



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y  
ZOOTECNIA**

**EFFECTO DE TRES NIVELES DE MAÍZ SOBRE  
PRODUCCIÓN DE CALOSTRO DE OVEJAS  
PELIBUEY Y CRECIMIENTO DE CORDEROS  
LACTANTES**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**PRESENTA**

**HOCHIMI EDER MARTÍNEZ ARANDA**

**Asesores:**

**PhD. Msc. MVZ. Ivette Rubio Gutiérrez**

**MVZ. Cristino Cruz Lazo**



**México, D.F.**

**2009**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## DEDICATORIAS

Dedico este trabajo a mis padres:

Prof. Alberto Martínez Hernández

Prof.<sup>a</sup> Concepción Oralia Aranda Gómez

Porque a ellos les debo todo lo que soy, su educación me ha llevado por el camino correcto. Este trabajo simboliza la cosecha de los esfuerzos y sacrificios realizados.

“Espero algún día llegar a ser como ustedes”

A mis padrinos Félix Pérez (Papá Fi), Teodora López<sup>†</sup> (Mamá Qui) y Luisa Pérez López (Luchis), por cuidarme de niño, darme todo su cariño, enseñarme a trabajar el campo y cuidar de los animales. Gracias a ustedes pude definir la profesión que estudie “Medico Veterinario Zootecnista”.

“Son un ejemplo de humildad, sabiduría y trabajo”

A mis hermanos:

Beto, Cony, Gandhi, Chepis y Ale

Por apoyarme siempre y ser mis mejores amigos en la vida, por ser los brazos que nunca dejan que caminé hacia atrás.

“Los admiro por su liderazgo, tenacidad, inteligencia, serenidad y valentía”

A Ere, por todo su amor, apoyo y comprensión. Por ser esa persona muy especial para mí, con la cual deseo seguir compartiendo estos momentos tan felices en mi vida. TE AMO

“Es la esencia de tu vida lo que da vida a la mía”

A mis sobrinitos:

Vale y Genarito

Por su ternura, cariño y ser los angelitos que dios nos mando para cuidarlos y quererlos mucho, aunque a veces sean unos verdaderos diablillos.

“La nueva generación”

A mis abuelos:

Patricio Martínez Sánchez (Papá Picho) †      Prof. Manuel Aranda Osorio (Abuelito Nelo) †

Josefa Hernández Sánchez (Mamá Chepa) †      Prof.<sup>a</sup> Concepción Gómez Ricárdez (Chatita)

Siempre me siento orgulloso de saber que provengo de una gran familia. Ustedes se esforzaron por que mis padres tuvieran una mejor vida para darnos a nosotros mayores posibilidades de salir adelante.

“Un gran árbol crece y se sustenta gracias a unas raíces fuertes y profundas,  
ustedes son esas raíces”

A las Familias Martínez Sánchez, Sánchez Martínez y Martínez Calderón

Por abrirme las puertas de su hogar y haber hecho mi estancia en la Ciudad de México más tranquila. No tengo palabras para agradecer su apoyo en este largo camino.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresarle mi más sincero agradecimiento:

A los maestros de la Sección 22 del SNTE, porque ellos se encargaron de mi formación básica, en especial al Prof. Ladislao Espinoza y al Ing. Andrés Lara Sánchez† por ayudarme a superar mis problemas de lenguaje y motivarme a seguir adelante.

A los profesores del COBAO 04 “El Tule”, por esa preparación tan ardua y exigente. En especial a la Doc. Martha, por apoyarme y motivarme para continuar mis estudios en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Gracias a su formación, desarrolle la capacidad necesaria, para poder ser seleccionado por una gran institución como la UNAM.

A mi Alma Máter la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme la oportunidad de estudiar en sus aulas.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la UNAM por formarme como Médico Veterinario Zootecnista y darme todas las armas necesarias para ejercer mi profesión de forma ética y profesional.

A los profesores de la FMVZ, por su amistad, enseñanzas y consejos, no pude haber tenido mejores maestros. En especial al Dr. Andrés Ducoing Watty, por ser mi tutor durante la carrera, y decirme las palabras justas y precisar que un estudiante pudiera recibir, gracias a esas palabras pude tomar la decisión de culminar esta tesis.

Al Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) por darme la oportunidad de realizar mi servicio social y mi tesis de titulación.

A todos los académicos del CEIEGT, por su amistad, consejos y sobre todo sus comentarios en los seminarios, que me enriquecieron como ser humano y profesionista. En especial a la Dra. Lety, MC. Eliazar, MC. Livas y Dra. Rosy.

A mis Asesores, la Dra. Ivette Rubio Gutiérrez y el MVZ. Cristino Cruz Lazo, por dirigir esta tesis, brindarme siempre su apoyo y amistad, sus consejos me serán de mucha utilidad durante toda la vida.

A los Colaboradores del Proyecto PAPIIT IN226907, Dr. Epigmenio Castillo Gallegos, MC Hugo Pérez Ramírez, Dr. Manuel Corro Morales y MC Clara Murcia Mejía, por darme la oportunidad de formar parte del grupo de investigadores del CEIEGT y compartir conmigo todos sus conocimientos y enseñanzas.

A los trabajadores del Modulo de Producción Ovina: Don Braulio, MVZ Lucía del Rayo, Alejandro, Ángel y David, por su amistad, su ayuda y consejos. Y sobre todo porque junto con el Dr. Cristino y el Dr. Hugo me enseñaron el arte de criar borregos.

Al MPA Héctor Basurto Camberos, por haber permitido la utilización del analizador Ultrasónico de leche mediante el cual se pudieron analizar las muestras de calostro, parte esencial de esta tesis.

A los técnicos laboratoristas, Jorge Becerra López (el Popochas) y Don Hilario Guzmán Rodríguez, por sus consejos, compañía y por compartir sus experiencias conmigo.

A los miembros de mi jurado, José Ignacio Sánchez Gómez, Antonio Ismael Porras Almeraya y Sergio Carlos Ángeles Campos, por sus comentarios y contribuciones a este trabajo, gracias por sus consejos.

A mis hermanos de camada: Akuma, Carlos y Pepe, por ser mis amigos desde la infancia, apoyarme siempre para seguir adelante y sobre todo por escucharme cuando lo necesito.

A mis amigos de la facultad Julio, Toño, Karola, Mariema, Martha, Claudia, Jana, Brenda y Cesar, por su amistad, apoyo y todos los momentos inolvidables.

A todos los compañeros del Clarín: Richar, Chava, Puy, Chelita, Isis, Bety, Elia, Alex, Gaby, Izel, y sobre todo a las Ingenieras del Instituto Tecnológico de Tantoyuca, Paty, Susy y Yady. Sin ellas esta tesis no se hubiera podido realizar. Gracias por su amistad.

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) través del proyecto número IN226907, por el financiamiento y la beca para realizar ésta investigación.

## CONTENIDO

<b>CAPÍTULOS</b>	<b>Página</b>
RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. HIPÓTESIS	6
3. OBJETIVOS	6
4. REVISIÓN DE LITERATURA	7
4.1 Situación de la ovinocultura en México	7
4.2 Importancia de la nutrición de la oveja gestante en la mortalidad perinatal	8
4.3 Último tercio de gestación en la oveja	11
4.3.1 Crecimiento y desarrollo fetal	11
4.3.2 Aparato Digestivo	11
4.3.3 Glándula mamaria	12
4.3.4 Endocrinología de la gestación	12
4.3.5 Necesidades nutricionales	15
4.3.6 Toxemia de la preñez	17
4.4 Parto	18
4.4.1 Mecanismo endocrino al inicio del parto en la oveja	18
4.4.2 Etapas del parto	21
4.4.2.1 Preparación	21
4.4.2.2 Expulsión del feto	21
4.4.2.3 Expulsión de membranas fetales e involución uterina	22
4.4.3 Comportamiento de la oveja durante el parto	22
4.5 Calostro	23
4.5.1 Desarrollo de la glándula mamaria (Mamogénesis)	23
4.5.1.1 Desarrollo durante la gestación	24
4.5.2 Secreción de leche (Lactogénesis)	24
4.5.2.1 Fase I	25
4.5.2.2 Fase II	26
4.5.3 Importancia del calostro para el cordero	27
4.6 Cordero neonato	29
4.7 Oveja lactante	30
4.7.1 Galactopoyesis	30
4.7.2 Nutrición y Alimentación de la oveja durante la lactancia	31
4.8 Cordero Lactante	32
4.8.1 Nutrición y alimentación	32
4.8.2 “Creep feeding”	33
4.9 Alimentos con mayor densidad energética	34
4.9.1 Granos de cereales	34
4.9.1.1 Maíz	35
4.9.1.1.1 Estructura del grano de maíz	35
4.9.1.1.2 Composición química de partes del grano	36
4.9.1.1.3 Composición química del maíz	37

4.9.1.1.3.1 Almidón	37
4.9.1.1.3.2 Proteína	37
4.9.1.2 Grano de Sorgo	38
4.9.2 Melaza	39
<b>5. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>41</b>
<b>6. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>42</b>
6.1 Ubicación	42
6.2 Manejo general del rebaño	42
6.3 Tratamientos	43
6.4 Diagnóstico de gestación	44
6.5 Alimentación	44
6.6 Complementación alimenticia	45
6.7 Dietas experimentales	45
6.8 Evaluación de la disponibilidad de forraje	46
6.9 Valor nutritivo del forraje	46
6.10 Identificación y pesaje de los corderos	46
6.11 Producción de calostro	46
6.12 Peso vivo y condición corporal de las ovejas	47
6.13 Variables de respuesta	47
a) En la oveja	47
b) En los corderos	47
6.14 Diseño experimental y análisis estadísticos	47
<b>7. RESULTADOS</b>	<b>49</b>
7.1 Ovejas paridas y crías nacidas	49
7.2 Promedio de peso, cambio de peso, condición corporal de las ovejas y peso de la camada al parto.	50
7.3 Producción de calostro	51
7.4 Composición de calostro	51
7.5 Promedio de peso, cambios de peso, condición corporal de las ovejas y peso de la camada al destete	52
7.6 Promedio de peso de los corderos al nacer	53
7.7 Promedio de peso de los corderos al destete y ganancia diaria de peso durante la lactancia	54
7.8 Mortalidad de los corderos durante la lactancia	54
7.9 Consumo de alimento de las ovejas	55
7.10 Consumo de alimento de los corderos	56
7.11 Disponibilidad de forraje	56
7.12 Valor nutritivo del forraje y del maíz	56
<b>8. DISCUSIÓN</b>	<b>57</b>
<b>9. CONCLUSIONES</b>	<b>62</b>
<b>10. RECOMENDACIONES</b>	<b>63</b>
<b>11. REFERENCIAS</b>	<b>64</b>



## 12. FIGURAS

Figura 1. Población de ovinos en México de 1996 a 2005	75
Figura 2. Distribución de la población ovina en México 2005	75
Figura 3. Consumo de alimento por cordero al día durante la lactancia	76
Figura 4. Efecto de la complementación con maíz quebrado antes del parto y durante la lactancia en la oveja sobre la tasa de mortalidad de sus corderos	76
Figura 5. Tendencia lineal entre la complementación con maíz quebrado antes del parto (preparto) y durante la lactancia (posparto) en la oveja sobre la tasa de mortalidad de sus corderos	77
Figura 6. Cantidad de MS disponible y necesaria para cubrir las necesidades de las ovejas en las diferentes etapas fisiológicas (Table 15-1. Nutrient Requirements of sheep, mature ewes and rams and yearlings maintenance and lactation, NRC 2006)	78

## 13. CUADROS

Cuadro 1. Distribución de los animales en los diferentes tratamientos	80
Cuadro 2. Promedio de peso, cambio de peso, condición corporal de las ovejas y peso de la camada al parto	81
Cuadro 3. Promedio de peso, cambio de peso y peso de la camada de las ovejas al parto ajustados por edad y tipo de gestación	82
Cuadro 4. Producción de calostro al parto, a las 6, 12 y 18 horas posparto	83
Cuadro 5. Composición de calostro del parto a las 18 horas de las ovejas alimentadas con los cinco tratamientos	84
Cuadro 6. Promedio de peso, cambio de peso, condición corporal de las ovejas durante la lactancia y el peso de la camada al destete	85
Cuadro 7. Promedio de peso, cambios de peso y condición corporal ajustados de las ovejas durante la lactancia	86
Cuadro 8. Promedio de peso al nacer, al destete y ganancia diaria de peso (gdp) de corderos procedentes de madres con diferentes estrategias de alimentación	87
Cuadro 9. Promedio de peso al nacer, al destete y ganancia diaria de peso (gdp) ajustados de corderos procedentes de madres con diferentes estrategias de alimentación	88
Cuadro 10. Materia seca disponibles & Materia seca necesaria para cubrir las necesidades en ovejas	89

## 14. ANEXOS

Anexo I. Bloqueo por peso, condición corporal, edad y número de fetos.	91
Anexo II. Análisis de $X^2$ antes del parto	92
Anexo III. Análisis de $X^2$ después del parto	93
Anexo IV. Consumo individual de alimento durante todo el experimento.	94
Anexo V. Valor nutritivo de la dieta	94
Anexo VI. Causas de mortalidad en corderos por tratamiento preparto de ovejas.	95
Anexo VII. Causas de mortalidad en corderos por tratamiento posparto de ovejas.	96

## RESUMEN

**Hochimi Eder Martínez Aranda.** Efecto de tres niveles de maíz quebrado sobre producción de calostro de ovejas Pelibuey y crecimiento lactantes (Asesores: MVZ. Ivette Rubio Gutiérrez y MVZ. Cristino Cruz Lazo).

