afectan también la mortalidad en corderos.<sup>35</sup>

Para concentrar los partos en temporadas determinadas, es conveniente definir las épocas de empadre (con métodos de sincronización),<sup>9</sup> para así optimizar la mano de obra al asistir los partos, ayudando a la madre en caso de ser necesario y reducir la mortalidad.<sup>1</sup>

#### **Importancia de la nutrición en la reproducción**

La reproducción en animales domésticos, es la suma de una serie de eventos fisiológicos; por lo que cada uno de estos, requiere de un nivel específico y de una

composición nutricional que los mantenga. Un manejo exitoso, consiste en tener animales bien alimentados, en los períodos críticos con mayor demanda en la actividad reproductiva es decir, durante la gestación avanzada y la lactancia. Existe evidencia de un efecto detrimental en la fertilidad después del parto, cuando no se suplementa durante el último tercio de la gestación. <sup>19</sup> Estudios como el de Feldman, demuestran la importancia de la nutrición sobre el reinicio de la actividad ovárica, al darle énfasis a las etapas antes mencionadas. <sup>20</sup>

La capacidad metabólica de la madre para la utilización de los nutrientes, es uno de los mecanismos fisiológicos que afectan su expresión productiva y reproductiva. <sup>23</sup>

La naturaleza de los recursos nutricionales y los problemas de manejo, cambian según el clima, suelo, vegetación; pero los procesos fisiológicos que gobiernan el desempeño reproductivo, son los mismos. La hembra debe alcanzar la pubertad, mostrar conducta estral y liberar uno o más óvulos, para que estos sean fertilizados. Después, cada uno de los embriones, debe ser mantenido durante 5 meses de gestación. Los manejos nutricionales inadecuados pueden actuar potencialmente, en cualquiera de las etapas del proceso reproductivo. <sup>13</sup>

Para que el comportamiento reproductivo sea adecuado, se deben de satisfacer los requerimientos nutricionales específicos de las distintas fases del proceso reproductivo. Entre los factores nutricionales que pueden incrementar la duración del anestro posparto, se encuentran un balance energético negativo, así como una deficiencia de minerales, además de una mala condición corporal al parto. <sup>36</sup>

La disponibilidad de alimentos es sumamente importante, ya que el animal reparte la energía y los nutrientes utilizándolos en diferentes funciones, al satisfacer sus demandas de mantenimiento, podrá disponer del excedente para su reproducción. <sup>20</sup>

### **Importancia del Calcio, Fósforo y Magnesio.**

Los elementos que forman parte de las cenizas, son conocidos como minerales o elementos inorgánicos.<sup>37</sup> Hasta mediados del siglo XIX sólo se tenía una vaga idea sobre la naturaleza, origen y función de los minerales.<sup>12, 14</sup> Sin embargo, desde la antigüedad se conocía la importancia de las sales minerales en la alimentación animal.<sup>37</sup>

Los tejidos animales, contienen elementos inorgánicos en proporciones variables, aproximadamente el 5% de peso corporal del animal. No todos los elementos minerales, son esenciales para todo tipo de animales; se dividen en macro y microminerales, de acuerdo a la cantidad que necesita el organismo. Los macrominerales son: calcio (Ca), fósforo (P), potasio (K), sodio (Na), cloro (Cl), magnesio (Mg) y azufre (S); y se mencionan 19 elementos traza o microminerales que son: arsénico (As), boro (B), cadmio (Cd), cromo (Cr), cobalto (Co), cobre (Cu), flúor (F), yodo (I), hierro (Fe), plomo (Pb), litio (Li), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), níquel (Ni), selenio (Se), silicio (Si), estaño (Sn), vanadio (V) y zinc (Zn), que en pequeñas cantidades, influyen en la eficiencia de la producción de carne, leche y lana.<sup>12, 14, 38</sup>

Entre los macrominerales que se encuentran en el organismo, están el Ca, Mg y el P; Los dos primeros son cationes ( $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ ) y el P, forma parte de un grupo aniónico ( $\text{PO}_3^{4-}$ ). Las concentraciones séricas de estos minerales son: Ca (9-12 mg/dL), de P inorgánico de 4-7 mg/dL y de Mg en un rango de 1.7 - 3.2 mg/dL.<sup>37, 39</sup>

El Ca y el Mg se encuentran en el organismo como iones, participan en la formación de tejido conectivo y tienen una intensa actividad biológica.<sup>37</sup>

Las concentraciones de Ca, P y Mg en las células y fluidos orgánicos, junto con el Na, K y el Cl, son críticas para el mantenimiento de las propiedades funcionales vitales tales

como: la presión osmótica, la concentración de iones hidrógeno, el balance de agua, el equilibrio ácido-básico y la permeabilidad de membranas. <sup>37, 40</sup>

### Funciones del Ca y P

El Ca sanguíneo se fracciona en difuso (50-70%) y no difuso (30-50%). El primero está compuesto por Ca ionizado (40%) el cual es importante fisiológicamente, y de Ca complejo (60%), el cual se une al P (formando  $\text{Ca}_3(\text{PO}_3)_2$ ) y al citrato. El Ca no difuso, se encuentra ligado a proteínas como las albúminas y globulinas. <sup>41</sup> El Ca tiene una fuerte tendencia a acumularse en la mitocondria. <sup>37</sup>

El Ca y el P, están relacionados en el desarrollo y mantenimiento del sistema esquelético. Aproximadamente 99% del Ca del cuerpo y el 80% del P se encuentran en los huesos y dientes. El restante Ca y P, están distribuidos en los fluidos corporales (el Ca principalmente en el plasma sanguíneo) y tejidos blandos, donde tienen una gran cantidad de funciones esenciales. El Ca participa en la permeabilidad de membranas celulares, en el proceso de coagulación sanguínea, en la transmisión de impulsos nerviosos, en la excitabilidad neuromuscular, en la acción rítmica del corazón, actúa también como liberador hormonal y como activador de sistemas enzimáticos. <sup>12, 37, 41</sup> También interviene en la síntesis y estabilidad de la microflora ruminal, ya que existen varias enzimas hidrolíticas extracelulares, que requieren de Ca. <sup>42</sup>

La concentración de P en sangre, se encuentra fraccionada en dos compuestos: como P inorgánico y P orgánico. La relación entre los dos varía entre 3-4:1 en rumiantes. El primero es importante para el metabolismo. El P orgánico, se encuentra ligado a fosfolípidos, de la membrana celular. <sup>37, 41</sup> El P participa en la formación de tejido suave y de soporte, tiene un papel importante en el proceso energético, además interviene en la



regulación del pH sanguíneo y de otros fluidos, así como en múltiples sistemas enzimáticos, en el metabolismo de las proteínas y formando parte de complejos orgánicos, con actividad biológica. <sup>12, 37, 40</sup> También interviene en el metabolismo de los microorganismos ruminales (especialmente los que digieren la celulosa), al formar parte de su membrana celular y de los ácidos nucleicos. <sup>12, 14, 43</sup>

El esqueleto sirve como reserva de estos minerales, para los tejidos blandos, durante su deficiencia en la dieta. <sup>40, 43</sup>

La falta de estos dos minerales causa anomalías óseas, como la osteomalacia en adultos y el raquitismo en animales jóvenes. <sup>43</sup> Si la carencia es muy severa, puede conducir a un descenso de la fertilidad. En caso del P, existe un crecimiento y reproducción subnormal. <sup>10, 12, 40</sup>

La absorción del Ca, se realiza mediante el mecanismo de transporte activo. El Ca y P son absorbidos en el intestino, específicamente el Ca en el duodeno <sup>37</sup> y una parte en el rumen y retículo. <sup>44</sup>

Los niveles de Ca y P son regulados principalmente por la interacción de la calcitonina, la hormona paratiroidea (PTH), la vitamina D, entre otras hormonas dependiendo de ciertas condiciones. <sup>14, 41, 44, 45</sup> La calcitonina parece tener una función de emergencia, para prevenir una hipercalcemia y proteger contra una excesiva pérdida de Ca y P durante la gestación. El efecto principal de la PTH es elevar la concentración de Ca, además de disminuir la concentración de P sanguíneo. La vitamina D<sub>3</sub> (1-25 dihidroxicolecalciferol), tiene como función incrementar la absorción de Ca y P en el intestino. <sup>41</sup>

## Funciones del Mg

El Mg sanguíneo se encuentra en dos formas 1) ionizado y 2) unido a proteínas. Estas dos formas se encuentran en equilibrio dinámico.<sup>37</sup>