El presente trabajo se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, ubicado en Tlapacoyan, Veracruz. El objetivo fue comparar la cantidad y composición de calostro producido por las ovejas así como sus pesos tanto al parto (PPO) y como al destete (PDO), y en los corderos, además de los pesos al nacer (PN) y al destete (PD), la ganancia de peso durante la lactancia (GDD) en función del nivel de complemento (maíz quebrado) proporcionado desde los 15 d antes del parto y durante la lactancia (70 d). Se utilizaron 72 ovejas Pelibuey asignadas a tres niveles de complemento ofrecidos antes del parto: Sólo pastoreo (F, n=12); 250 g de maíz quebrado (FM250, n=30); 650 g de maíz quebrado (FM650, n=30). En FM250 la mitad de las ovejas se mantuvo durante la lactancia con el mismo nivel de complemento (FM250-250) y a la mitad restante se incrementó el complemento a 650 g (FM250-650); en el grupo FM650, a la mitad de las ovejas se le redujo el complemento a 250 g (FM650-250) y la otra mitad continuó con los 650 g (FM650-650). La cantidad de calostro al parto fue menor ( $P<0.05$ ) en F ( $28\pm 7$  ml) con respecto a FM650 ( $87\pm 10$  ml), pero no ( $P>0.05$ ) con FM250 ( $69\pm 12$  ml). La concentración de lactosa fue superior ( $P<0.01$ ) en F ( $6.0\pm 1\%$ ) con respecto a FM250 ( $4.8\pm 0.04\%$ ) y FM650 ( $4.8\pm 0.04\%$ ), que fueron similares. Las medias de tratamientos para PPO, PDO, PN, PD y GDD fueron estadísticamente iguales ( $P>0.05$ ). Hubo una tendencia positiva del efecto de la complementación con maíz en ovejas gestantes y lactantes sobre la producción y calidad de calostro y sobrevivencia de corderos y condición corporal, pero no sobre el peso de la camada al nacer, al destete y la productividad de corderos por oveja.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una demanda creciente por los productos de origen animal, lo que ha ocasionado que se incluyan en los sistemas de producción diversas estrategias de alimentación, así como la adición de antibióticos, levaduras y hormonas en los alimentos los cuales pueden afectar la salud humana, por ello Martin *et al.*<sup>1</sup> proponen prácticas de alimentación dirigida o estratégica con la finalidad de mejorar la productividad y rentabilidad de la empresa ovina.

En los sistemas de producción pecuaria, la alimentación es un uno de los recursos más limitantes, y es considerado como el insumo que representa la mayor parte del costo de producción, por tal razón cuando se complementa la alimentación en los animales en pastoreo, se debe realizar de forma tal que se obtenga el máximo beneficio, en términos de productividad, por tal motivo, el suministro de alimento se debe realizar de manera estratégica en los periodos de máximos requerimientos como es el caso del último tercio de la gestación y durante la lactancia.<sup>2</sup>

En general en los rumiantes el nutrimento más limitante es la energía, puesto que a través de su ingestión en cantidades suficientes pueden sintetizar la proteína microbiana que es utilizada en gran medida para satisfacer sus requerimientos, siempre y cuando las raciones contengan una cierta cantidad de proteína verdadera. Por ejemplo, Robinson<sup>3</sup> indica que la ración debe contener al menos el 10.5% de proteína cruda para cubrir los requerimientos mínimos para una adecuada síntesis microbiana, mientras que Darrell *et al.*<sup>4</sup> indican que el requerimiento mínimo de proteína cruda es del 7%.

Cuando se suministra una complementación estratégica, elevada en energía en las últimas semanas de gestación, Banchemo *et al.*<sup>5,6</sup> informaron que se puede aumentar la producción de calostro y suponen que también se puede aumentar la supervivencia y el desarrollo postnatal.

En el último tercio de gestación ocurre entre el 70 y 85 % del crecimiento fetal<sup>7</sup>, por ello, aumentan gradualmente los requerimientos de energía y proteína en la oveja. Para satisfacer dichas demandas, la oveja necesita un aumento en la cantidad y calidad de la dieta, por otro lado, el consumo voluntario durante ésta etapa está restringido debido a que el espacio abdominal es ocupado tanto por el rumen, como por el o los fetos, razón por la que, las ovejas deben consumir alimento con mayor densidad energética, lo cual permite sintetizar una mayor cantidad de proteína microbiana, que es digerida en el abomaso y absorbida en el intestino delgado. La energía suministrada al animal es utilizada de manera eficiente, cuando se cubre el requerimiento mínimo de proteína cruda, que según McNeill *et al.*<sup>8</sup> es de 42 g de proteína cruda por cada Mcal de energía metabolizable suministrada.

En las regiones de clima tropical, los sistemas de producción están basados en libre pastoreo, situación difícil para las ovejas al final de la gestación y durante la lactancia, puedan cubrir sus requerimientos nutricionales para una eficiente producción.

Los forrajes tropicales por lo general presentan baja digestibilidad y menor contenido de proteína cruda en comparación con los forrajes de clima templado<sup>9</sup>, además en su composición química tienen un alto contenido de celulosa y hemicelulosa y poca glucosa disponible para su utilización, la gran cantidad de fibra hace que la velocidad de paso sea lenta en comparación con los granos, cuya composición principal son

almidones los cuales además de tener una alta digestibilidad, tienen una rápida velocidad de paso. Sin embargo, también el procesamiento al que son sometidos antes del suministro tiene gran importancia en una buena respuesta animal, de tal manera que cuando se suministran molidos (harinas), pueden presentarse problemas de acidosis<sup>10</sup>, por el contrario, los granos enteros pueden tener un proceso de digestión más lento que los granos quebrados<sup>5</sup>, y retrasar su velocidad de paso lo cual tiene importancia cuando se ingieren grandes cantidades, pero no cuando se suministra de manera estratégica.

Para cubrir las deficiencias nutricionales de los forrajes tropicales, se ha recurrido al uso de concentrados con mayor contenido de energía, con la finalidad de mejorar la alimentación de las ovejas en el último tercio de gestación. Sin embargo, si el tiempo de alimentación es extenso, se puede provocar un crecimiento excesivo del cordero y al término de la gestación, las ovejas pueden manifestar problemas de distocias.<sup>11</sup> Por esta razón, se han implementado alternativas como la complementación alimenticia en la última semana de gestación, utilizando dietas con alta concentración de almidones, tal como el maíz quebrado, grandes cantidades de almidones pueden pasar al intestino delgado y contribuir con cantidades significativas de glucosa al torrente sanguíneo y parte de esta glucosa puede ser capturada por la glándula mamaria y utilizada para aumentar el tejido glandular y con ello la cantidad de calostro y lactosa al parto, sin que aumente el tamaño del cordero.<sup>5,6,12</sup>

Está bien documentado que un adecuado suministro de calostro en las primeras horas de vida del cordero recién nacido tiene una mayor influencia en su supervivencia, ya que el calostro, es la fuente más importante de energía y la única fuente de inmunoglobulinas y agua<sup>13</sup>, además el suministro en cantidades adecuadas

inmediatamente después del nacimiento, permite que el cordero tenga una mayor capacidad para reconocer a su madre y, por lo tanto, el consumo suficiente de calostro contribuye al establecimiento temprano del vínculo madre-hijo.<sup>14</sup> Por ello es importante buscar la forma de aumentar la disponibilidad de calostro al momento del parto.

La complementación con maíz quebrado durante la última semana de gestación puede proveer a las ovejas de un sustrato de fácil disponibilidad de glucosa para la síntesis de la lactosa y producción de calostro. Por ejemplo, Banchemo *et al.*<sup>6</sup> informaron que el suministro de maíz quebrado incrementó la cantidad de calostro a más del doble y el contenido de lactosa fue 288% mayor que aquellas que consumieron una dieta a base de alfalfa y avena forrajera.

En un estudio previo realizado en el CEIEGT se comparó la complementación de maíz quebrado con concentrado y no se observaron diferencias estadísticas tanto en los pesos al nacer como al destete, tampoco se observó efecto en las ganancias de peso de los corderos o en los cambios de peso de las ovejas madres, ni en el reinicio de la actividad ovárica posparto.<sup>15</sup>

## **2. HIPÓTESIS**

En comparación con ovejas Pelibuey que no reciben maíz quebrado, aquellas complementadas con éste alimento al final de su gestación, presentan mayor producción de calostro y asimismo, cuando se les suministra durante la lactancia sus corderos lactantes ganan más peso, a la vez que la complementación antes del parto y durante la lactancia reduce la mortalidad de los corderos y mejora la condición corporal de la oveja al finalizar la lactancia.

## **3. OBJETIVOS**

1. Ver el efecto de la complementación a la oveja con 3 niveles de maíz quebrado (0, 250 y 600 g/oveja/día; 0, 0.625% y 1.625% de su peso vivo, respectivamente) durante las últimas dos semanas de gestación, sobre la producción de calostro y sus contenido de lactosa, del parto a las 18 hs posparto.
2. Ver el efecto de los mismos niveles de complemento suministrado a las ovejas en pastoreo, en las últimas dos semanas de gestación y durante la lactancia, sobre las ganancias de peso de los corderos así como la tasa de mortalidad de los mismos, además de los cambios de peso y condición corporal en las ovejas.



## 4. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 Situación de la ovinocultura en México

En lo que va de 1998 al 2005 a habido un aumento constante de la población de ovinos (Figura 1), situándose que para el 2005 según cifras preliminares había 7,207,406 cabezas<sup>16</sup>, las cuales se encuentran distribuidas principalmente en el centro del país (Estado de México e Hidalgo, con 17 y 12 %, respectivamente) zona sureste (Oaxaca y Veracruz con 7 % cada una) y San Luis Potosí (7%) (Figura 2).<sup>17</sup>

Se estimó que en el 2005 existió una disponibilidad per cápita de carne de ovino muy baja, apenas 800 gr/habitante/año, comparada con las demás especies (26.3, 15.5 y 15.3 Kg/habitante/año para pollo, bovino y cerdo, respectivamente).<sup>18</sup> Ese mismo año, el consumo nacional aparente de carne de ovino en México fue de 85,965.2 toneladas, de las cuales 46.2 % (39,736 toneladas) fueron de importación y solo 53.8% (46,299.2 toneladas) fue producida en el país.<sup>19</sup>

La carne de ovino no es de consumo frecuente en nuestro país debido a varias razones, en primer lugar es una carne que se consume solo los fines de semana, días festivos y ocasionalmente en algún evento familiar, en segundo lugar se consume en pocos platillos, como: Barbacoa, Birria, al pastor o a las brasas, estilo cabrito y en menor medida en cortes finos.<sup>20</sup> Otra limitante para su consumo es su alto costo pues en el mercado nacional, en el 2007, el kilogramo de carne borrego en canal llegó a los \$ 42.77, mientras que el precio por kg, de carne de bovino, porcino y pollo fue de \$ 30.9, \$ 25.68 y \$ 19.45, respectivamente.<sup>21</sup>

A pesar de la poca demanda de carne ovina en comparación con las demás especies, es necesario recurrir a la importación, pues la producción nacional no satisface esta demanda, por ejemplo en el año 2005 con una población de 7,207,406 cabezas, solo se produjo 53.8% del consumo nacional. Los principales estados proveedores de carne de ovino en canal en el mercado nacional fueron Estado de México, Hidalgo y Veracruz con 7,434, 5,579 y 5,140 toneladas, ni Oaxaca, ni San Luis Potosí figuran como estados productores de carne en canal a pesar de tener una población muy numerosa, su lugar lo ocupan los estados de Puebla con 2,936 ton y Zacatecas con 2,563 ton.<sup>22</sup>

## **4.2 Importancia de la nutrición de la oveja gestante en la mortalidad perinatal**

Alegre *et al.*<sup>23</sup> indican que existen tres factores que inciden en la mortalidad perinatal: los factores que depende de la madre, los factores que dependen del cordero y los factores ambientales.

El estado nutricional de la oveja se encuentra estrechamente ligado a los factores que dependen de la madre, en condiciones extensivas, los ovinos se alimentan únicamente con gramas nativas en potreros para su subsistencia, es de esperar que el animal este sujeto a períodos de subnutrición, esto dependerá de la época del año, la edad y la etapa fisiológica del animal. Se ha demostrado que el peso y la condición corporal son indicadores del nivel nutricional e inciden en la eficiencia reproductiva. La desnutrición durante el último tercio de de gestación es crítica y puede provocar: disminución en el peso de los corderos al nacer, acortamiento del período de

gestación hasta 5 o 6 días con la consiguiente disminución en el peso, desarrollo y madurez del (o los) cordero(s). Además, puede afectar el desarrollo de la ubre, lo cual incide de manera directa sobre la producción de calostro y leche, y modificar el instinto maternal para evitar el abandono de los corderos. Las ovejas débiles son más susceptibles a extenuarse durante el parto, esto retarda la primera toma de calostro del cordero porque ambas necesitan más tiempo para levantarse y establecer el vínculo madre-hijo.<sup>23</sup>

Cuando se consideran los factores que dependen del cordero el peso al nacimiento y la alimentación prenatal de la oveja son los factores más importantes que inciden en la sobrevivencia y posterior desarrollo, como ya se menciono la deficiente alimentación de la borrega gestante puede dar lugar a corderos que presenten un desarrollo, peso y madurez inferiores, en consecuencia una relación superficie-peso corporal mayor, lo que favorece la perdida de calor, corderos de bajo peso se caracterizan por tener menores reservas grasas para metabolizar, situación que favorece una menor capacidad para producir calor y una menor resistencia al ayuno, ocasiona un creciente aletargamiento y falta de vitalidad para localizar e identificar la ubre de la madre.<sup>23</sup>

Dentro de los factores que dependen del ambiente, la combinación de, la temperatura, el viento y la lluvia, adquieren trascendencia. En este sentido, la sensación térmica explica en mayor medida la pérdida de calor por parte de los corderos, dado que el viento magnifica las diferencias de temperatura entre el ambiente y los recién nacidos. Nava *et al.*<sup>24</sup> concluyeron que la época de lluvias representa un importante factor de riesgo para la ocurrencia de enfermedades que

evolucionan hacia la muerte de los ovinos en todas sus etapas productivas, la neumonía y las afecciones generalizadas son las principales causas de muerte, presentándose con mayor frecuencia durante las lluvias, los grupos productivos más vulnerables son los corderos y las reproductoras.

Manazza<sup>25</sup> propone algunas herramientas tecnológicas disponibles para reducir las pérdidas de corderos:

- Prevenir situaciones de riesgo y ubicar los rebaños a sitios más seguros.
- Para evitar la muerte por inanición de los corderos se puede recurrir a varias soluciones: Manejar la condición corporal de las madre durante el último tercio de gestación (grado 3 de puntuación), esto mejorará el comportamiento de la oveja, la producción de calostro y el vigor del cordero al parto, se recomienda no rebasar la condición de las ovejas de 4 grados de puntuación, por que se pueden presentar distocias y toxemia de la preñez. La complementación estratégica con granos de maíz o cebada durante las dos últimas semanas de gestación duplicará o triplicará la producción de calostro. A su vez es menos viscoso, lo que permite al cordero mamarlo más fácilmente. El diagnóstico de gestación por ecografía, realizado entre los 70 y 80 días de iniciado el servicio (segundo tercio de gestación) es una herramienta práctica y segura para detectar con tiempo las ovejas que tendrán partos dobles. Permitiendo darles un cuidado y manejo nutricional preferente.

### **4.3 Último tercio de gestación en la oveja**

La gestación normal en las ovejas dura 149 días, con variaciones de  $\pm 4$  días, esto dependerá de la raza, el tamaño de camada y el número de parto. A continuación se describirán los procesos más importantes de esta etapa enfocándose en el último tercio de gestación. Se sabe que la preparación adecuada antes del parto incrementa la tasa de supervivencia de los corderos recién nacidos.<sup>26</sup>

#### **4.3.1 Crecimiento y desarrollo fetal**

El feto tiene una ganancia equivalente al 85, 50 y 25% de su peso al nacer, en las últimas 8, 4 y 2 semanas de gestación respectivamente.<sup>3</sup> El crecimiento fetal puede disminuir de un 30 a 40 % en tres días debido a una restricción severa y repentina en el consumo de alimento al inicio del último tercio de gestación, inclusive puede provocar el cese del crecimiento total.<sup>27</sup> Después de 16 días de severa desnutrición los efectos son irreversibles, ya que es cuando se empiezan a reducir los niveles de glucosa hasta en un 50% y ya existe un efecto en la tasa normal de crecimiento fetal.<sup>28</sup>

#### **4.3.2 Aparato Digestivo**

La capacidad gastrointestinal se reduce debido al crecimiento fetal al final de la gestación (últimas cuatro semanas), por lo tanto la cantidad de alimento ingerido se reduce y no alcanza a cubrir los requerimientos de la oveja gestante.<sup>29</sup> Lo que puede traer consecuencias fatales debido a la utilización de reservas de grasa de manera excesiva, en ovejas de gestación múltiple esto puede traer problemas como toxemia

de la preñez.<sup>30</sup> Por lo que es recomendable que en las últimas 8 semanas de gestación, las ovejas incrementen su peso alrededor de 10% si tienen una gestación simple y de 18% si están gestando 2 corderos.<sup>30</sup> Para ello es recomendable suministrar alimentos con mayor densidad energética y mayor concentración de proteína.<sup>28</sup>

### **4.3.3 Glándula mamaria**

En las últimas 8 semanas de gestación se desarrolla 95% del tejido secretor de la glándula mamaria<sup>31</sup>, como se sabe dicho tejido se encarga de la producción de calostro en los días previos al parto, para que esta secreción esté disponible inmediatamente después del parto, para alimentar y proteger al recién nacido. Una desnutrición, al final de la gestación dependiendo de su severidad, puede reducir la producción de calostro y su tasa de secreción en las primeras horas posparto, hasta retrasar el inicio de la lactancia.<sup>32-34</sup>

### **4.3.4 Endocrinología de la gestación**

Durante la gestación todas las especies dependen de estrógenos y progesterona. Los estrógenos brindaran las condiciones necesarias para el transporte de espermatozoides al sitio de fertilización, posteriormente, la progesterona servirá para restablecer el medio ambiente uterino adecuado para el bienestar del feto hasta el momento del parto. Durante la gestación la progesterona producida en un principio por el cuerpo lúteo y posteriormente por la placenta en la oveja, es la encargada de mantener cerrado el cérvix y ocasionará que las glándulas endometriales entren en fase secretora. El cuerpo lúteo ovárico es el encargado de mantener la gestación

hasta el día 55 en la oveja, después de este periodo la unidad feto-placentaria de la madre es la encargada de producir la progesterona extra lútea, para mantener la gestación hasta el momento del parto. El estradiol  $17\beta$  es el principal estrógeno en los mamíferos, su principal fuente durante la gestación es la placenta y al final de la gestación los ovarios están preparados para secretarlos. Algunas funciones de los estrógenos son: aumentar la multiplicación de células epiteliales uterinas, hipertrofian la musculatura lisa uterina y facilitan deposición de glicógeno en la musculatura lisa uterina y los vasos sanguíneos. Otras funciones menos específicas están relacionadas con el desarrollo uterino y fetal, principalmente para la satisfacción de las demandas energéticas crecientes.<sup>35</sup>

Para que la progesterona actúe en el endometrio y en la glándula mamaria, necesita la acción previa de los estrógenos, los cuales producirán el desarrollo de las glándulas endometriales. Asimismo, tienden a inhibir las contracciones del miometrio. Para que la glándula mamaria desarrolle una condición adecuada necesita del efecto de la progesterona.<sup>35</sup>

Otra hormona que produce el cuerpo lúteo durante la gestación es la relaxina, la cual aumenta su concentración en la corriente sanguínea antes del parto, para facilitar las modificaciones de las estructuras óseas y cartilaginosas de la hembra durante el trabajo de parto.<sup>35</sup>

Las hormonas de la hipófisis son importantes en la manutención de la gestación y el inicio de la lactancia. La hormona luteinizante (LH) actúan como factor luteotrópico

para garantizar la presencia de la progesterona, y la hormona folículo estimulante (FSH) mantiene el desarrollo folicular en el periodo de gestación.<sup>35</sup>

Se sabe que las células bi-nucleadas de la placenta produce una hormona polipeptídica (químicamente similar a la prolactina) conocida como lactógeno placentario (LP), tiene un efecto similar a la hormona del crecimiento, por lo tanto promueve el crecimiento del feto. Debido a que el LP es transferido a la circulación materna estimula la lactogénesis de la glándula mamaria, en el caso de la oveja este efecto es más potente que la actividad de la somatotropina. Existe la hipótesis de que el padre puede tener un efecto sobre el grado en el que el feto puede producir de LP, un aumento en la secreción PL promueve una mayor estimulación de la glándula mamaria, y por tanto, una elevación en la producción de leche. Esta teoría sugiere que podría ser posible que al influir la línea paterna en el aumento de las concentraciones de PL, estimula también una mayor producción de leche en la madre.<sup>36,37</sup> Aun que se ha documentado en ovinos que la línea genética del macho no tiene influencia en la producción de calostro.<sup>38</sup>

El LP actúa manteniendo el suministro constante de glucosa, estimulando la lipólisis materna por manipulación de las concentraciones y la sensibilidad materna a la insulina. También aumenta el flujo de aminoácidos hacia el feto. El LP se detecta en el suero de la hembra preñada hasta el último tercio de gestación, principalmente en la oveja y la vaca. En ovejas se puede detectar entre la semana 16 y 20 de gestación, aunque es producida desde los 14 y 16 días de gestación.<sup>37,39</sup>



### 4.3.5 Necesidades nutricionales

Las ovejas generalmente son alimentadas en condiciones de pastoreo, pues su alimentación en confinamiento, sólo podría justificarse cuando la empresa está dedicada a la producción y venta de pie de cría y la mayor parte de los animales se vende a precios elevados. Las necesidades nutricias de las ovejas varían a lo largo de año y es muy difícil que coincidan con la época de abundancia de forraje.

Los periodos productivos en los que se debe de prestar mayor atención corresponden al pre-empadre, empadre, último tercio de gestación y lactancia, pero son en estas dos últimas etapas, donde el efecto mayor es el índice de crecimiento y por lo tanto la producción de los corderos. El consumo de energía es considerado como el principal nutriente limitante, que influye en la productividad de los animales<sup>11</sup>, ya que el aporte proteico, necesaria para mantener las principales funciones corporales, se obtiene de la energía utilizada por la población de microorganismos del rumen, que luego pasa al abomaso e intestino delgado, donde son digeridos y forman parte de la proteína verdadera que la oveja requiere para satisfacer las necesidades de este nutrimento. Por esta razón la oveja requiere consumir grandes cantidades de energía en forma de forrajes o granos, y la proporción de proteína necesaria para un óptimo funcionamiento de los microorganismos del rumen. El NRC<sup>11</sup> menciona que las necesidades de energía para las ovejas al final de las gestación se predicen por medio de una formula obtenida del método CNCPS-S (Sistema Cornell de Carbohidratos y Proteínas Netas), este método es más preciso debido a que toma en cuenta los días de gestación (T) y el peso de la camada (LBW).

$$\text{MEpreg (Mcal/d)} = (36.9644 \times e^{-11.465 \times e^{-0.00643 \times T}} - 0.00643 \times T) \times (\text{LBW}/4) / 0.133$$

El modelo CNCPS-S fue desarrollado para predecir los requerimientos en ovinos por Cannas *et al.*<sup>40</sup>

En las últimas 6 semanas de gestación una oveja necesita de 1.5 a 2 veces la cantidad de alimento que normalmente necesita una oveja para mantenimiento, cuando la oveja esté gestando 1 o 2 crías respectivamente.<sup>41</sup> Si esta necesidad se expresa en términos de energía neta, la cantidad de energía requerida para mantenimiento, equivale a 56Kcal/Kg de PV<sup>0.75</sup>, el tamaño metabólico es el peso en kilogramos elevado a la 0.75 (PV<sup>0.75</sup>), se fundamenta en que la producción de calor es proporcional a la superficie corporal, más que al peso, o sea que en animales de diferente masa, la tasa de metabolismo basal es proporcional a su área y no a su masa.<sup>10</sup>

En lo que se refiere a proteína, Robinson<sup>42</sup> indicó que la ración base para mantenimiento debía tener un mínimo de 42g/PC/Mcal/EM para satisfacer los requerimientos de los microorganismos del rumen. Ocak *et al.*<sup>43</sup> informó que el exceso de proteína cruda al final de la gestación incrementó el peso al nacimiento de los corderos, pero también aumentaron los partos con distocia y disminuyó la producción de calostro y la supervivencia de los corderos.