El Mg interviene en diversas funciones fisiológicas. Es constituyente de los huesos, aproximadamente 60-70% del total del Mg corporal se encuentra en el esqueleto. Es el cuarto catión corporal en abundancia, es necesario para la activación de diversos sistemas enzimáticos, como ión esencial para reacciones enzimáticas en el metabolismo intermedio y para el apropiado funcionamiento del sistema nervioso y muscular; actúa en propiedades funcionales y de estabilización de membranas, en la división celular, en la respuesta inmune, así como para llevar a cabo la degradación y síntesis de proteínas, a través de su acción en la agregación ribosómica.<sup>41</sup> Se encuentra involucrado en el metabolismo de los carbohidratos y los lípidos, actuando como catalizador.<sup>12, 40, 43</sup> A nivel celular, los iones de Mg forman complejos con proteínas y ácidos nucleicos. En la mitocondria actúa como ión activador de la fosforilación oxidativa. El Mg también es indispensable para la actividad normal de la microflora ruminal, probablemente debido a la activación de enzimas microbianas.<sup>37, 42</sup>

Una de las funciones extracelulares de importancia, es que actúa en la producción y descomposición de la acetilcolina, por lo que una deficiencia puede conducir hacia una tetania.<sup>41</sup>

El Mg es absorbido principalmente en el íleon y el resto del intestino delgado, mediante difusión simple.<sup>37</sup> Existe evidencia de que es absorbido en rumen, mediante difusión pasiva, y por transporte activo a través de la pared ruminal.<sup>41, 46</sup>

No existe un control hormonal primario, para la regulación del Mg sanguíneo.<sup>41</sup> Sin embargo se encuentra influenciado por la calcitonina y la PTH, como ocurre con el Ca;

además por un mineralcorticoide, la aldosterona, el cual incrementa su excreción urinaria y fecal. <sup>37, 39, 41</sup>

La hipomagnesemia en rumiantes adultos, conocida como Tetania de las pasturas o pastos, no es vista como una manifestación típica de una deficiencia de Mg. Esta enfermedad, es precedida por una disminución del nivel de Mg en el suero sanguíneo. <sup>37</sup>

### **Necesidades y fuentes de Ca, P y Mg en Ovinos.**

Las necesidades varían de animal en animal, incluso día a día. Una gran cantidad de factores, como la edad, estado fisiológico y nutricional del animal (crecimiento, gestación, lactación, etc.), los niveles de los componentes de la dieta, duración y ruta de administración, disponibilidad biológica e influencia del nivel de dicho mineral, pueden causar un efecto adverso en el animal. <sup>38</sup>

Las leguminosas, contienen excelentes cantidades de Ca, y en menor grado las gramíneas. <sup>40</sup> Los forrajes son comúnmente deficientes en P, por esta razón las ovejas (especialmente lactantes) que se alimentan de forrajes, requieren de un suplemento cuando éstos se usan como alimento. <sup>12, 40, 43</sup> Algunos granos, contienen altas concentraciones de Mg, el heno contiene en promedio 2-3 mg/Kg. de materia seca. Sin embargo, es abundante en la mayoría de los alimentos más comunes, con relación al requerimiento aparente de los animales. <sup>12, 37</sup>

Los requerimientos nutricionales de estos minerales para ovejas durante la segunda mitad de gestación y las primeras semanas de lactación se presentan en el Cuadro 1.

La multiplicidad de interacciones entre los minerales hace difícil determinar las necesidades de los ovinos para minerales específicos, debido a que la deficiencia o abundancia de un mineral puede afectar otros, en deficiencias o toxicidades. <sup>43</sup>

### Interacciones de los minerales.

Las deficiencias de Mg interfieren con la absorción del Ca. Los bajos niveles de P en la dieta, también disminuyen el índice de absorción de Ca. El P inhibe la absorción de Mg en el intestino o viceversa (debido a la formación de fosfato de Mg) cuando existe exceso de alguno de ellos en la dieta. El Al y el Fe en niveles elevados puede incrementar las necesidades de P. Sin embargo la adición de Ca extra en una dieta adecuada predispone a la deficiencia de otros elementos, incluyendo el P, Mg, Fe, I, Zn y Mn. Los rumiantes pueden tolerar un amplio rango de la relación Ca:P (hasta 7:1) así como más del 2% de Ca en la dieta. <sup>43</sup> Existe competencia entre minerales, por ejemplo el Ca, lo hace con el Fe, I, Cu, Mn, Zn y del Mg. El P, a su vez con el Mg, K, Fe, Mo, Mn y Zn, y por último el Mg, con el P, Ca y Mn. <sup>37</sup>

La grasa disminuye la absorción de Mg y Ca. El nivel y origen de la proteína, determinan el grado de utilización del P, Mg, Zn, Cu y otros elementos. <sup>37</sup> El Ca de la dieta es absorbido, según los requerimientos nutricionales del animal. En una dieta baja en Ca, la eficiencia en la absorción aumenta; también se incrementa en animales adultos durante la gestación y la lactancia. <sup>12, 43</sup>

### Importancia de los minerales en la reproducción.

Las carencias de nutrientes minerales específicos, pueden tener efectos dramáticos, cuando se falla en la reposición de pérdidas endógenas y exógenas, para poder mantener eventos metabólicos en órganos clave, durante las etapas reproductivas. <sup>19</sup>

La necesidad de un mineral puede cambiar durante las diferentes etapas del ciclo reproductivo. Cuando esta no se completa, la eficiencia reproductiva se verá afectada. La mayor parte de la investigación acerca de las necesidades de minerales se han basado en

pruebas de crecimiento y con cantidades de minerales elevadas, para evitar signos clínicos de deficiencia. Sin embargo, éstas no son las adecuadas para todas las etapas de los animales.<sup>12</sup>

Se ha encontrado que la suplementación de macro y microminerales, puede ser realizada sin afectarse los sistemas tradicionales de manejo, al mejorar la productividad del animal, la producción de lana, el crecimiento y la eficiencia reproductiva.<sup>47</sup>

Los requerimientos minerales son altamente dependientes del nivel de productividad. Por ejemplo en los ovinos, los requerimientos mínimos de Zn para la espermatogénesis y el desarrollo testicular son más altos que para el crecimiento; y los requerimientos de Mn son más bajos para el crecimiento que para la fertilidad.<sup>14</sup>

#### **Participación del Ca, P y Mg durante la gestación avanzada y la lactancia.**

El crecimiento del esqueleto fetal, requiere una mayor demanda de los macrominerales, principalmente de Ca, P y Mg.<sup>9,13</sup>

La deficiencia de estos minerales, no afecta el crecimiento fetal, cuando la movilización en tejido esquelético sea fisiológicamente normal y se cumplan las demandas.<sup>48</sup>

La producción de calostro es primordial, ya que representa una excelente fuente de ciertos nutrientes específicos para el recién nacido: vitaminas A y E, ácidos grasos esenciales, proteínas y ciertos minerales traza (Co, Mn, Fe, Cu, Zn, Se) y macrominerales (Ca, P, Na). Se ha encontrado que la suplementación de vitaminas y minerales, en ovejas adultas incrementan las inmunoglobulinas en el calostro y el crecimiento del cordero.<sup>13</sup>

La composición de la leche, producción láctea y duración de la lactancia, requieren de un incremento en la oferta de minerales, especialmente de Ca y P.<sup>13</sup> El almacén mineral del esqueleto materno, es movilizado en la lactancia temprana y es reemplazado durante el

restante período de lactación. <sup>48</sup>

Sin embargo, la oveja es incapaz de absorber el Ca suficiente para las demandas lactacionales, cuando se suplementa durante la lactación temprana; y el grado de balance negativo Ca y P, en este momento, se relaciona con la producción de leche. <sup>49</sup>

Conforme avanza la lactancia, el índice de absorción de Ca y P se aumentan, mientras que la secreción en la leche y la resorción ósea disminuye. <sup>50</sup>

La dieta influye a que el balance de Ca sea positivo en la lactancia avanzada o a disminuir el balance negativo, debido a que la disponibilidad del Ca en algunos forrajes puede ser elevada. <sup>13</sup>

Estudios recientes encontraron, que las sales de Ca con ácidos grasos de aceite de palma, incrementaron las ganancias de peso en la borrega e influyeron positivamente el consumo de materia seca en la lactancia, sin embargo no incrementaron las ganancias de peso en los corderos. <sup>51, 52</sup>

A ovejas Merino en pastoreo, se les administró un suplemento mineral con multielementos, y se encontró que presentaron elevadas ganancias de peso, crecimiento anual de lana y mayor prolificidad, así como mejor peso al nacimiento y al destete de los corderos comparados con los parámetros productivos de las ovejas control. <sup>53</sup>

Ovejas en pastoreo, con una administración inadecuada de P, presentaron una disminución en el consumo de alimento, crecimiento, desarrollo óseo y en su desempeño reproductivo. <sup>54</sup>

En ovejas Merino Polish, el Mg inyectado mostró un efecto considerable en los indicadores reproductivos: duración de la época de empadre, fertilidad, duración de la gestación, prolificidad, número de corderos abortados y nacidos, peso corporal de los corderos al nacimiento y a los 28 días. La suplementación parenteral simultánea con Ca,

Mg, Se y vitamina E, también logro aumentos en los indicadores reproductivos y del cordero, antes mencionados. <sup>55</sup>

Otra investigación reveló un promedio de porcentaje de parición de 51.3% para los animales que recibieron sal solamente, en comparación con 73.3% de parición que presentaron las ovejas que consumieron suplemento mineral. <sup>12</sup>

Ovejas Pelibuey se suplementaron con P, durante el pre y posparto, para observar el efecto en la hembra y en el comportamiento de las crías. No existió un efecto de la suplementación en la disminución del intervalo parto-primer celo. Sin embargo mencionó, que los animales experimentales tuvieron el doble de concentración de progesterona, con respecto al testigo. <sup>56</sup> En los corderos, esta suplementación influyó en el peso al destete, no así en el peso al nacimiento. <sup>57</sup> También se ha encontrado, que corderos suplementados con P y Nitrógeno (N), mostraron mayores ganancias de peso, consumo de materia seca y digestibilidad del N, que las dietas deficientes en algunos de estos elementos. <sup>58</sup>

Otra investigación reveló que la deficiencia de P, provocó una disminución en las concentraciones séricas de P inorgánico, durante la gestación y la lactancia. <sup>59</sup>

Por su parte Piña, al realizar un estudio sobre los componentes sanguíneos durante el posparto de la oveja y sus variables reproductivas, encontró una correlación positiva entre parto-primer elevación de progesterona y en los niveles de P inorgánico plasmático. <sup>36</sup>

## JUSTIFICACIÓN

El incremento en el funcionamiento reproductivo debido a la suplementación mineral en algunas localidades de Latinoamérica (incluyendo México), África y Asia, indica que se debe investigar con mayor profundidad las necesidades de minerales para hembras durante las etapas de gestación y la lactancia. <sup>12, 15, 16, 22</sup>

Los estudios sobre el efecto de la nutrición en el período posparto, miden el efecto de la energía principalmente, y de la proteína como variables; sin embargo, los minerales también pueden afectar la reproducción posparto y sus efectos no han sido evaluados con profundidad. <sup>36, 60</sup>

Existiendo mínima investigación de la suplementación mineral en ovejas Pelibuey, el presente trabajo de investigación evaluó el efecto de diferentes niveles de P y Mg, con una cantidad constante de Ca, durante etapas críticas del ciclo reproductivo.

## HIPÓTESIS

El aumento de P (6 vs 12%) y Mg (2 vs 3%) en una premezcla mineral ofrecida a ovejas Pelibuey en el último tercio de la gestación y durante la lactancia, tiene un efecto sobre parámetros productivos y reproductivos de las ovejas y en el peso al nacimiento, peso al destete y ganancia diaria de peso de sus corderos, así como en su mortalidad.



## OBJETIVOS

1. Determinar en ovejas múltiparas suplementadas con distinta cantidad de P (6 vs 12%) y Mg (2 vs 3%) comparada con una premezcla común, las siguientes variables:

- Cambio de peso corporal en el último tercio de la gestación.
- Cambio de peso corporal durante la lactancia.
- Consumo promedio de premezcla mineral.
- Consumo promedio de materia seca (forraje - concentrado).
- Intervalo parto-primer celo.
- % de presentación de distocias.
- Concentración sérica de P y Mg.

2. En los corderos nacidos de las ovejas con suplementación evaluar:

- Peso al nacimiento
- Peso al destete
- Ganancia diaria de peso
- % de mortalidad.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Localización.

El presente trabajo se realizó en el Centro de Enseñanza Práctica, Investigación y Extensión en Rumiantes (CEPIER) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, ubicado en el Km. 28.9 de la carretera federal México-Cuernavaca, Topilejo, Distrito Federal; localizado a 19° 13' latitud norte y 99° 08' longitud oeste, a una altura de 2,760 msnm, con un clima C(wz) (w)b (il), que corresponde a semifrío, subhúmedo con lluvias en verano, una precipitación pluvial de 800 a 1200 mm anuales y una temperatura anual promedio de 19°C. <sup>61</sup> Se llevo a cabo a partir de febrero hasta julio de 1998.

### Animales.

Se utilizaron 16 ovejas Pelibuey multíparas (con más de 6 partos y edad promedio de 8 años) en el último tercio de gestación con un intervalo entre días de gestación  $\pm$  27 días, las cuales recibieron monta de machos de tres diferentes razas (Pelibuey, Suffolk y Rambouillet). Alojadas en tres corrales (uno por tratamiento) subdivididos en dos; cada subdivisión contaba con un comedero colectivo de concreto en forma de canoa, un saladero y un bebedero compartido para cada corral.

### Diseño experimental.

1. Se distribuyeron en un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones para las variables reproductivas (la unidad experimental es cada oveja).
2. Tres tratamientos con dos repeticiones para las variables consumo de materia seca (forraje y concentrado) y consumo de premezcla mineral (la unidad experimental es el

corral).

Los tratamientos quedaron de la manera siguiente: el testigo y el 2, integrados por 5 ovejas (con 2 y 3 animales en cada subdivisión) y el tratamiento 3 fue constituido por 6 ovejas (con 3 y 3 animales respectivamente).

#### Conformación de la dieta.

Todos los grupos fueron alimentados con una dieta base, cubriendo los requerimientos dados por el NRC, en todas sus etapas.<sup>43</sup> Integrada por heno de avena, ensilado de maíz y un concentrado comercial \* compuesto por pellets, sorgo, soya, maíz y cáscara de cítricos. Los resultados del Análisis Químico Proximal (AQP) se presentan en el cuadro 2 y los de fracciones de Fibra, % de Ca, P y Mg de las dietas, se presentan en el cuadro 3.

Los tratamientos quedaron integrados como sigue:

1. El Testigo, al que se le administró *ad libitum* la premezcla mineral común, que se utilizaba en el Centro (con contenido de Ca, P y Mg de 8, 8.5 y 1.35 % respectivamente).
2. El tratamiento dos, que *ad libitum*, dispuso de una premezcla mineral con un contenido de 8% de Ca, 6% de P y 2% de Mg.
3. El tratamiento tres que *ad libitum*, dispuso de una premezcla mineral con un contenido de 8% de Ca, 12% de P y 3% de Mg.

#### Muestras y manejo de los animales.

El experimento se inició al confirmarse por ultrasonido, la gestación de las ovejas (aproximadamente a los 105 días). El consumo de premezcla mineral y de alimento se

---

\* Dairy Power. Malta Clayton. México.

evaluaron cada 14 días durante tres días consecutivos; los días 11, 12, 13 de cada período, se tomó una muestra de la pmezcla y del alimento, antes de ser ofrecida a los animales, y fue analizada para determinar su composición y concentración de minerales. Se pesó la cantidad ofrecida, considerando que siempre hubiera aproximadamente 15% más del consumo manifestado los días previos. Los días 12, 13 y 14 de cada período se pesaron la cantidad rechazada y desperdiciada, tomando una muestra representativa (aproximadamente de 100 g), tanto de la pmezcla, del alimento ofrecido, del rechazo y del desperdicio para su posterior análisis.

Una vez confirmada la gestación de las ovejas se realizó su pesaje, registrando el peso cada 14 días. Se tomó una muestra de sangre por punción en la vena yugular a las ovejas cada 14 días; el suero se mantuvo en congelación para la posterior determinación de Ca, P y Mg séricos; todo esto se realizó, hasta que las hembras presentaron su primer celo posparto. Se pretendía además evaluar el reinicio de la actividad ovárica, midiendo la concentración de progesterona en suero, como indicativo de ovulación.<sup>62</sup> Esto no fue posible, ya que no se obtuvo el apoyo para la compra del material necesario para su detección, debido a su alto costo.

Se pesaron los corderos al nacimiento y al destete (60 días). Se registraron los datos sobre partos distócicos y mortalidad de los corderos. Finalmente, se tomó en cuenta, los días que tardó la oveja en presentar su primer celo posparto, mediante el paseo diario, una vez al día, de un macho celador provisto de mandil, por los corrales.

#### Análisis de las muestras.

Las muestras de alimentos, pmezclas, así como la de desperdicios y rechazos se deshidrataron para la determinación de materia seca en una estufa de aire forzado a 50°C.

La composición de alimentos se determinó mediante el AQP, después de moler la muestra. Al heno de avena y al ensilado de maíz, se les determinaron además las fracciones de fibra mediante la técnica de Van Soest. Posteriormente, al alimento se le determinó la concentración de Ca, P y Mg, mediante un espectrofotómetro de absorción atómica \* y de P, mediante el método colorimétrico. <sup>63</sup>

Las muestras de suero, sirvieron para preparar una dilución 1/50, para la determinación de Mg, mediante un espectrofotómetro de absorción atómica. El P, se determinó directamente de la muestra mediante el método colorimétrico de Fiske y Subbarow. <sup>64</sup>

#### **Análisis Estadístico.**

Las variables de consumo de alimento, consumo de pmezcla mineral, presentación de distocias y mortalidad, sólo se reportan con estadística descriptiva.