A pesar de que se recomienda complementar con fuentes de proteína de baja degradabilidad en el rumen (ej. Harina de pescado) cuando hay un escaso consumo de energía, debido a que se reduce la síntesis de proteína microbiana, esta

complementación no tiene ningún efecto en la producción de calostro y en el rendimiento de los corderos.<sup>44,45</sup>

De manera práctica Shimada<sup>10</sup> recomienda que cuando los animales se mantengan en condiciones de agostadero se debe de proporcionar 500 g diarios de grano por borrega gestante, o cambiar a los animales a praderas mixtas de excelente calidad, donde el complemento solo se dará en los casos de mayor densidad de población.

#### **4.3.6 Toxemia de la preñez**

La toxemia de la preñez se manifiesta en la última parte de la gestación. La glucosa sanguínea en rumiantes es de sólo 50 mg /100 ml de sangre, cuando se reduce su nivel a la mitad, el organismo emplea cantidades excesivas de grasa corporal como fuente de energía, las ovejas más susceptibles son las que tienen partos gemelares, pues la demanda diaria de glucosa es de 70 a 80 g por feto.<sup>10</sup> La toxemia de la preñez se considera como un signo de gluconeogénesis patológica; al aumentar los requerimientos de glucosa y no suministrar una dieta que cumpla con estos requerimientos, el organismo emplea cantidades excesivas de grasa corporal como fuente de energía. Al iniciarse el proceso de desdoblamiento del tejido adiposo, se liberan ácidos grasos (ácido acetoacético y ácido betahidroxibutírico) en el plasma sanguíneo que al llegar al hígado se metabolizan a cuerpos cetónicos (Beta-hidroxibutirato, Acetoacetato y Acetona) estos se liberan al torrente sanguíneo donde se acumulan causando una cetosis, con la consiguiente reducción en el poder de transporte de dióxido de carbono. Según la gravedad del problema, los animales

presentan acetonemia, acetonuria, acidosis, hipoglucemia, entran en estado de coma y mueren.<sup>10</sup>

La terapia para este padecimiento se puede implementar en dos sentidos: por vía parenteral se puede aplicar ACTH, glucocorticoides, insulina, glucosa, glicerol, ácido nicótico. Por vía oral se puede proporcionar glucosa, glicerol, propilenglicol, aminoácidos glucogénicos. Además, es importante formular correctamente la dieta de las ovejas en el último tercio de gestación, para cubrir sus necesidades de energía, para esto se puede aumentar la cantidad de almidones o azúcares en la dieta.<sup>10</sup>

#### **4.4 Parto**

El parto abarca los diferentes procesos fisiológicos por los cuales el útero expulsa su(s) productos(s) de concepción en el momento adecuado. Para desencadenar el mecanismo del parto es necesario que ocurra una serie de cambios tanto en la madre como en el feto. Estos son básicamente eventos endocrinos que desencadenan a su vez transformaciones de tipo morfológico.<sup>46</sup>

##### **4.4.1 Mecanismo endocrino al inicio del parto en la oveja**

Un parto normal debe de coincidir con el mayor grado de maduración del feto y con una habilidad para sobrevivir fuera del útero.

El feto desencadena el proceso de parto, en este sentido existen dos teorías sobre el desencadenamiento del proceso, la primera menciona un mecanismo fetal neuroendocrino, y la segunda, plantea que tal vez esté sistema responde a estímulos

externos. En la primera hipótesis, quizás el desarrollo de sinapsis críticas dentro del núcleo hipotalámico paraventricular del feto permite un aumento en la función neuroendócrina del feto que a su vez altera la síntesis de esteroides fetales e inician el proceso. En la segunda teoría, el aumento de la actividad neuroendócrina fetal, en presencia crítica del feto, puede ser el resultado de estímulos como hormonas placentarias o aumento del estrés fetal [cambios en los gases sanguíneos fetales (presión parcial de CO<sub>2</sub> y presión parcial de O<sub>2</sub>), glucosa o presión sanguínea].<sup>46</sup>

El Eje Hipotálamo – Pituitario – Adrenal (HPA) fetal responde a varios tipos de estrés (hemorragias, hipotensión arterial, hipoxia, hipercapnia, asfixia). La hormona adrenocorticotropica (ACTH) aumenta de actividad en respuesta a estos estímulos.<sup>46</sup>

Para que el parto continúe necesita de las contracciones uterinas para poder expulsar al feto, una hipótesis para explicar esto, implica un cambio espontáneo de la secreción de estrógenos y progesterona al final de la gestación., de acuerdo con esta teoría la actividad del miometrio uterino está influenciada por la producción placentaria de estas hormonas. Las altas concentraciones de progesterona, durante la gestación, mantienen inactivo al útero por hiperpolarización de las células miometriales. Al final del periodo gestacional existe un aumento en la producción de estrógenos que produce una relativa depolarización de las células miometriales, lo que hace aumentar su actividad.<sup>46</sup>

En la oveja, el parto se inicia por un aumento espontáneo en la actividad del eje HPA, debido a un aumento en el contenido hipotalámico de hormona liberadora de corticotropina. Durante las 2 a 3 semanas del desarrollo intrauterino, las adrenales

fetales aumentan de tamaño y la sensibilidad tisular a la ACTH aumenta. El cortisol fetal actúa en la placenta para inducir la secreción de la enzima  $17_{2\alpha}$  – hidroxilasa para que disminuya la progesterona plasmática y se incrementen las concentraciones de estrógeno. El aumento de la relación estrógenos: progesterona incrementa la sensibilidad de las prostaglandinas ( $PGF_{2\alpha}$  y  $PGF_2$ ) y de la oxitocina.<sup>46,47</sup>

La relaxina, que se produce principalmente en el cuerpo lúteo (CL), tiene como función principal provocar el relajamiento la sínfisis pubiana, y los ligamentos pélvicos.<sup>44</sup>

Las prostaglandinas son importantes durante el inicio del parto y sobre todo en el control de las contracciones miométriales. Los niveles de oxitocina se elevan en el momento que la cabeza del feto emerge por la vulva y cuando las membranas fetales son expulsadas. Es posible que la oxitocina tenga una función menor en el inicio de las contracciones uterinas. La principal liberación de esta hormona ocurre por la estimulación de receptores sensitivos en la vagina anterior y el cérvix.<sup>36,46,47</sup>

## **4.4.2 Etapas del parto**

El parto se divide en tres etapas:

### **4.4.2.1 Preparación**

Esta etapa abarca el tiempo necesario para la presentación del feto en el canal materno y la dilatación del cérvix. La presentación del feto se debe a contracciones uterinas de ligera intensidad, movimientos de la madre y movimientos del feto. La dilatación del cérvix se produce por efecto hormonal, principalmente de estrógenos, esta dilatación comienza en el extremo vaginal. La presión que ejerce el feto y sus membranas una vez colocados en el canal del parto, complementan el proceso. La dilatación del cérvix se debe más a cambios en las características físicas de la colágena cervical, a este proceso se le conoce como maduración del cérvix. Unas cuantas horas antes que inicien las contracciones del trabajo de parto, el cérvix se reblandece, se vuelve más suave y poco a poco se va dilatando. En ovejas esta etapa de preparación dura de 2 a 6 horas.<sup>36,46,47</sup>

### **4.4.2.2 Expulsión del feto**

Esta fase se debe a dos tipos de presión:

- a) Contracciones uterinas de gran intensidad y frecuencia.
- b) Presión abdominal, con cierre de la epiglotis. Esta etapa se denomina comúnmente labor.

La expulsión del feto dura aproximadamente de 30 a 120 minutos.

#### **4.4.2.3 Expulsión de membranas fetales e involución uterina**

En la oveja las membranas fetales del primer producto se expulsan juntos, en caso de gestación múltiple, son expulsadas generalmente antes del segundo o tercer producto, puede ser normal que la última placenta la expulse en un lapso de 5 a 8 horas. La involución uterina es entre de 4 a 5 semanas.<sup>36,46,47</sup>

#### **4.4.3 Comportamiento de la oveja durante el parto**

El comportamiento de la oveja cuando se acerca el parto disminuye su actividad, deja de comer, intenta robar sus corderos a otras ovejas. El desarrollo mamario es tardío y se presenta 1 o 2 días preparto. En las últimas horas antes del parto la oveja manifiesta inquietud, se separa del resto de rebaño y comienza a postrarse y a levantarse con frecuencia, acompañado de micciones muy seguidas y raseados del suelo. La oveja pare en posición esternal, pero conforme comienza el trabajo de parto, levanta la cabeza al realizar esfuerzo y las membranas placentarias asoman por la vulva. Un parto normal termina en 30 o 45 minutos. Si la gestación es gemelar, ambos nacen con 10 o 20 minutos de diferencia.<sup>25</sup>

La oveja lame mucho a sus corderos; si no lo hiciera, puede representar una manifestación del futuro abandono de la cría. Cuando la oveja pare gemelos, el cordero que nace primero puede alejarse un poco de ella y luego ser rechazado por su propia madre.<sup>26,46</sup>



La presentación normal es cuando la cabeza del cordero se encuentra en medio de las patas delanteras y orientadas hacia el arco pélvico, de modo que estas son las que aparecen primero.<sup>26</sup>

Si al nacer el cordero no respira, se debe de estimular la respiración oprimiéndole las patas delanteras vigorosamente. A veces se necesita tomarlo por las patas traseras y sostenerlos al aire para drenar líquidos y mucosidades de la boca y la garganta.<sup>26</sup>

Después del parto la oveja se debe mantener en observación durante 20 a 30 minutos, ya que es probable que en partos gemelos o múltiples, las membranas secundarias se arrojan espontáneamente 30 a 60 minutos después del parto.<sup>26</sup>

Los partos difíciles son más comunes entre las ovejas gordas y las de primer parto. Las ovejas que ya parieron una o dos veces son las que tienen menos dificultades.<sup>26</sup>

Cuando el cordero es de peso considerable es necesario que se jale de las patas del cordero hacia abajo, en dirección de los corvejones, en coordinación cuando la oveja se esfuerza por expulsarlo.<sup>26</sup>

## **4.5 Calostro**

### **4.5.1 Desarrollo de la glándula mamaria (Mamogénesis)**

La mamogénesis o desarrollo de la glándula mamaria, se lleva a cabo en dos fases: una prenatal o embrionaria, y otra posnatal, que abarca el desarrollo desde el nacimiento hasta la edad adulta.<sup>48,49</sup>

#### **4.5.1.1 Desarrollo durante la gestación**

Durante la gestación se lleva a cabo el desarrollo final del tejido mamario, el desarrollo alveolar completo en la madre ocurre durante el último tercio de gestación. Hay un aumento sustancial en el número de células epiteliales en la glándula mamaria, además estas células también completan su diferenciación. Los alveolos terminales comienzan a crecer en racimos llamados lóbulos. Las estructuras lóbulo-alveolo pueden llegar a representar 90% de la masa celular de la glándula mamaria al parto. El desarrollo mamario en la gestación se produce en respuesta a las hormonas esteroides (estrógenos y progesterona más corticoides adrenales) en sinergia con prolactina, hormona del crecimiento, y en el caso de algunas especies, como los ovinos, lactógeno placentario. La prolactina, hormonas corticoides adrenales y lactógeno placentario son importantes al permitir la síntesis de leche por parte del epitelio mamario. Todas ellas se incrementan justo antes de la hora del parto. La inducción del parto coincide con la capacidad de la glándula para sintetizar leche, para que al momento del nacimiento el neonato tenga acceso inmediato a la leche.<sup>48,49</sup>

#### **4.5.2 Secreción de leche (Lactogénesis)**

A la capacidad que adquiere la glándula mamaria para producir leche se le conoce como lactogénesis.<sup>50</sup> Dicho proceso se puede dividir en dos fases. En la fase I, se lleva a cabo una delimitación estructural y una diferenciación funcional del epitelio secretor durante el último tercio de gestación. La fase II implica la terminación de la

diferenciación celular durante el período alrededor de parto coincidiendo con la síntesis y secreción copiosa de leche.<sup>50</sup>