Los demás resultados se sometieron a un análisis de varianza de acuerdo al diseño experimental mencionado. Utilizando el procedimiento PROC GLM del paquete estadístico SAS. <sup>65</sup> Al existir diferencias significativas entre tratamientos las medias se sometieron a su comparación por la prueba de Tukey. <sup>66</sup>

---

\* Manual de operaciones para el espectrofotómetro de absorción atómica Perkin-Elmer 2380.

## RESULTADOS

### **Efecto de la suplementación mineral en la oveja durante el último tercio de gestación, la lactancia y posdestete.**

#### **Cambios de peso corporal**

Los resultados se presentan en el cuadro 4, donde no existió diferencia significativa entre los tratamientos en ninguno de los pesajes ( $P>0.05$ ). En la figura 1, se presenta el gráfico donde se muestran las variaciones de peso corporal de las ovejas durante las etapas que se evaluaron. Se observa que las ovejas del tratamiento 2, fueron las de mayor peso (40.2 kg. en promedio), en comparación con los otros dos grupos, el testigo en promedio 37.86 kg. y finalmente el tratamiento 3 con 31.18 kg.

Se mantuvieron las diferencias de peso que desde un principio se presentaron dentro de los grupos. No existió pérdida significativa de peso durante la lactancia; en su mayoría se mantuvieron constantes, y al final todas terminaron con un peso mayor del que tenían después del parto. (Figura 1).

#### **Consumo promedio de premezcla mineral.**

En general los promedios de consumo de premezcla mineral (cuadro 5) fueron mayores al principio del estudio y disminuyeron durante la época de partos (marzo). Sin embargo para el mes de abril, donde la mayoría de las ovejas se encontraban en su pico de lactación, los consumos aumentaron hasta la época del destete; durante el mes de mayo, existió una ligera disminución del consumo, pero poco después se mantuvo estable. (Figura 2) Las ovejas del tratamiento 2, tuvieron siempre un consumo mayor de la premezcla mineral que el resto de los grupos.

Los consumos de premezcla mineral, variaron desde 7.91-11 g/animal/día para el testigo. En el tratamiento 2, se encontró un intervalo de 15.08-27.31 g/animal/día y en el tratamiento 3, desde 5.03-19.17 g/animal/día. (cuadro 5)

#### Consumo promedio de Materia Seca (MS).

Este no fue evaluado individualmente, debido a las condiciones de lugar donde fue realizado el estudio. Sin embargo, se evaluó colectivamente existiendo 2 repeticiones por tratamiento. Los promedios se graficaron en la figura 3, durante los meses que fueron evaluados, señalando la época de partos y destete.

En general, los consumos fueron en gestación de 896.29 g/MS/día; en lactancia de 991.16 g/MS/día y en el posdestete 962.83 g/MS/día.

En la figura 3, se puede apreciar la variación de este consumo: durante la época de partos, la lactancia y el destete; refleja que fue aumentando progresivamente, principalmente en la lactancia. Después del destete el consumo de materia seca fue disminuyendo.

#### Comportamiento reproductivo.

La presentación de distocias, fue mayor en el tratamiento 2 (40%), siguiendo el testigo con 20%; finalmente el tratamiento 3, no presentó ninguna distocia. Cabe mencionar, que todos los casos de distocia se debieron a que el cordero tuvo mayor peso, por lo que existió la necesidad de asistir el parto.

En la variable intervalo parto-primer celo, los promedios en el testigo fueron de  $107.8 \pm 18.99$  días; en el tratamiento 2, fue de  $114 \pm 20.66$  días y finalmente en el tratamiento 3, fue

de  $116.6 \pm 16.68$  días. En estos resultados no existió diferencia significativa entre tratamientos ( $P>0.05$ ).

#### Concentración mineral sérica.

En las concentraciones séricas de P inorgánico, se observa que los niveles al comienzo del estudio, se encontraron ligeramente por debajo de los niveles normales. Posteriormente los niveles se fueron elevando; existió diferencia significativa, en el primer muestreo posparto, ( $P<0.01$ ) siendo similar entre el tratamiento 3 y el testigo (6.38 mg/dL y 6.41 mg/dL respectivamente) pero menor en el tratamiento 2 (4.04 mg/dL). (Cuadro 6). Durante la lactancia, los valores disminuyeron principalmente en el testigo. Poco después del destete los niveles fueron aumentando paulatinamente. (figura 4)

En cuanto al Mg sérico, no existió diferencia significativa entre tratamientos, en ninguno de los muestreos ( $P>0.05$ ). Los resultados se muestran en el cuadro 7. Sin embargo, los menores valores de este mineral se observan en las últimas etapas de la lactancia. Esto se puede observar en la figura 5. Sin embargo los valores de Mg sérico en el grupo testigo durante la lactancia, estuvieron ligeramente por debajo de los otros grupos.

#### **Efecto en los corderos nacidos de ovejas suplementadas.**

##### Peso al nacimiento.

Los corderos no tuvieron diferencia significativa en el peso al nacimiento ( $P>0.05$ ), entre tratamientos, sexo y/o raza del padre. (Cuadro 8) Sin embargo, para la variable tipo de parto, existió diferencia altamente significativa ( $P<0.001$ ), siendo el promedio de  $3.76 \pm 0.84$  kg. para los partos simples y de  $2.75 \pm 0.38$  kg. para los partos dobles.



### Peso al destete.

Para el peso al destete, existió diferencia significativa entre tratamientos ( $P < 0.05$ ), (cuadro 8), siendo menor en el tratamiento 2 (11.21 kg.) en comparación a los otros dos grupos (13.97 kg. en el testigo y 14.90 kg. en el tratamiento 3). También existió diferencia por tipo de parto ( $P < 0.001$ ). Para la raza del padre existió diferencia significativa ( $P < 0.05$ ), siendo menor la raza Suffolk (11.66 kg.), pero similar entre Pelibuey y Rambouillet (14.31 y 12.80 kg. respectivamente).

### Ganancia diaria de peso (GDP).

Existió diferencia significativa entre tratamientos, ( $P < 0.05$ ) siendo similar entre el tratamiento 3 ( $0.177 \pm 0.05$  g) y testigo ( $0.159 \pm 0.05$  g), y menor en el tratamiento 2 ( $0.131 \pm 0.05$  g). También existió diferencia por tipo de parto ( $P < 0.001$ ). Además, fue menor significativamente en la raza Suffolk que en la Pelibuey. ( $P < 0.05$ ) (cuadro 8)

### Mortalidad.

El porcentaje de mortalidad fue mayor en el tratamiento 2 (40%), en el testigo y el tratamiento 3, no existió ningún cordero muerto.

## DISCUSIÓN

No existieron pérdidas drásticas de peso corporal, ya que se mantuvieron en un plano nutricional, suficiente para satisfacer los requerimientos, en todas las etapas, según el NRC.

43

Los resultados concuerdan con los de otros estudios donde indican que la oveja Pelibuey, no necesita cantidades superiores a las recomendadas por el NRC, para asegurar la conservación del peso corporal durante la gestación o la lactancia.<sup>33, 67</sup>

Singh, encontró que las ovejas perdieron peso durante la lactancia (aproximadamente 50 g/animal/día) a pesar de que las ovejas tuvieron un alto consumo de alimento durante esta etapa. Lo que indica que los animales pueden tener pérdidas de peso, cuando no se administran niveles suficientes de otros elementos, tales como los minerales, evaluados en la presente investigación.<sup>68</sup> Otros investigadores han encontrado en razas de pelo, una tendencia a perder peso durante las primeras 5 semanas de lactancia, bajo condiciones de pastoreo, y después empiezan a recuperarse peso.<sup>69</sup>

Bajo estas condiciones, probablemente por la época y las condiciones medio ambientales, una baja disponibilidad de alimento, determina la pérdida de peso. Cuando las ovejas están en estabulación y disponen del alimento necesario, al parecer no hay disminución de peso durante la lactancia. Otro factor que puede contribuir es la menor actividad física que tienen las ovejas cuando se encuentran en estabulación, como fueron las condiciones de este estudio.

El mayor consumo de premezcla mineral del tratamiento 2, se debió a que fueron las de mayor peso, y por lo tanto sus exigencias de requerimientos fueron mayores que el resto de los animales, además de que existió mayor número de partos dobles; hay que tomar en cuenta, que este tratamiento, fue el que tuvo menor porcentaje de Fósforo en la premezcla,

lo que posiblemente afectó su consumo.