#### **4.5.2.1 Fase I**

En esta etapa se lleva a cabo una diferenciación citológico-enzimática. Las células epiteliales del alveolo en estado de secreción antes del parto presentan un núcleo de apariencia irregular, poco desarrollo del retículo endoplasmático y un aparato de golgi poco notorio, pequeñas microvacuolas del en el área apical y escasas gotitas de grasa, poco antes del parto se incrementa el retículo endoplasmático y el aparato de Golgi, hay un aumento notorio en el número de mitocondrias, se observa la presencia de vesículas de caseína, aumenta la grasa citoplasmática, hay liberación de estos compuestos al lumen del alvéolo. El núcleo se moviliza hacia la porción basal de la célula, la cual se polariza permitiendo la generación de respuestas a partir de este momento. Desde el punto de vista enzimático consisten en un aumento de la acetil CoA, síntesis de ácidos grasos y enzimas que aumentan la asimilación de aminoácidos, glucosa y otros sustratos. En este periodo aparece la alfa albúminalactosa presente hasta el periparto, pero la síntesis de lactosa solo se lleva a cabo en el periodo de lactogénesis II. La grasa de la leche se acumula en las células y el alvéolo en los días previos al parto, la caseína y la beta lactoalbúmina son sintetizadas en este periodo.<sup>50</sup>

Las hormonas que más influyen en este periodo son: la prolactina, la hormona del crecimiento, el lactógeno placentario, los glucocorticoides y la insulina.<sup>50</sup>

Durante la fase final de la gestación el alvéolo acumula en el lumen: descamación de células, leucocitos, formas globulares de grasa y algo de proteínas. Esta secreción taponan los ductos intraalveolares y es la succión al inicio del amamantamiento la que los remueve en forma mecánica.<sup>50</sup>

#### **4.5.2.2 Fase II**

Este periodo comprende la secreción de todos los constituyentes de la leche a partir de los últimos cuatro días antes del parto y se prolonga por unos días posparto. Se caracteriza por una secreción copiosa de calostro y leche normal.<sup>50</sup>

Para formar la lactosa en la glándula mamaria, la molécula de glucosa debe ser fosforilada formándose la glucosa 6 fosforada que se convertirá a glucosa 1 fosfato (Glucosa 1P), misma que se une a uridintrifosfato galactosa (UDP Galactosa); éste se une a la glucosa libre y da lactosa con la liberación de uridintrifosfato. La última etapa de la síntesis de lactosa se cataliza por la lactosa sintetasa que se compone de dos moléculas proteicas (A y B), siendo la B la alfa lactoalbumina. Ambas moléculas deben unirse para la producción de enzima activa.<sup>51</sup>

La alfa lactoalbumina mRNA es trasladada del núcleo al retículo endoplásmico del lactocito, para la síntesis de alfa lactoalbumina que al interactuar con la galactosiltransferasa, en el aparato de Golgi, da origen a lactosa. La síntesis de lactosa se acompaña con el transporte de agua en forma osmótica hacia el aparato de Golgi y las vesículas secretoras, permitiendo la síntesis de diversos componentes y la secreción de cantidades considerables de leche. La aparición de alfa

lactoalbumina en el tejido mamario se considera como indicador de la lactogénesis. La lactogénesis se continúa con el mantenimiento de la lactación o galactopoiesis.<sup>50</sup>

En parte el inicio de la secreción láctea se debe a hormonas de la hipófisis anterior. La prolactina por sí sola no inicia la secreción, y la combinación con Hormona del crecimiento (HST), prolactina y cortisol son necesarias. También son necesarias para la secreción láctea otras hormonas como son la insulina y hormonas tiroideas y paratiroides.<sup>51</sup>

Al final de la gestación, la glándula mamaria se encuentra en condiciones adecuadas para la producción láctea, pero hasta el momento del parto se acumula el calostro.<sup>51</sup>

#### **4.5.3 Importancia del calostro para el cordero**

La secreción que se acumula en la glándula mamaria durante las últimas semanas de gestación y de 2 a 3 días después del parto se le llama calostro.<sup>52</sup> Esta secreción es importante para la supervivencia del recién nacido, ya que es la única fuente de alimento del neonato. Contiene una gran cantidad de inmunoglobulinas (anticuerpos), nutrientes (Vitamina A, lípidos, proteínas, *caseínas* y *albúmina*, y lactosa), enzimas (lisozimas, lactoferrina y el sistema lactoperoxidasa), hormonas, factores de crecimiento y péptidos neuroendocrinos.<sup>53</sup> Las inmunoglobulinas proporcionan inmunidad pasiva, ya que al ser ingeridas por el neonato son transportadas sin ninguna modificación al interior de las células de la mucosa intestinal. La placenta que se desarrolla en la oveja es de tipo epiteliocorial, por lo tanto las inmunoglobulinas maternas no pueden atravesar la placenta, razón por la cual es importante la ingestión de calostro inmediatamente después del nacimiento, pues por

medio de su ingestión proporciona las inmunoglobulinas necesarias para proteger al recién nacido de diversas enfermedades.<sup>36</sup> El calostro es producido durante un periodo de 2 o 3 días. Posteriormente, la composición química de la leche se mantiene relativamente constante durante todo el periodo de lactancia.<sup>49</sup>

Desde el punto de vista inmunológico, el calostro es rico en IgG e IgA, aunque también contiene cantidades importantes de IgM e IgE. La cantidad de inmunoglobulinas en la mayoría de los animales domésticos, llegan a representar entre 65 y 95% del total de anticuerpos. La cantidad de inmunoglobulinas ingeridas por el cordero está directamente relacionada con la producción de calostro, esto es, a mayor volumen de calostro mayor cantidad de inmunoglobulinas.<sup>52</sup>

Hadjipanaiotou evaluó la composición química de la leche y calostro de rumiantes domésticos (oveja, cabra y vaca). Las muestras de calostro colectadas inmediatamente después del parto, en ovejas de la raza Quíos y cabras Damasco, mostraron que el contenido de lactosa fue mínimo en el primer muestreo, pero aumentó de manera constante al transcurrir el tiempo.<sup>54</sup> En términos generales el calostro contiene aproximadamente 7% de grasa, el 4% de caseína, 5% lactosa y 82% de agua y dispone de aproximadamente 2 Kcal de energía por ml.<sup>53</sup>

Además de brindar inmunidad pasiva, el calostro también provee la energía necesaria para regular la temperatura del cordero y mantenerlo caliente, además sirve como laxante para expulsar el meconio (primer excremento en la vida del cordero) por ello es importante que el cordero reciba al menos una cantidad equivalente al 10% de su peso vivo durante las primeras 24 horas de vida, 5% de su

peso en calostro lo debe de recibir entre las 4 y las 8 horas después del nacimiento. Razón por la cual se les debe suministrar entre 60 y 120 g de calostro en intervalos de 3 o 4 h.<sup>55</sup> Los neonatos poseen un tiempo limitado de 24 a 36 horas para que las inmunoglobulinas puedan ser adsorbidas en el intestino.<sup>56</sup>

La ingestión de grandes cantidades de calostro también puede facilitar una pronta vinculación entre la madre y el cordero, aunque este es independiente del aporte calórico o nutricional del calostro.<sup>53</sup>

#### **4.6 Cordero neonato**

Las primeras horas después del parto son críticas para asegurar la supervivencia de los corderos recién nacidos y las madres. Los corderos deben de enfrentar la transición de un ambiente uterino cálido y húmedo a un mundo exterior adverso, por ello se debe de contrarrestar la excesiva pérdida de calor. Durante los primeros 15 minutos de vida, la temperatura del cordero disminuye entre 1 a 2 grados °C con respecto a la temperatura intrauterina de 39 grados °C. Los corderos deben aumentar su producción de calor hasta 15 veces con respecto a los niveles prenatales. Para mantener la homotermia e impedir la hipoglucemia antes de ingerir calostro, el cordero debe de metabolizar en primera instancia sus reservas carbohidratos (glucógeno hepático y muscular), aumentando la actividad muscular por escalofríos, por esta razón la ingestión de calostro en el cordero recién nacido puede retrasarse 1-2 horas, sin ningún efecto adverso. En segunda instancia se metabolizan las reservas de grasa para aumentando las reservas de energía. La grasa constituye solo 2 a 4% del peso corporal de un cordero recién nacido. La falta

de ingestión de calostro provoca altas tasas de mortalidad generada por una hipoglucemia antes del agotamiento total de las reservas corporales de grasa. Condiciones adversas como frío, viento y lluvia predisponen a una alta mortalidad perinatal. Una vez que la oveja está parida es importante que seque al cordero, esto ayuda a la rápida pérdida de la humedad, a la estimulación de cordero y propiciará un adecuado vínculo entre la madre y el cordero.<sup>32,56</sup>

## **4.7 Oveja lactante**

### **4.7.1 Galactopoyesis**

La galactopoyesis es el mantenimiento de la lactación. Las hormonas somatotrópica (HST) y prolactina facilitan esta etapa, además de que coordinan la producción de leche con el equilibrio energético de los tejidos, la HST es una hormona lipolítica y anabólica, mientras que la prolactina probablemente en asociación con la insulina está involucrada en la relación de la energía y la síntesis de lípidos.<sup>50</sup>

Los estrógenos presentes durante el parto inducen la secreción de prolactina, la cual estimula la síntesis de caseína y lactosa en las células alveolares de la glándula mamaria, iniciando así la producción de leche. El amamantamiento del cordero induce la secreción de prolactina necesaria para mantener la lactancia.<sup>50</sup>

El aumento en la tasa de secreción de las células epiteliales después del parto se debe a la evacuación de productos secretores y al estímulo hormonal. Se ha demostrado que para que se mantenga la producción de leche la glándula mamaria, se debe de succionar constantemente pues los alveolos dejan de producir leche



cuando el lumen y el sistema de conductos es llenado, si la leche no es retirada esta se reabsorbe.<sup>50</sup>

#### **4.7.2 Nutrición y alimentación de la oveja durante la lactancia**

En el periodo de lactancia es donde la oveja necesita la mayor cantidad de nutrientes de todo su ciclo productivo, entre más números de corderos amamante la oveja, mayores serán sus demandas de nutrientes. Las primeras ocho semanas de la lactación son las de mayor demanda alimenticia, ya que la producción láctea es mayor, especialmente en las ovejas de partos gemelares, que producen entre 20 y 40% de mayor producción de leche. A pesar del rápido aumento de su capacidad de ingestión, la oveja en las primeras semanas de lactancia, no puede consumir suficiente alimento para enfrentar sus necesidades nutricionales, especialmente cuando amamanta a dos corderos. Para cubrir sus necesidades energéticas la oveja debe de movilizar sus reservas corporales que únicamente serán abundantes si la alimentación al final de la gestación fue correcta. Si no se le brinda una adecuada alimentación durante la gestación, en la lactancia tendrá ubres demasiado pequeñas, con poca producción de calostro y posteriormente mínimos niveles de producción láctea, y por lo tanto, se verá reflejado en una mayor mortalidad de corderos o una falta de crecimiento de los mismos.

Un aumento en el consumo de proteína sin modificar el nivel de energía, aumenta la producción de leche a expensas de las reservas, siempre y cuando la oveja esté en una adecuada condición corporal. Dicha situación trae consigo una pérdida de peso de la oveja, especialmente en el periodo de máxima producción, que ocurre entre la

2ª y la 3ª semana de lactación. El requerimiento de energía para ovejas en lactación mantenidas en pastoreo representan entre 2.5 y 3.5 veces las necesidades de mantenimiento, dependiendo del número de corderos amamantados.<sup>2</sup> En la parte final de la lactancia (8ª a 10ª semana), se reduce la producción de leche, disminuyendo también se reducen el requerimiento alimenticio, por lo que ya no es necesario el complemento alimenticio para la madre, en esta etapa Shimada<sup>10</sup> recomienda que se ofrezca 500 g de grano a cada oveja.

La complementación alimenticia después del parto mejora el peso corporal y la condición corporal de la oveja durante la lactancia.<sup>57</sup>

## **4.8 Cordero Lactante**

### **4.8.1 Nutrición y alimentación**

Los corderos en la etapa de lactación dependen fundamentalmente de la leche materna. El crecimiento de los corderos de la raza Pelibuey puede estar limitado por la cantidad de leche disponible; sobre todo en los corderos provenientes de parto doble, después de la tercera semana de lactación, cuando la producción de leche materna comienza a descender, siendo más severa al finalizar el segundo mes de lactancia.<sup>58</sup>

El rumen de los corderos en las primeras dos semanas de vida no es funcional, por lo que su alimentación está basada exclusivamente en la leche materna, la cual pasa directamente al abomaso a través de la canaladura esofágica.<sup>26</sup>

La funcionalidad del rumen se inicia entre los 20 y 30 días de edad, como consecuencia del consumo de alimento sólido y seco y paulatinamente las bacterias anaeróbicas, protozoarios y hongos colonizan el rumen, llegando a ser un rumiante funcional entre las 6 y 8 semanas de edad.

A pesar de que al mes de nacido el cordero ya consume alimento sólido, no deja de consumir leche materna, sino hasta los 60 o 90 días de edad, momento en la cual es necesaria suministrar una ración con un mínimo 14% de proteína y energía de fácil digestión.

#### **4.8.2 “Creep feeding”**

Se puede definir como una actividad de manejo alimenticio de corderos, donde la madre no tendrá acceso al alimento, en la cual se le proporcione alimento concentrado, como una complementación de la leche materna y para facilitar el cambio de la dieta a un alimento seco. El suministro de alimento concentrado a los corderos a partir de la segunda semana de vida podría ser una práctica rentable considerando que durante los primeros meses de vida los animales son más eficientes en la utilización del alimento, y el proporcionar un suplemento energético y proteico permite que se exprese su potencial genético.<sup>10</sup>

Cuando la producción de leche no es suficiente, durante las cuatro primeras semanas de vida, el cordero puede compensar ésta deficiencia aumentando su consumo de alimento sólido, pero debido a que el alimento sólido es menos digestible que la leche, los corderos pueden manifestar una menor tasa de crecimiento.<sup>10</sup> La alimentación con concentrado, a los corderos a partir de la segunda

semana de vida podría ser una práctica rentable considerando que durante los primeros meses de vida los animales son más eficientes en la utilización del alimento, y el proporcionar un suplemento energético y proteico permitiría que se exprese su potencial genético.<sup>59</sup>

## **4.9 Alimentos con mayor densidad energética**

Son los alimentos que se suministran o agregan a una ración con el fin de aumentar la cantidad de energética de la dieta. Entre los alimentos con alto contenido de energía se incluyen los granos de cereal, subproductos de molienda, melaza, grasas y aceites. La principal características de estos alimentos es su alto contenido de almidones, azúcares solubles y lípidos.<sup>29</sup>

### **4.9.1 Granos de cereales**

Los granos de cereales más comunes son: maíz, trigo, avena, centeno y sorgo. En general tiene entre 41.2 a 72.2% de almidón, pero su contenido de proteína varía entre 8 y 12%. Además contienen cantidades moderadamente bajas a deficientes de lisina y a menudo de triptófano (maíz) y treonina (sorgo y arroz). El contenido de grasa varía mucho, desde menos de 1% hasta de 6%, la mayoría de estas grasas se encuentran en el germen de la semilla, los aceites de las semillas tienen altos niveles de ácidos linoleico y oleico.<sup>29</sup>

### **4.9.1.1 Maíz**

El maíz es uno de los cereales más importantes del mundo, suministra elementos nutritivos a los seres humanos y a los animales. La planta tierna, empleada como forraje, se utiliza en las industrias lácteas y cárnicas y, tras la recolección del grano, las hojas secas y la parte superior, aún se utilizan como forrajes de calidad relativamente buena para alimentar a los rumiantes de muchos pequeños agricultores de países en desarrollo. El grano del maíz se desarrolla en la panoja de la planta, llegando a constituir aproximadamente 42% del peso en seco de la planta. El maíz es a menudo de color blanco o amarillo, aunque también existen variedades de color negro, rojo y jaspeado. Hay varios tipos de granos, que se distinguen por las diferencias de los compuestos químicos depositados o almacenados en él.<sup>60</sup>

#### **4.9.1.1.1 Estructura del grano de maíz**

Las cuatro estructuras físicas fundamentales del grano de maíz son: el pericarpio (cáscara o salvado), el endospermo (almidón), el germen (embrión), y la piloriza.

El endospermo es la parte de mayor tamaño, ya que corresponde al 83% aproximadamente. El germen representa 11% y el pericarpio 5 %. El resto está constituido por la piloriza, estructura cónica que junto con el pedicelo une el grano a la espiga.<sup>60</sup>

El grano de maíz se puede utilizar como alimento, maduro o tierno. De la molienda en seco se obtiene la sémola de partículas de diferentes tamaños, sémola en escamas, harina y harina fina. Se utiliza como ingredientes en los alimentos para

aves, cerdos y rumiantes. Los subproductos de la molienda en seco son el germen y la cubierta seminal, del primero se obtiene aceite comestible de elevada calidad, y la cubierta seminal se emplea como alimento, sobre todo como fuente de fibra dietética. Después de obtener el aceite del germen, se obtiene como subproducto harina de germen que también es utilizada en la elaboración de piensos.<sup>60</sup>

#### **4.9.1.1.2 Composición química de partes del grano**

El pericarpio (cubierta seminal) se caracteriza por un elevado contenido de fibra cruda, aproximadamente 87%, formada principalmente por hemicelulosa (67%), celulosa (23%) y lignina (1%). El endospermo contiene un nivel elevado de almidón (87%), aproximadamente 8% de proteína y un contenido de grasa cruda relativamente bajo. El germen se caracteriza por elevados contenidos de grasa cruda y proteína, 33% y 20%, respectivamente, además de que también contiene minerales. La aleurona (parte del endospermo que se separa del salvado) contiene aproximadamente 19% de proteína. El endospermo aporta la mayor parte de nitrógeno (77%), seguido por el germen (20%), y en último lugar la cubierta seminal (3%). El contenido de carbohidratos y proteína de los granos de maíz depende considerablemente del endospermo, el contenido de grasa cruda, proteína y minerales, dependen del germen. La fibra cruda del grano se encuentra fundamentalmente en la cubierta seminal.<sup>60</sup>

### **4.9.1.1.3 Composición química del maíz**

#### **4.9.1.1.3.1 Almidón**

El componente químico principal del grano de maíz es el almidón, al que corresponde 73% del peso del grano. Otros carbohidratos son azúcares sencillos en forma de glucosa, sacarosa y fructosa, en pueden llegar a representar hasta 3% del grano. El almidón está formado por dos polímeros de glucosa: amilosa y amilopectina. La amilosa es una molécula esencialmente lineal de unidades de glucosa, que constituye de 25 al 30% del almidón. El polímero amilopectina también consiste de unidades de glucosa, pero en forma ramificada y constituye de 70 al 75% del almidón.<sup>60</sup>

#### **4.9.1.1.3.2 Proteína**

Las proteínas constituyen el segundo componente del maíz y puede oscilar entre 8 y 11% del peso del grano, se encuentra en mayor cantidad en el endospermo. El maíz tiene al menos cinco fracciones distintas de proteínas entre las que están: las albúminas, las globulinas y el nitrógeno no proteico representan aproximadamente el 18% del total de nitrógeno, con proporciones de 7, 5 y 6 %, respectivamente. La fracción de prolamina soluble en isopropanol al 55% y de isopropanol con mercaptoetanol (ME), constituye 52% del nitrógeno del grano; de éstas la prolamina I o zeína I soluble en isopropanol al 55% representa aproximadamente 42 %, y el restante 10 % es prolamina 2 o zeína 2. Una solución alcalina con pH 10 y con 0,6% de ME, extrae la fracción de glutelina 2 en cantidades de aproximadamente 8%, en tanto que la glutelina 3 es extraída con la misma solución retardante que antes, con

dodecilsulfato de sodio al 0.5%, en cantidades de 17% dando un contenido total de globulina de 25% de las proteínas del grano. Normalmente, una porción reducida, cerca de 5%, está constituida por nitrógeno residual.<sup>60</sup>

La zeína localizada en el endospermo constituye la mitad de la proteína total que se encuentra en el grano de maíz.<sup>29</sup>

#### **4.9.1.2 Grano de Sorgo**

El sorgo es una planta resistente que puede soportar el calor y la sequía mejor que la mayoría, es resistente a plagas y se adapta a una gran variedad de tipos de suelo. Por consiguiente el sorgo se cultiva en muchas áreas donde el maíz no crece bien. La semilla de todas las variedades es pequeña y relativamente dura y en general requiere cierto procesamiento para una buena utilización por parte de los animales.<sup>29</sup>

Desde el punto de vista químico, el grano de sorgo es similar al maíz, el contenido proteínico en promedio es de 11%. La lisina y la treonina son los aminoácidos más limitantes. El contenido de otros nutrientes, excepto los betacarotenos, que es muy bajo en el sorgo, es similar al de maíz. Las pruebas de alimentación indican que los granos de sorgo tienen un valor un poco menor que el maíz.<sup>29</sup>



### 4.9.2 Melaza

La melaza es el subproducto principal de la producción de azúcar de caña, es fundamentalmente una fuente energía y sus componentes principales son azúcares. La melaza de caña contiene de 25 a 40% de sacarosa y de 12 a 25% de azúcares reductores con un contenido total de azúcar de 50 a 60% o más. El contenido de proteína cruda es mínimo (cerca de 3%) y variable, y el contenido de ceniza varía de 8 a 10% constituido principalmente por K, Ca, Cl y sales de sulfato. La melaza es una buena fuente de oligoelementos, pero sólo tiene un contenido de proteína de moderado a bajo. En la utilización comercial, la melaza se ajusta a un contenido de aproximado de 25% de agua.<sup>29</sup>

Uno de los problemas en la alimentación a base de melaza es que dichos productos tienen una composición bastante variable. La composición de la melaza depende de la madurez, tipo y calidad de la caña, de la fertilidad del suelo y del sistema de cosecha y preparación.<sup>29</sup>

La melaza es utilizada mucho como alimento en especial para los rumiantes. El sabor dulce la hace atractiva para la mayoría de las especies. Además, la melaza contribuye a disminuir el polvo, como compactante para los comprimidos, como vehículo para agregar medicinas u otros aditivos a los alimentos y como complemento proteínico líquido cuando se refuerza con una fuente de nitrógeno.<sup>29</sup>

La mayoría de los productos de melaza tienen una aplicación limitada debido a problemas en la molienda o por los niveles que exceden de 15 al 25% de la ración,

predisponen a que se presenten trastornos digestivos, diarreas y un rendimiento ineficaz en los animales.<sup>29</sup>

En conclusión, en México existe una fuerte demanda por la carne de ovino, pero es necesario mejorar la rentabilidad y la productividad de los sistemas de producción, para cubrir dicha demanda, en consecuencia, se deben diseñar estrategias de alimentación que cubran las necesidades nutricionales en periodos críticos, como es el último tercio de gestación y lactancia, con la finalidad de reducir la mortalidad y aumentar el peso al destete del cordero. El uso de maíz quebrado en ovejas gestantes se ha probado como una alternativa para aumentar la cantidad y calidad del calostro en ovejas Merino en Uruguay y Australia en condiciones de confinamiento, pero no se ha evaluado esta estrategia de alimentación durante la lactancia, ni su efecto en la mortalidad de corderos y su comportamiento productivo hasta el destete, así como tampoco se ha utilizado esta estrategia en otras regiones del mundo, como es el caso del trópico Mexicano en ovejas Pelibuey.

## **5. JUSTIFICACIÓN**

La información disponible, indica que la complementación con maíz quebrado durante la última semana de gestación podría incrementar la cantidad de calostro producido por la oveja así como su contenido de lactosa. Sin embargo, se desconoce qué nivel de complemento es más apropiado para una producción de calostro y ganancias de peso eficientes de los corderos en los sistemas de producción en el trópico, por ello se realizó el presente estudio.

## 6. MATERIAL Y MÉTODOS

**6.1 Ubicación.** El experimento se realizó en el Módulo de Producción Ovina “El Cenzontle” del Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en el km 6.5 de la carretera federal Tlapacoyan – Martínez de la Torre, en el Municipio de Tlapacoyan, Veracruz, a 20°02’32” de latitud norte, 97°06’15” de longitud oeste y a una altura de 112 msnm. La región presenta un clima cálido húmedo con lluvias todo el año [Af(m) w’e], el ecosistema original fue un bosque subtropical semi-siempre verde estacional.<sup>61</sup>

**6.2 Manejo general del rebaño.** Al día 120 de gestación, se aplicó un toxoide (Bayovac Blacklegol 7<sup>®</sup> de Lab. Bayer Reg. SAGARPA No. B-0615052, Lote 0608123<sup>a</sup>, Caducidad Sep 2009) contra diferentes tipos de clostridia (*C. chauvoei*, *C. septicum*, *C. novyi*, *C. sordellii*, *C. perfringens* tipo B, C y D, a una dosis de 2.5 ml. por vía subcutánea, esto con el fin de inmunizar a la oveja contra dichos agentes y estimular la inmunidad pasiva a través del calostro.