Los requerimientos adicionales en gestación y lactancia incrementan las necesidades de minerales, y por lo tanto el consumo de premezcla mineral.<sup>12</sup> Además, las cantidades eliminadas en leche y las pérdidas endógenas durante la lactancia aumentan las necesidades de minerales en las ovejas.<sup>37, 48, 49</sup>

Según McDowell, el consumo de sal mineralizada inicial, de una oveja, puede ser de 15 g/día. También, menciona que otros autores han encontrado valores entre 10-15 g/animal, y que un estudio realizado en Australia, encontró una variación de 22-35 g/día. Lo anterior, concuerda con los resultados obtenidos en la presente investigación.<sup>12</sup>

En el consumo de materia seca, los resultados obtenidos fueron relativamente menores, en comparación a otros autores que también trabajaron con ovejas Pelibuey, donde mencionan consumos para el último tercio de gestación de 933-944 g/MS/día y, durante la lactancia de 1293-1344 g/MS/día.<sup>67</sup> Esto se debió principalmente, a que el consumo no fue evaluado individualmente por lo que se obtuvo el promedio, y no todos los animales se encontraban en las mismas condiciones fisiológicas (es decir, etapa de lactación, peso del animal, tipo de parto, etc.). El consumo de materia seca fue mayor en el tratamiento 2, debido a que estas ovejas fueron las de mayor peso, que el resto de los grupos. Además, si existió mayor necesidad de minerales, ya que la premezcla tenía menor cantidad de P, lo cual incrementó el consumo, para poder llenar los requerimientos.

Los casos de distocia en corderos se presentaron en los de mayor peso, lo cual se debió a que la raza del padre fue Suffolk o Rambouillet, que son animales de talla más grande. Sin embargo, en el tratamiento 3, no existió ningún caso de distocia. Por la razón antes mencionada, no se puede atribuir totalmente el efecto de tratamiento. Sin embargo, existió mayor porcentaje de distocias en el tratamiento 2, siguiéndole el testigo, ambos tenían

menor cantidad de P en la premezcla, en comparación al tratamiento 3 que tuvo mayor cantidad de P.

Para la variable intervalo parto-primer celo, los resultados probablemente fueron afectados por el efecto de la estacionalidad, ya que se menciona que existe un período de actividad reproductiva disminuida, durante la época de primavera, independiente del peso, nutrición o condición corporal.<sup>25</sup> También, se ha encontrado que las hembras Pelibuey, paridas en marzo, presentan su primer celo posparto, en un intervalo de 84 - 119 días, independientemente del plano nutricional en que se encuentren.<sup>23</sup> Lo que concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio. Lo mismo sucede con razas lanares, en estudios realizados en México, con razas de marcada estacionalidad.<sup>70</sup>

Otros investigadores mencionan que las ovejas Pelibuey, presentan estros regularmente desde los meses de mayo a diciembre, pero disminuyen de febrero a abril.<sup>26, 30</sup> Además, otros estudios han demostrado que la suplementación energética y proteica en ovejas Pelibuey, no tiene un efecto sobre el reinicio de actividad ovárica, a pesar de haber parido en época reproductiva.<sup>17, 60</sup>

Cabrera, encontró que la suplementación con P, durante el pre y el posparto, no tuvo efecto sobre la disminución del intervalo parto-primer celo; encontrando un intervalo de 103.6 días en el grupo experimental y de 94.2 días en el testigo. Sin embargo, menciona que podría existir un efecto a nivel endocrino, ya que el grupo experimental tuvo doble concentración de progesterona, con respecto al testigo.<sup>56</sup>

Los valores de P y Mg, obtenidos en la mayoría de los muestreos de suero sanguíneo, concuerdan con los rangos mencionados por otros autores.<sup>36, 37, 41</sup>

Los niveles de P inorgánico en suero, al comienzo del estudio, se encontraron ligeramente por debajo de los niveles normales, lo que indicó una deficiencia de P, en los

animales. Los niveles fueron aumentando, por la adecuada suplementación de P. La diferencia significativa en el nivel de P en el primer muestreo posparto, en el tratamiento 2, probablemente se debió a la mayor cantidad de partos dobles en este tratamiento, provocando una mayor pérdida de este mineral, además este tratamiento tuvo menor cantidad de P, en comparación a los otros grupos.

Algunos estudios utilizando niveles altos de Ca y P en la dieta, han encontrado niveles séricos de estos minerales, similares a los encontrados en el tratamiento 2 y el testigo, con disminución de los niveles durante la quinta semana de lactancia.<sup>49, 71, 72</sup>

Braithwaite encontró que al administrar Ca y P en cantidades abundantes, durante la gestación y la lactancia, los valores también disminuyeron durante el inicio de la lactancia, teniendo un comportamiento similar con los resultados encontrados en el tratamiento 3.<sup>48</sup> Este fenómeno se puede observar durante el pico de lactancia, que se menciona, es alcanzado en la raza Pelibuey, durante las 3 primeras semanas de lactancia.<sup>67</sup>

Existen investigaciones donde se asume, que a pesar de tener cantidades adecuadas de Ca y P en la dieta, este último también puede disminuir sus niveles séricos, durante la lactancia, pero dentro de los niveles normales. Sin embargo, cuando son deficientes en la dieta, estos niveles tienden a ser menores.<sup>36</sup>

Para el Mg sérico, los niveles se mantuvieron en sus concentraciones normales (1.7 - 3.2 mg/dL)<sup>37, 39</sup> Algunos investigadores han encontrado que después del parto ocurre una ligera disminución, en las cantidades de Mg sérico, que se van incrementando, hasta el término de la lactancia.<sup>36, 72</sup>

Este comportamiento concuerda con el que se presentó en el grupo testigo, sin embargo, tal disminución no se presentó en los tratamientos con mayor suplementación de Mg.

Para la variable de peso al nacimiento, las diferencias para tipo de parto concuerdan con

otros autores, donde mencionan que los corderos provenientes de parto múltiple, son más ligeros que los de parto simple. <sup>28, 57, 71.</sup>

Sin embargo en una investigación realizada en corderos Pelibuey, se encontró que no existen diferencias significativas del peso al nacimiento, por sexo, para la raza Pelibuey, sin embargo, aquel estudio señaló que tampoco encontró diferencia entre tipo de parto. <sup>27</sup> Otro autor encontró diferencias para el peso al nacimiento de corderos Pelibuey, para los efectos sexo, tipo de parto, número de parto y época de parto. <sup>73</sup>

Al respecto, Cabrera tampoco encontró un efecto significativo de la mayor suplementación con P, para el peso al nacimiento. <sup>57</sup> Por el contrario la suplementación con Ca, Mg, Se y vitamina E, administrados por vía parenteral a las ovejas, durante el empadre y la gestación, aumentó los pesos al nacimiento de los corderos de las hembras suplementadas. <sup>55</sup> Así mismo, se ha observado que la suplementación mineral de la madre durante la gestación, incrementó los pesos al nacimiento. <sup>53</sup>

En esta investigación, posiblemente el P y el Mg no actuaron sobre esta variable, debido a que sólo se suplementaron a partir del último tercio de gestación, en tanto que los otros estudios, incluso han suplementado los minerales desde el empadre. <sup>53</sup>

Para el peso al destete, el menor peso en el tratamiento 2 se vio afectado por el tipo de parto, ya que en este tratamiento, existieron más partos dobles, que en los otros grupos. Además, este tratamiento tuvo menor porcentaje de P, en comparación a los otros dos grupos.

Los promedios de peso al destete entre las diferentes razas, fueron similares a los indicados en la literatura, para las cruces de Rambouillet y Suffolk con Pelibuey. Los resultados para la raza Pelibuey, fueron más altos que los reportados por otros autores, incluso cuando dieron suplementación energética a las madres, en el último tercio de la

gestación.<sup>1,21</sup> En otra investigación, en la cual se suplementó P a la madre, se encontró un efecto en el peso al destete. Los pesos fueron similares a los obtenidos en la presente investigación.<sup>57</sup>

Sin embargo, también se ha encontrado en la literatura, que la suplementación conjunta de Ca, Mg, Se y Vitamina E, tiene un efecto sobre el peso de los corderos a los 28 días de edad.<sup>55</sup>

En la variable GDP, existió un comportamiento similar al de peso al destete. Los datos obtenidos, fueron similares a los indicados para cruzamientos con razas lanares; sin embargo, la obtenida en la presente investigación fue mayor (0.168 g) que las señaladas en la literatura para la raza Pelibuey (0.096 g).<sup>1</sup> Lo que indica que posiblemente, una suplementación de P y Mg a los niveles utilizados en esta investigación favorezca a esta raza.

La mayor mortalidad en el tratamiento en el 2 se debió, al mayor número de partos dobles, que al parecer incrementan el riesgo de mortalidad perinatal.<sup>35</sup> Además, la menor cantidad de P en comparación a los otros grupos, probablemente pudo haber afectado esta variable. El rango de mortalidad mencionado en la literatura va de 11.2 a 75%<sup>30</sup> los resultados de este trabajo, concuerdan con estos rangos. Al respecto Cabrera, con suplementación de P, halló una mortalidad de 32%.<sup>57</sup> Además, los pesos al nacimiento fueron superiores a 1.5 kg., ya que los animales que nacen pesando menos de 1 kg. tienen mortalidad significativamente mayor (68%), en animales Pelibuey.<sup>30</sup>

Con los resultados obtenidos bajo las condiciones del presente estudio, se puede inferir que la suplementación de P y Mg, durante la gestación y la lactación de ovejas Pelibuey, no afectó significativamente las variables de estudio. Sin embargo, los factores: tipo de parto, raza de padre y probablemente sexo, afectaron las variables peso al nacimiento, peso al destete y mortalidad. *Se recomienda continuar con el estudio de diferentes niveles de inclusión de P y Mg en la suplementación mineral de ovejas a partir del empadre. Así como utilizar un mayor número de animales dentro de cada cruzamiento.*



**LITERATURA CITADA**

1. Torres HG, Díaz RP, compiladores. Producción de ovinos en zonas tropicales. Villahermosa (Tabasco). Fundación Produce Tabasco A.C., INIFAP, 1997.
2. Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical. Boletín Informativo. México (DF): FMVZ, UNAM, 1982.
3. Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical. Boletín Informativo. México (DF): FMVZ, UNAM, 1983.
4. Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical. Boletín Informativo. México (DF): FMVZ, UNAM, 1989-90.
5. Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical. Boletín Informativo. México (DF): FMVZ, UNAM, 1992.
6. De Lucas TJ. Limitantes de la eficiencia reproductiva en ovejas. Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria; 1990 noviembre 12-16; Villahermosa (Tabasco) México. Tabasco: Universidad Autónoma de Tabasco, 1990: 586-589.
7. Fitzhugh HA, Bradford GE, editores. Ovejas de Pelo del África Occidental y de las Américas, un Recurso Genético para los Trópicos. Resumen Descriptivo. Arkansas: Winrock International, 1983.
8. Abdelrahman MM, Kincaid RL. Effects of concurrent deficiencies of phosphorus and copper in growing lambs on the concentration of minerals in tissues. *Small Ruminant Res* 1992; 9:229-241.
9. Haresing W. Producción Ovina. México (DF): AGT, 1989.
10. Cheeke RP. Applied animal nutrition. Feeds and Feeding. New York: McMillan Publishing company, 1991.

11. Hidiroglou M. Trace element deficiencies and fertility in Ruminants: a review. *J Dairy Sci* 1979; 62:1195-1206.
12. McDowell RL, Velázquez PJ, Valle G. Boletín Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. 3ra. ed. Gainesville: Departamento de Zootecnia, Centro de Agricultura Tropical, Universidad de Florida, 1997.
13. Speedy AW, editor. *Progress in sheep and goat research*. Oxon: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1992.
14. Underwood EJ. *The Mineral Nutrition of Livestock*. 2nd. ed. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1981.
15. Corro MD. Efecto de la suplementación mineral preparto sobre el comportamiento reproductivo y productivo posparto en vacas Holstein x Cebú en el trópico húmedo (Tesis de Maestría) México (DF). México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1992.
16. Ingraham RH, Kappel LC, Morgan EB, Srikandakamur A. Correction of subnormal fertility with copper and magnesium supplementation. *J Dairy Sci* 1987; 70: 167-180.
17. Alvarez LJA. Efecto de la alimentación suplementaria antes y después del parto sobre la actividad ovárica, condición corporal y metabolitos sanguíneos de ovejas Tabasco y sobre el comportamiento productivo de sus crías en el trópico de México (Tesis de Maestría) México (DF). México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1996.
18. González AR, Murphy BD, De Alba MJ, Manns JG. Endocrinology of the postpartum period in the Pelibuey ewe. *J Anim Sci* 1987; 64 :1717- 1724.
19. Egan AR. Nutrition for reproduction. In: Lindsay DR, Pearce DT, editors. *Reproduction in sheep*. Canberra: Brindabella Press and Publications, 1984: 262-268.
20. Feldman S. Actividad ovárica posparto en ovejas Tabasco y criollas en el altiplano y

tropical de México (Tesis de Maestría) México (DF). México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1987.

21. Salinas TE, Martínez RL, Peña TF, González P. Efecto de la suplementación en gestación y lactancia de borregas Tabasco o Peligüey sobre la aparición del primer celo y el peso al destete de los corderos. *Tec Pec Mex* 1975; 29: 121.

22. Carrera JL, Livas CF, Basurto CH, García NE. Efecto de diferentes niveles de fósforo y una mezcla de fósforo-ionóforo sobre el peso de becerros Holstein x Cebú en el trópico. *Memorias de la Reunión nacional de investigación pecuaria*; 1989 diciembre 11-14; México (DF). México. SARH; 1989:152.

23. Cortés ZJ. Reinicio de la actividad ovárica posparto en ovejas Pelibuey paridas en diferentes épocas del año (Tesis Doctorado) México (DF). México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1993.

24. Hafez ESE. *Reproducción e Inseminación Artificial en Animales*. México (DF): Interamericana McGraw-Hill, 1989.

25. Martínez RRD. Estudios sobre la estacionalidad reproductiva de la oveja Pelibuey del trópico húmedo mexicano (Tesis Doctorado) México (DF). México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1998.

26. Valencia ZM, Heredia AM, González PE. Estacionalidad reproductiva en la oveja Pelibuey. *Memorias de la XV Reunión Anual del Instituto Nacional de investigaciones pecuarias*; 1981; México (DF): INIP; SARH, 1981: 34-38.

27. Castillo RH, Valencia ZM, Berruecos JM. Comportamiento reproductivo del borrego Tabasco mantenido en clima tropical y subtropical. I. Índices de fertilidad. *Tec Pec Mex* 1972; 20:52-56.

28. Valencia ZM, Castillo RH, Berruecos VJM. Reproducción y Manejo del Borrego

Tabasco o Peligüey. *Tec Pec Mex* 1975; 29: 66-72.

29. Castillo RH, Hernández JJ, Berruecos JM, López JJ. Comportamiento reproductivo del borrego Tabasco mantenido en clima tropical III. Pubertad y duración del estro. *Tec Pec Mex* 1977; 32: 32-35.

30. González RA, Valencia MJ, Foot WC, Murphy BD. Hair Sheep in México: Reproduction in the Pelibuey sheep. *Anim Breed Abs* 1991; 59 : 509-524.

31. Schirar A, Meusnier C, Paly J, Levasseur MC, Martínez J. Resumption of ovarian activity in post-partum ewes: Role of the uterus. *Anim Rep Sci* 1989; 19:79-89.

32. Cruz C, Ramírez B, Fernández BS. Características reproductivas del ovino Tabasco: pubertad, actividad ovárica postparto y ciclos estrales. *Memorias del VIII Congreso Nacional de Buiatría*; 1982; Veracruz (Veracruz). México (DF) Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios especialistas en bovinos y ovinos AC, 1982: 485-488.

33. Chávez RG, Alvarez RA, Castellanos RA. Influencia del valor energético y proteico de la dieta pre y postparto sobre la productividad de la borrega Pelibuey. *Memorias de la Reunión de investigación pecuaria en México*; 1984 octubre; México (DF). México (DF): INIP, INIFAP-SARH; 1984:77.

34. Castillo RH, Román PH, Berruecos VJM. Características del crecimiento del borrego Tabasco. I. Efecto de la edad y peso al destete y su influencia sobre la fertilidad de la madre. *Tec Pec Mex* 1974;27: 28-32.

35. Nash ML, Hungenford LL, Nash TG, Zinn GM. Risk factors for perinatal and posnatal mortality in lambs. *Vet Rec* 1996; 139:64-67.

36. Piña CBA. Componentes sanguíneos y variables reproductivas en el posparto de la oveja. *Memorias de la Reunión Nacional de investigación pecuaria*; 1990 noviembre 12-16; Villahermosa (Tabasco), México (Tabasco): Universidad Autónoma de Tabasco, 1990:400-

403.

37. Georgievskii VY, Annenkov BN, Samokhin UT. Mineral Nutrition of animals. London: Butterworths, 1982.
38. National Research Council. Mineral Tolerance of domestic animals. Washington (DC): National Academic Press, 1980.
39. Littledike TE, Goff J. Interactions of calcium, phosphorus, magnesium and vitamin D, that influence their status in domestic meat animals. *J Anim Sci* 1987; 65: 1727-1743.
40. Wilson PN, Brigstocke TDA. Avances en la alimentación de ganado vacuno y ovino. Zaragoza: Acribia, 1987.
41. Kaneko JJ. Clinical biochemistry of domestic animals. 4th.ed. New York: Academic Press, 1989.
42. Iruegas ELF. Digestión *in vitro* e *in vivo* del rastrojo de maíz con la adición de un ionóforo y minerales en borregos (Tesis de Maestría) Montecillos (México). México: Colegio de Posgraduados, 1996.
43. National Research Council. Nutrient requirements of sheep. 5th.ed. Washington (DC): National Academic Press, 1985.
44. Yano F, Breves G. Calcium and phosphorus metabolism in ruminants. In: Tsuda T, Sasaki Y, Kawashima R, editors. Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants. San Diego: Academic Press, 1991:321-346.
45. Braithwaite GD. Calcium and phosphorus metabolism in ruminants with special reference to parturient paresis. *J Dairy Res* 1976;43:501-520.
46. Robson AB, Field AC, Sykes AR, McKinnon AE. A model of magnesium metabolism in young sheep. Magnesium absorption and excretion. *Brit J Nut* 1997; 78:975-992.
47. Masters DG, Yu SX, Wang ZS, Lu DX, Wu LH, Ren JK. et al. Consequences of