Al día 125 de gestación se aplicó vitaminas A, D<sub>3</sub> y E (Ade-Fort<sup>®</sup> de laboratorio Biovet, Reg. SAGARPA Q-1003-022, Lote 21001-13, Caducidad Mayo 2009) a una dosis de Vitamina A 1,500,000 UI, Vitamina D<sub>3</sub> 225,000 UI y Vitamina E 150 UI, por vía intramuscular profunda.

Al día 130 de gestación se realizó un muestreo de heces, directamente del recto, en todas las ovejas del ensayo, con la finalidad de determinar su carga parasitaria y

desparasitar si existían más de 500 de huevos por gramos de heces. Estas muestras se procesaron en el laboratorio de salud animal del CEIEGT. Posteriormente dicho manejo se realizó cada 21 días.

Durante la lactancia de las ovejas se aplicó una bacterina en suspensión en forma parenteral contra pasteurelisis neumónica y meningo encefalitis tromboembólica e *Histophilus somni* (Silvet-Vac +Hs de laboratorio Nova Litton, Reg. SAGARPA B-0073-032, Lote NL 6201, caducidad Nov 2008) por vía intramuscular en la tabla del cuello a dosis de 2 ml de la suspensión.

**6.3 Tratamientos.** Se utilizaron 72 ovejas Pelibuey adultas, procedentes de un rebaño de 185 hembras empadradas en otoño (Octubre – Noviembre, 2007).

Se formaron 3 bloques de 24 ovejas cada uno, empleando como criterios para el bloqueo, el peso y condición corporal de la oveja además de la edad y número de fetos/oveja, los cuales quedaron como sigue: Bloque 1) Ovejas pesadas, condición corporal media, edad 4 años, 19/24 ovejas con dos fetos; Bloque 2) Ovejas de peso medio, condición corporal media baja, edad 3.5 años, 21/24 ovejas con dos fetos; y Bloque 3) Ovejas livianas, condición corporal baja, edad 2.5 años, 19/24 ovejas con dos fetos. Las características de cada bloque se muestran en el anexo I.

Dentro de cada bloque, las ovejas se distribuyeron en forma aleatoria en tres tratamientos: 12 ovejas solo en pastoreo (F), 30 recibieron 250 g de maíz quebrado (FM250) y 30 recibieron 650 g (FM650), para lo cual se empleó un generador de números aleatorios del sitio: <http://graphpad.com/quickcalcs/randomize2.cfm> (consultado en línea el 27 de febrero de 2008). Posteriormente se realizó un análisis de

varianza y comparaciones de medias por tratamiento para el peso y la condición corporal, donde se observó que las diferencias entre bloques fueron significativas, por lo que el bloqueo cumplió su propósito de que las ovejas se distribuyeran homogéneamente dentro de cada tratamiento.

**6.4 Diagnóstico de gestación.** A los 85 días de gestación (de acuerdo con la fecha de servicio), se realizó un diagnóstico de gestación por medio de la técnica de ultrasonografía (Equipo Aloka SSD-500 con transductor sectorial de 3.5 MHz.) colocándolo en la zona trans-abdominal, con la finalidad de identificar a las ovejas de gestaciones uníparas (simple) y las gestaciones múltiparas (doble y triple), para que se administrará un alimentación acuerdo con las necesidades nutricionales de las ovejas en el último tercio de gestación.

**6.5 Alimentación.** Después del empadre, las ovejas se mantuvieron en pastoreo, dentro del rebaño de hembras gestantes, que se separaron en un solo grupo a partir de los 130 días de gestación, y se colocaron en una célula de pastoreo con 4 hectáreas, compuesta principalmente de gramas nativas (*Axonopus sp.* y *Paspalum sp.*) con proporciones pequeñas de gramíneas introducidas como el pasto estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*, *Cynodon plehostachyus*) y de malezas de hoja ancha y angosta (*Paspalum virgatum*, *Sporobolus spp.*, *Zingonium podophyllum* y *Cestrum nocturnum*), en las cuales se aplica un sistema de pastoreo rotacional de alta densidad. La carga animal a partir de este período y hasta el destete de sus corderos fue de 18 ovejas/ha (equivalente 3.6 UA/ha – UA = unidad animal equivalente a 450 kg de peso

vivo). Además del pasto y el maíz quebrado, se ofreció sal mineralizada *ad libitum* para evitar deficiencias de micro nutrientes.

**6.6 Complementación alimenticia.** Las ovejas se mantuvieron en pastoreo y todos los días a las 7:00 hs se trasladaron al corral de manejo, donde se separaron de acuerdo al grupo experimental, posteriormente recibieron en comederos individuales las cantidades de maíz asignadas, según el tratamiento correspondiente, en caso de que existiera sobrante de alimento, se colectó y se registró el peso para estimar el consumo real del alimento por oveja por día.

**6.7 Dietas experimentales.** Aparte del forraje que se cosecho directamente del potrero, las ovejas recibieron maíz quebrado en tres cantidades: 0 (Sin maíz), 250 g (FM250) y 650 g (FM650).

La administración de las dietas experimentales tuvo dos fases: La primera desde 15 días antes y hasta el parto (preparto); y la segunda, a partir del parto y durante toda la lactancia (posparto). En la segunda fase, los grupos que recibieron maíz se dividieron en 2 subgrupos: El grupo FM250 se dividió en: FM250–250 y FM250-650. Del mismo modo, el grupo FM650, también se dividió en: FM650-650 y FM650-FM250.

La distribución de los animales a las diferentes dietas se muestra en el cuadro 1.

Al momento de suministrar el maíz quebrado y previo a la introducción de las ovejas, de cada comedero se colectaron una muestra de aproximadamente 5 g que se utilizó para evaluar su valor energético y contenido de proteína a través del análisis químico proximal (AQP) según la técnica de la AOAC.<sup>62</sup>

**6.8 Evaluación de la disponibilidad de forraje.** Para determinar la cantidad de forraje disponible en la pradera, se utilizó el método del rendimiento comparativo de Haydock y Shaw.<sup>63</sup> Las mediciones se realizaron, en ocho divisiones de un total de dieciséis que fueron asignadas al grupo de ovejas.

**6.9 Valor nutritivo del forraje.** Se determinó el contenido de proteína según la técnica de la AOAC<sup>62</sup>, fibra detergente ácido (FDA) y fibra detergente neutro y (FDN) por el método de Goering y Van Soest.<sup>64</sup>

**6.10 Identificación y pesaje de los corderos.** Los corderos fueron pesados e identificados, inmediatamente después de nacer. Posteriormente el pesaje se realizó cada 14 días hasta que llegaron a los 70 días de edad, el pesaje se realizó a las 7:30 h para lo cual se llevó el rebaño a la manga de manejo. Los corderos fueron destetados a los 70 días de edad.

**6.11 Producción de calostro.** La producción de calostro se midió inmediatamente después del parto y a las 6, 12 y 18 h después del parto. Para ello, a cada oveja se le cubrió un pezón con tela adhesiva (micropore) entre cada periodo de muestreo, permitiendo que el cordero consumiera calostro del pezón restante. Para estimar su producción en este período, el calostro colectado se midió con una probeta graduada. Se analizó el porcentaje de grasa, sólidos no grasos, proteína y lactosa por medio de un analizador ultrasónico de leche (Ekomilk Total, Eon Trading LLC, USA).



**6.12 Peso vivo y condición corporal de las ovejas.** El peso vivo y la condición corporal se registraron a las 7:30 h, los días 130 y 140 de gestación, antes de suministrar el alimento complementario. Inmediatamente después del parto se registro nuevamente el peso de las ovejas, posteriormente, el pesaje y la evaluación de la condición corporal, se realizo cada 14 días hasta finalizar el período de lactancia. La condición corporal se evaluó en una escala de 0 a 5 (0: emaciada, 5: obesa) según lo descrito por Russel.<sup>65</sup>

### **6.13 Variables de respuesta.**

**a) En la oveja:** Condición corporal y peso al parto y al destete, producción de calostro al parto, a las 6, 12 y 18 h, peso de la camada al parto y al destete.

**b) En los corderos:** Peso al nacer y al destete en corderos, ganancia de peso de los corderos, mortalidad.

**6.14 Diseño experimental y análisis estadísticos.** El diseño experimental fue completamente al azar, siendo las ovejas la unidad experimental (UE).

El modelo de análisis de varianza fue mixto, con efectos fijos de tratamientos y aleatorios del animal dentro de cada tratamiento.

Para el análisis de datos, se utilizó con un modelo de mediciones repetidas, utilizando el procedimiento PROC MIXED de SAS<sup>66</sup> y los efectos fueron considerados como significativos, cuando el nivel de probabilidad fue menor al 5%. Todos los resultados se presentan como media  $\pm$  su correspondiente error estándar (E. E.).

La asociación entre mortalidad y el nivel de maíz quebrado, se realizó con la prueba de ji-cuadrada.<sup>67</sup>

## 7. RESULTADOS

### 7.1 Ovejas paridas y crías nacidas

De las 72 ovejas con que se inicio el estudio, parieron 66 ovejas, y tuvieron 111 crías; 33 corderos provenientes de parto simple, 57 de parto doble y 21 de parto triple. De las ovejas faltantes, 3 correspondieron al grupo FM650-650 (una no pario y las otras dos parieron 11 y 21 días antes de su fecha probable de parto, respectivamente). Dos ovejas al grupo FM650-250 (una pario 9 días y, la otra, 14 días antes de su fecha probable de parto). La otra oveja correspondió al grupo FM250-650 (pario 22 días antes de la fecha esperada). Las ovejas que parieron antes de la fecha esperada presentaban muy baja condición corporal y es probable que al empezar la complementación hubiesen caído en una etapa de estrés, lo que posiblemente causo la presencia de partos prematuros, cuyos productos nacieron muertos o demasiado débiles. De las 111 crías nacidas, 2 nacieron muertos, 1 murió aplastado por su madre, otra por mala presentación al momento del parto (parto distócico), 4 crías fueron rechazadas por sus madres y fueron sacadas del experimento, 4 murieron las primeras 48 horas de vida, 5 en un lapso de 13 a 28 días, una por enteritis aguda, otra por neumonía y otra se sacrificó por que se disloco el cuello al aplastarla su madre, quedando un total de 91 crías que sobrevivieron hasta el destete (Anexo VI y VII). También se dieron de baja 4 ovejas paridas, dos de grupo testigo, porque murieron sus crías, y 2 del grupo FM250-250 que resultaron con signos de paratuberculosis ovina. Al experimento se integraron dos hembras gestantes, una al grupo FM650-650 y otra al FM650-250, estas ovejas fueron seleccionadas de otro grupo dentro del mismo rebaño, los criterios de selección

fueron los siguientes: gestante en los últimos 20 días, empadradas con un macho de la raza Pelibuey, tipo de gestación simple o doble y buena condición corporal (2.5 a 3).

Por lo tanto en el análisis estadístico se incluyeron 64 madres (10 del grupo testigo Forraje, 13 del grupo FM250-250, 14 del grupo FM250-650, 14 del grupo FM650-250 y 13 del grupo F650-650) y 91 crías (13 del grupo testigo Forraje, 18 del grupo FM250-250, 20 del grupo FM250-650, 20 del grupo FM650-250 y 20 del grupo FM650-650).

## **7.2 Promedio de peso, cambio de peso, condición corporal de las ovejas y peso de la camada al parto**

El peso y la condición corporal al inicio del experimento (130 días de gestación) y el peso, condición corporal y el peso de la camada al momento del parto, así como los cambios de peso por el efecto de la alimentación antes del parto se presentan en el cuadro 2. No se observó efecto de la alimentación en el peso al parto ni en los cambios de peso de las ovejas. Las ovejas que fueron alimentadas con 250g de maíz perdieron peso ( $-306 \pm 46$  g) seguidas por las ovejas que consumieron solo forraje ( $-276 \pm 42$  g), pero la diferencia es mínima comparando la pérdida de peso de las ovejas alimentadas con 650 g ( $-270 \pm 32$  g). La alimentación antes del parto no influyó en el peso de la camada al nacimiento, las ovejas que consumieron exclusivamente forraje tuvieron un peso de camada al nacimiento de  $4.00 \pm 0.4$  kg, las que fueron complementadas con 250g de maíz quebrado tuvieron  $3.9 \pm 0.2$  kg y las que fueron alimentadas con 650g de  $4.0 \pm 0.4$  kg.