- mineral deficiencies in sheep in northern China. ACIAR Technical Reports Series 1995; 32: 45-50.
48. Braithwaite GD. Calcium and phosphorus requirements of the ewe during pregnancy and lactation. *Brit J Nut* 1983; 50:711-736.
49. Rajaratne JAA, Scott D, Buchan W, Duncan A. The effect of variation in dietary protein or mineral supply on calcium and phosphorus metabolism in lactating ewes. *Brit J Nut* 1990; 64:147-160.
50. Chrisp JS, Sykes AR, Grace ND. Kinetic aspects of calcium metabolism in lactating sheep offered herbage with different Ca concentration and the effect of protein supplementation. *Brit J Nut* 1989; 61: 45-58.
51. Appeddu LA, Ely DG, Aaron DK, Deweese WP, Fink E. Supplementing ewe diets with the calcium salts of palm oil fatty acids on during lactation. *Sheep and Goat Res J* 1995; 11: 132-139.
52. Bona FA, Oho C, Brondani LF, Sa JL, Yada RS, Sotomaior CS. Effect of giving different amounts of calcium soap of fatty acids on performance of lactating ewe. *Rev do sector Ciencias Agrarias* 1994; 13: 111-117.
53. Kumagai H, White CI. The effect of supplementary minerals, retinol and alpha-tocopherol on the vitamin status and productivity of pregnant Merino ewes. *Australian J Agri Res* 1995; 46: 1159-1174.
54. Lu DX, Yu SX, Yang RZ, Shao K, Masters DG. Some aspects of macromineral nutrition of grazing sheep in northern China. ACIAR Technical Reports series 1995; 32: 40-44.
55. Gabryzuk M. The effect of selected minerals and vitamin E on the reproduction of the Polish Merino sheep II. Reproduction and rearing lambs. *Animal Science papers and reports. Polish Academy of Science* 1994; 12: 53-61.

56. Cabrera TE, Montes PR, Delgado LR, Castellanos RA. Reinicio de la actividad reproductiva en ovejas Pelibuey suplementadas con fósforo en pre y posparto. Memorias de la Reunión Nacional de investigación pecuaria; 1996 diciembre 2-4; Cuernavaca (Morelos) México. México (DF): SAGAR, INIFAP 1996: 327.
57. Cabrera TE, Montes PR, Delgado LR, Castellanos RA. Efecto de la suplementación fosforada en pre y posparto a ovejas Pelibuey sobre el comportamiento de las crías. Memorias de la Reunión Nacional de investigación pecuaria; 1996 diciembre 2-4; Cuernavaca (Morelos) México. México (DF): SAGAR, INIFAP 1996:262.
58. Ternouth JH, McLachlan BP, Clarke JM, Thomas BJ. Effects of dietary phosphorus and nitrogen deficiencies on the intake, growth and metabolism of lambs. *J Agri Sci* 1993; 121: 409-419.
59. Budhi SPS, Ternouth JH. The effect of phosphorus deficient diets on the food intake of ewes during pregnancy and lactation. *Proc Nutr Soc Australia* 1988; 12: 110.
60. Piña CBA. Nivel de alimentación y comportamiento reproductivo en el posparto de la oveja. Memorias de la Reunión Nacional de investigación pecuaria; 1990 noviembre 12-16; Villahermosa (Tabasco) México. México (Tabasco) Universidad Autónoma de Tabasco 1990; 573-580.
61. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen 2da. ed. México (DF): Facultad de Economía. UNAM, 1981.
62. Balcázar SJ. Efecto de la suplementación alimenticia sobre la eficiencia reproductiva de corderas Pelibuey inducidas a la pubertad con Acetato de Melengestrol (Tesis de Licenciatura) México (DF). México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1992.
63. Tejada I. Análisis de alimentos para animales. México (DF): Trillas, 1992.

64. Fiske CM, Subarrow Y. The colorimetric determination of phosphorus. *J Biol Chem* 1925; 66: 375-376.
65. Herrera HJG, Lorenzana CG. Aplicaciones del SAS (Statistical Analysis System) a los métodos estadísticos. Oaxaca: Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. Centro de investigaciones y graduados agropecuarios, 1994.
66. Steel GD, Torri HI. Bioestadística: Principios y procedimientos. México (DF): McGraw-Hill, 1989.
67. Chávez RG, Castellanos RAF, Velázquez MPA. Producción de las ovejas Pelibuey pre y posparto alimentadas con diversos aportes nutricionales. *Tec Pec Mex* 1995; 33:183-190.
68. Singh NP, Singh M. Voluntary food intake and nutrient utilization in sheep during pregnancy, lactation and non-pregnant stages. *Indian J Anim Sci* 1990; 60:467-471.
69. Godfrey RW, Gray ML, Collins JR. Lamb growth and milk production of hair and wool sheep in a semi-arid tropical environment. *Small Rumin Res* 1997; 24:77-83.
70. De Lucas TJ, González P, Martínez RL. Estacionalidad reproductiva de cinco razas ovinas. *Memorias de la Reunión de Investigación pecuaria en México*; 1983 noviembre-diciembre; México (DF) México. SARH; 1983:119-123.
71. Aceves LAB. Efecto de la raza y el tipo de parto sobre el perfil mineral de ovejas lactantes en confinamiento (Tesis de Licenciatura) México (DF). México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1997.
72. Shiga A, Tsuchiya V, Nagamine S. Changes in the serum, urinary and milk concentrations calcium, phosphorus and magnesium in ewes during the perinatal period. *Anim Sci Technol (Jpn)* 1995; 66:267-273.
73. Carrillo AL, Velázquez MA, Ornelas GT. Algunos factores ambientales que afectan el peso al nacer y al destete de corderos Pelibuey. *Tec Pec Méx* 1987; 25:289-295.



**Cuadro I. Necesidades de Ca, P y Mg (g/día), en ovejas durante la segunda mitad de la gestación y las primeras semanas de la lactancia.**

Etapa	Consumo de Materia Seca kg.	Ca	P	Mg
	1.5 – 2.3 <sup>a</sup>	8.2 <sup>a</sup>	5.3 <sup>a</sup>	1.9 <sup>a</sup>
Segunda mitad de gestación.	1.5 – 1.6 <sup>b</sup>	6.4 – 7.8 <sup>b</sup>	3.1 – 3.9 <sup>b</sup>	1.2 – 1.8 <sup>b</sup>
		1.6 – 3.0 <sup>c</sup>	2.4 – 3.3 <sup>c</sup>	1.5 – 2.0 <sup>c</sup>
Primeras 6 –8 semanas de lactación.	1.6 – 2.7 <sup>a</sup>	6.0 – 13.2 <sup>a</sup>	3.2 – 6.7 <sup>a</sup>	1.4 – 3.0 <sup>a</sup>
	1.7 – 2.1 <sup>b,s</sup>	6.0 – 6.5 <sup>b,s</sup>	4.3 – 4.7 <sup>b,s</sup>	1.2 – 1.8 <sup>b,s</sup>
	2.1 – 2.3 <sup>b,g</sup>	8.4 – 8.7 <sup>b,g</sup>	5.6 – 6.0 <sup>b,g</sup>	
		2.8 – 3.0 <sup>c</sup>	3.9 – 4.4 <sup>c</sup>	2.1 – 2.5 <sup>c</sup>

a NRC, 1985.

s Parto sencillo

b Georgievskii, 1982.

g Parto gemelar

c Haresing, 1989.

**Cuadro 2. Análisis Químico Proximal de la dieta administrada a ovejas Pelibuey durante el último tercio de gestación, lactancia y posdestete.**

Alimento	% Materia seca	% Proteína Cruda	% Cenizas	% Extracto Etéreo	% Fibra Cruda	% TND <sup>1</sup>	EM <sup>2</sup> Cal/kg.
<b>Gestación</b>							
Heno de Avena	94.10	5.57	5.84	2.33	36.51	64.41	2.33
Ensilado de Maíz	25.07	6.02	7.14	3.55	30.63	66.37	2.39
Concentrado	91.28	16.94	6.18	7.72	4.70	82.47	2.98
<b>Lactancia</b>							
Heno de avena	93.45	4.31	6.36	7.72	33.13	71.78	2.63
Ensilado de Maíz	21.69	6.70	8.19	8.73	29.59	72.63	2.62
Concentrado	93.92	17.05	10.73	9.69	8.58	79.66	2.88

<sup>1</sup> Total de nutrimentos digestibles.

<sup>2</sup> Energía metabolizable

**Cuadro 3. Análisis de paredes celulares, y contenido de Ca, P y Mg de la dieta administrada a ovejas Pelibuey durante la gestación y lactancia.**

Alimento	% FND <sup>1</sup>	% FAD <sup>2</sup>	% Lignina	% Celulosa	% Ca	% P	% Mg
Heno de Avena	64.44	48.24	11.08	36.66	.48	.10	.06
Ensilado de Maíz	59.91	42.28	12.15	30	.01	.16	.01
Concentrado	-	-	-	-	.29	.49	.19

<sup>1</sup> Fibra Neutro Detergente

<sup>2</sup> Fibra Ácido Detergente

**Cuadro 4. Cambios de peso corporal (kg.)\* de ovejas Pelibuey con diferentes niveles de P y Mg durante las etapas de gestación, lactancia y posdestete.**

Número de pesaje y etapa	Testigo	Tratamiento 2 P 6% y Mg 2%	Tratamiento 3 P 12% y Mg 3%	P > F
<b>Gestación</b>				
1	37.46 ± 5.83	41.92 ± 7.70	34.54 ± 2.10	0.2419
2	37.88 ± 4.36	42.86 ± 7.89	36.12 ± 2.02	0.2997
3	39.65 ± 5.59	45.09 ± 7.71	40.26 ± 2.36	0.5164
<b>Lactación</b>				
4	35.95 ± 8.40	38.30 ± 7.88	31.72 ± 2.16	0.3312
5	38.04 ± 6.82	38.28 ± 6.64	32.68 ± 2.68	0.2543
6	37.36 ± 6.41	38.88 ± 5.97	32.74 ± 2.24	0.1956
7	37.28 ± 7.13	38.16 ± 5.87	32.16 ± 2.51	0.2204
8	36.84 ± 5.63	38.76 ± 5.26	33.12 ± 1.97	0.1849
9	36.16 ± 5.89	39.40 ± 5.85	33.44 ± 1.13	0.1913
<b>Posdestete</b>				
10	37.00 ± 5.63	40.04 ± 6.23	33.56 ± 1.77	0.1603
11	38.00 ± 5.24	40.20 ± 6.69	33.80 ± 1.92	0.1665
12	38.72 ± 5.52	40.58 ± 6.14	34.60 ± 3.02	0.2042

\* Media ± desviación estándar

**Cuadro 5. Consumo de la premezcla mineral (g) \* de ovejas Pelibuey con diferente suplementación de P y Mg durante las etapas de gestación, lactancia y posdestete.**

Meses y etapas	Testigo	Tratamiento 2 P 6% y Mg 2%	Tratamiento 3 P 12% y Mg 3%
<b>Gestación</b>			
Feb	11.65 ± 1.10	25.16 ± 1.56	10.91 ± 1.50
<b>Partos</b>			
Mar	7.91 ± 0.11	15.55 ± 9.85	5.03 ± 1.09
Mar	7.88 ± 3.22	15.37 ± 2.39	5.74 ± 1.28
<b>Lactancia</b>			
Abr	10.14 ± 2.11	15.08 ± 4.03	14.91 ± 0.08
Abr	11.95 ± 1.11	18.21 ± 10.06	14.57 ± 2.59
Abr	17.79 ± 2.80	27.31 ± 12.79	15.64 ± 0.61
<b>Destetes</b>			
May	14.22 ± 5.95	22.99 ± 11.37	16.27 ± 2.95
May	5.05 ± 1.63	17.95 ± 0.56	19.17 ± 3.21
Jun	11.89 ± 0.18	20.72 ± 2.42	17.56 ± 5.23
Jun	10.07 ± 1.30	23.76 ± 1.40	16.04 ± 0.84
Jul	9.36 ± 1.90	19.70 ± 4.07	14.83 ± 2.37

\* Media ± desviación estándar

**Cuadro 6. Concentración de P inorgánico sérico (mg/dL) \* de ovejas pelibuey con diferente suplementación de P y Mg durante el último tercio de gestación, lactancia y el posdestete.**

Etapa	Testigo	Tratamiento 2 P 6% y Mg 2%	Tratamiento 3 P 12% y Mg 3%	P > F
G	3.45 ± 0.80	4.00 ± 0.59	4.03 ± 0.74	0.3784
G	4.52 ± 0.79	4.23 ± 0.88	4.70 ± 0.97	0.6884
L	6.41 ± 1.30 <sup>a</sup>	4.04 ± 0.63 <sup>b</sup>	6.38 ± 1.26	0.0067
L	4.81 ± 1.26	4.99 ± 1.83	5.87 ± 0.57	0.3589
L	4.18 ± 1.02	5.23 ± 2.10	5.24 ± 1.53	0.4949
PD	5.75 ± 1.83	4.41 ± 1.97	5.34 ± 1.85	0.5289
PD	6.93 ± 1.29	5.09 ± 1.32	5.85 ± 1.29	0.1166
PD	7.12 ± 0.95	6.40 ± 1.41	6.84 ± 1.09	0.6241
PD	5.80 ± 0.71	7.10 ± 1.14	6.53 ± 1.29	0.2118
PD	6.21 ± 0.89	5.88 ± 0.80	6.45 ± 0.96	0.5802

**G** Gestación  
**L** Lactancia  
**PD** Posdestete

a, b Literales diferentes en una misma fila indican diferencia significativa (P<0.05).

\* Medias ± Desviación Estándar

**Cuadro 7. Concentración de Mg sérico (mg/dL)\* de ovejas Pelibuey suplementadas con diferentes niveles de P y Mg durante el último tercio de gestación, lactancia y posdestete.**

<b>Etapa</b>	<b>Testigo</b>	<b>Tratamiento 2 P 6% y Mg 2%</b>	<b>Tratamiento 3 P 12% y Mg 3%</b>	<b>P &gt; F</b>
<b>G</b>	2.30 ± 0.28	2.19 ± 0.18	2.22 ± 0.21	0.7436
<b>G</b>	2.97 ± 0.31	2.72 ± 0.56	2.77 ± 0.78	0.7893
<b>L</b>	2.62 ± 0.57	2.96 ± 0.22	2.67 ± 0.44	0.4233
<b>L</b>	1.78 ± 0.24	2.20 ± 0.73	2.04 ± 0.49	0.4601
<b>L</b>	2.43 ± 0.83	2.02 ± 0.20	1.92 ± 0.46	0.3208
<b>PD</b>	1.79 ± 0.25	2.03 ± 0.83	2.36 ± 0.47	0.2782
<b>PD</b>	2.54 ± 0.92	2.13 ± 1.01	2.84 ± 0.41	0.3720
<b>PD</b>	1.59 ± 0.80	2.06 ± 0.70	2.36 ± 0.59	0.2255
<b>PD</b>	1.94 ± 0.67	1.71 ± 0.38	1.84 ± 0.29	0.7396
<b>PD</b>	1.98 ± 0.33	2.23 ± 0.47	1.79 ± 0.74	0.2725

**G** Gestación  
**L** Lactancia  
**PD** Posdestete

\* Media ± Desviación Estándar

**Cuadro 8. Evaluación de los corderos nacidos de madres con diferente suplementación de P y Mg durante la gestación y lactancia.**

	Peso al Nacimiento kg.	Peso al Destete kg.	Ganancia diaria de Peso g
<b>Por tratamiento</b>			
Testigo	3.27 ± 0.81	13.97 ± 4.02 <sup>a</sup>	0.159 ± 0.05 <sup>a</sup>
Tratamiento 2	3.24 ± 0.85	11.21 ± 3.42 <sup>b</sup>	0.131 ± 0.05 <sup>b</sup>
Tratamiento 3	3.62 ± 0.96	14.90 ± 3.62 <sup>a</sup>	0.177 ± 0.05 <sup>a</sup>
P > F	0.6723	0.0120	0.0467
<b>Por sexo</b>			
Hembras	3.05 ± 0.59	11.77 ± 3.39	0.137 ± 0.05
Machos	3.72 ± 0.98	14.70 ± 3.92	0.171 ± 0.05
P > F	0.6190	0.1918	0.7735
<b>Por tipo de parto</b>			
Sencillo	3.76 ± 0.84 <sup>a</sup>	15.79 ± 2.30 <sup>a</sup>	0.190 ± 0.03 <sup>a</sup>
Doble	2.75 ± 0.38 <sup>b</sup>	9.10 ± 1.36 <sup>b</sup>	0.096 ± 0.02 <sup>b</sup>
P > F	0.0098	0.0001	0.0001
<b>Por raza de padre</b>			
Pelibuey	3.63 ± 0.87	14.31 ± 3.22 <sup>a</sup>	0.168 ± 0.05 <sup>a</sup>
Rambouillet	3.22 ± 0.66	12.80 ± 3.89 <sup>a</sup>	0.152 ± 0.06 <sup>a</sup>
Suffolk	3.48 ± 1.03	11.66 ± 4.72 <sup>b</sup>	0.132 ± 0.06 <sup>b</sup>
P > F	0.3030	0.0172	0.0352

a, b Literales diferentes en una misma columna indican diferencia significativa (P<0.05)

ESTA TESIS NO DEBE  
VALER DE LA BIBLIOTECA