Cuando el peso, la condición corporal y el peso de la camada de las ovejas al parto, se ajustó por tipo de gestación y edad de la madre (cuadro 3), hubo efecto de ambas

covariables, el peso al parto y el peso de la camada al parto no fueron afectados por estas covariables, pero la condición corporal sí, las ovejas con mejor condición corporal al parto fueron las complementadas con 650g ( $1.9 \pm 0.1$ ), los otros dos grupos, Forraje ( $1.6 \pm 0.1$ ) y FM250 ( $1.6 \pm 0.1$ ), tuvieron calificaciones similares.

### **7.3 Producción de calostro**

En el cuadro 4 se muestran los promedios de calostro al parto, a las 6, 12 y 18 horas posparto, así como la producción promedio total para las ovejas alimentadas con 0, 250 y 650 g de maíz quebrado. La cantidad de calostro al parto de las ovejas alimentadas únicamente con forraje ( $28.3 \pm 7$  ml.) y las alimentadas con 250 g de maíz quebrado fue similar, pero diferente al de la ovejas que recibieron 650 g de maíz quebrado ( $87.9 \pm 10$  ml.), pero no existió diferencia entre las alimentadas con 250 g ( $69.0 \pm 12$  ml.) y las alimentadas con 650 g de maíz. El peso de las ovejas al momento de iniciar la complementación, el tipo de gestación y la edad de las ovejas, no influyeron en la producción total de calostro, entre las ovejas alimentadas en los grupos.

### **7. 4 Composición de calostro**

El cuadro 5 muestra el porcentaje de sólidos totales, grasa, proteína y lactosa en los tres grupos de alimentación preparto. El porcentaje de lactosa al parto, fue  $6.0 \pm 1.2$ ,  $4.8 \pm 0.04$  y  $4.8 \pm 0.04$  en las ovejas que solo consumieron forraje, FM250 y FM650 respectivamente, la diferencia fue altamente significativa ( $P < 0.01$ ) entre las ovejas que consumieron forraje y los dos grupos complementados con maíz. El contenido de sólidos totales, grasa, lactosa y proteína disminuyó al transcurrir el tiempo entre el parto y la hora de muestreo, siendo significativamente menor a las 18 horas posparto.

## **7.5 Promedio de peso, cambios de peso, condición corporal de las ovejas y peso de la camada al destete**

En el cuadro 6 se muestra el peso al parto, al destete y los cambios de peso de las ovejas durante la lactancia, así como el peso de la camada al destete. La interacción de la alimentación antes del parto por la alimentación durante la lactancia no fue significativa en el peso de las madres al destete, pero fue significativa para la condición corporal de las madres al momento del destete, las ovejas del grupo FM650-650 tuvieron la mayor condición corporal al destete ( $2.4 \pm 0.2$ ), seguidas por las ovejas del grupo FM250-650 ( $2.0 \pm 0.1$ ), Pero no se observó ninguna diferencia entre los animales que solo recibieron forraje y los que recibieron 250 g de maíz antes del parto y durante la lactancia ( $1.7 \pm 0.1$ ) y las ovejas que antes del parto recibieron 650 g y durante la lactancia 250 g ( $1.9 \pm 0.1$ ), las ovejas con peor condición corporal fueron las que sólo recibieron forraje ( $1.6 \pm 0.1$ ). La ganancia diaria de peso de las ovejas ajustadas por tipo de nacimiento y crianza y edad de la madre (Cuadro 7) no fue significativa. La edad de la oveja no influyó en el peso al destete de las ovejas, pero si se observó un efecto significativo del tipo de parto y crianza. Las ovejas que parieron 1 cordero y criaron 1 pesaron al destete  $39.3 \pm 0.9$  kg., seguidas de las que parieron 2 y criaron 1 ( $39.1 \pm 1.3$  kg.) y mostraron una diferencia con las ovejas que parieron 2 y criaron 2 ( $37.3 \pm 0.9$  kg.), con las que parieron 3 y criaron 1 ( $32.4 \pm 3$  kg.) y con las que parieron 3 y criaron 2 ( $33.4 \pm 1.7$  kg.), pero no con las que parieron 3 y criaron 3 ( $36.3 \pm 2.2$  kg.). En lo que se refiere al peso de la camada al destete, no existió diferencia significativa entre los cinco tratamientos, siendo los promedios de  $15.8 \pm 1.1$ ,  $17.0 \pm 1.0$ ,  $17.3 \pm 1.0$ ,  $16.1 \pm 0.9$  y

17.2 ± 1.1, para los tratamientos, forraje, FM250-250, FM250-650, FM650-250 y FM650-650, respectivamente.

### **7.6 Promedio de peso de los corderos al nacer**

En el cuadro 8 se presenta el peso al nacer, el peso al destete y las ganancias de peso de los corderos. El peso promedio de los 109 corderos fue 2.4 ± 0.1 kg. Los corderos de las ovejas grupo Forraje antes del parto, pesaron 2.5 ± 0.2, los nacidos de ovejas del grupo FM250 2.4 ± 0.1 y las crías de las ovejas del grupo FM650 2.3 ± 0.1. La diferencia entre los tres grupos no fue significativa. Del mismo modo no se observó efecto de sexo del cordero (2.4 ± 0.1 y 2.5 ± 0.1 para machos y hembras respectivamente), ni de la edad de la madre, pero si hubo efecto del tipo de nacimiento de los corderos, pues al aumentar en número de corderos por parto, el peso al nacer disminuyó: 3.0 ± 0.1, 2.2 ± 0.1 y 2.0 ± 0.1 kg/cordero, para los nacidos de parto simple, doble y triple, respectivamente.

### **7.7 Promedio de peso de los corderos al destete y ganancia diaria de peso durante la lactancia**

No existió efecto del tratamiento sobre el peso al destete y la ganancia diaria de peso. Sin embargo, se observó un efecto significativo del tipo de nacimiento y crianza y del sexo de la cría sobre el peso al destete y la ganancia diaria de peso, pero no de la edad de la madre sobre estas variables (Cuadro 9). Las hembras pesaron al destete de 9.0 ± 0.5 kg y su ganancia de peso fue de 98 ± 6 g/día, en tanto que en los machos los valores correspondientes fueron 10.0 ± 0.5 kg y 113 ± 7 g/día. Los corderos de parto simple y crianza simple tuvieron los mejores pesos al destete (14.1 ± 0.5 kg.) seguidos

de los de parto triple y criados como gemelos ( $11.2 \pm 0.8$  kg.) y en tercer lugar su ubican los de parto doble y criados como gemelos ( $10.7 \pm 0.5$  kg.), los corderos con peor peso al destete fueron los nacidos de parto triple y criados como simple ( $3.8 \pm 2.1$  kg.). Las ganancias de peso tuvieron un comportamiento similar.

### **7.8 Mortalidad de los corderos durante la lactancia**

Durante la lactancia se registró un total de 16 corderos muertos: 2 nacieron muertos, 1 murió aplastado por su madre, otro por mala presentación al momento del parto (parto distócico), 4 murieron las primeras 48 horas de vida, 5 en un lapso de 13 a 28 días, una por enteritis aguda, una por neumonía y otra se sacrificó por que se disloco el cuello al ser aplastado por su madre, y 4 crías fueron rechazadas por sus madres y fueron sacadas del experimento, quedando un total de 91 crías que sobrevivieron hasta el destete.

El análisis de ji-cuadrada, se realizo en dos partes. La primera con tres tratamientos antes del parto: Forraje, FM250 (se juntaron los tratamientos FM250-250 y FM250-650) y FM650 (se juntaron los tratamientos FM650-250 y FM650-650), los resultados se presentan en el anexo I. No existió asociación entre el número de corderos muertos o vivos con el nivel de complementación con maíz quebrado (0, 250 y 650 g), así como tampoco existió una tendencia lineal significativa al aumentar la cantidad de suplemento antes del parto.

La segunda parte se analizó con tres tratamientos después del parto: Forraje, FM250 (se juntaron los tratamientos FM250-250 y FM650-250) y FM650 (se juntaron los tratamientos FM250-650y FM650-650). Los resultados se presentan en el anexo II. No



existió asociación entre el número de corderos muertos o vivos y el nivel de complementación con maíz quebrado (0, 250 y 650 g), así como tampoco existió una tendencia lineal significativa al aumentar la cantidad de suplemento después del parto. La representación gráfica de los resultados se muestra en las Figura 4 y 5.

### **7.9 Consumo de alimento de las ovejas**

Las ovejas se alimentaron con maíz quebrado 20 días antes del parto, y durante 60 días después del parto, en promedio de consumo individual durante todo el experimento se expresa en el anexo III. Las ovejas del tratamiento FM250-250 consumieron un promedio de 250 gr/día de maíz quebrado durante todo el experimento, seguidas de las ovejas del tratamiento FM650-250 que consumieron 333 gr/día, los ovejas del tratamiento FM250-650 consumieron 544 gr/día y las que consumieron una mayor cantidad de complemento fueron las del tratamiento FM 650-650 con 635 gr.

### **7.10 Consumo de alimento de los corderos**

Los corderos consumieron 369.1 kg de concentrado durante 51 días, equivalente a 4.06 kg/cordero ó 141 g/cordero/día, con consumos inicial y final de 87 y 220 g/animal/día (Figura 3).

### **7.11 Disponibilidad de forraje**

Se estimó una cantidad de MS presente de 1466 kg/Ha/día en divisiones que en promedio tuvieron una superficie de 2954 m<sup>2</sup>, por lo que hubo 380 kg MS/división, lo que representó una disponibilidad de 5.8 kg de MS/oveja/día. El balance entre la cantidad de MS disponible y MS requerida para cubrir las necesidades de las ovejas se representa en la figura 6 y Cuadro 10.

### **7.12 Valor nutritivo del forraje y del maíz.**

Al analizar las muestras de maíz quebrado colectadas se determinó que contenían un 10.5 % de proteína cruda (PC) y aportaban 2.8 megacalorías de energía metabolizable por kilogramos de materia seca (Mcal EM/kg MS). Las muestras de forraje obtenidas de los potreros asignados a las ovejas contenían 10.1% PC, 1.8 Mcal EM/kg MS, una digestibilidad in situ a 48 horas de 50.1%, valores de fracciones de fibra de 66.7% para Fibra Detergente Neutra (FDN) y 38.8% de Fibra Detergente Ácida (FDA), un porcentaje de lignina de 12% y de ceniza de 4.5% (Anexo V).

## 8. DISCUSIÓN

No existió diferencia en el peso de las madres y crías al parto, en los tres tratamientos de alimentación preparto. Lira<sup>15</sup> y Banchemo *et al.*<sup>5,6</sup> informaron que no hubo diferencia en el peso de las madres y el de las crías al parto cuando las ovejas se alimentaron con maíz quebrado (600 y 750 gr, respectivamente) 15 días antes del parto.

La cantidad de calostro colectado al parto fue menor en las ovejas no complementadas, en comparación con las que lo fueron, aunque entre estas últimas no se identificó diferencia entre los niveles de complementación. Banchemo *et al.*<sup>5,6</sup> obtuvieron resultados similares con ovejas Merino confinadas y alimentadas en corraletas individuales, los cuales indican que complementadas con 750 g de maíz quebrado, producían más calostro al parto ( $452 \pm 41$  ml.) que las ovejas alimentadas con alfalfa y avena ( $207 \pm 116$  ml.).

La acumulación de calostro al parto fue 3 veces mayor en las ovejas del tratamiento FM650 ( $88 \pm 10$  ml.) que las que solo consumieron forraje ( $29 \pm 8$  ml.). Banchemo *et al.*<sup>64</sup> utilizando dos niveles de alimentación, informaron que las ovejas que recibieron una dieta por arriba de mantenimiento acumularon 2.7 veces más calostro que las ovejas que no cubrieron sus requerimientos para mantenimiento.

La concentración de lactosa de la muestra de calostro que se tomó inmediatamente después del parto al parto fue 26 % mayor en las ovejas alimentadas únicamente con forraje en comparación con las alimentadas con maíz quebrado, lo cual contrasta con los resultados de Banchemo *et al.*<sup>5,6</sup> quienes informaron que la concentración de lactosa

al parto de ovejas complementadas con maíz quebrado fue al menos 48% más alta en comparación con la concentración de lactosa producida por ovejas alimentadas con una dieta basal de alfalfa (40%) y avena forrajera (60%), la dieta basal con lupinus quebrados, y la dieta basal con lupinus enteros.

Las ovejas del tratamiento FM650 produjeron aproximadamente 250% más lactosa que las ovejas que consumieron únicamente forraje, lo que coincide con Banchemo *et al.*<sup>5,6</sup> cuyas ovejas complementadas con maíz quebrado produjeron 288% más lactosa en el calostro al parto.

La concentración de lactosa en el calostro al parto en las ovejas que consumieron únicamente forraje pudo haber sido modificada por la síntesis de glucosa a partir de glicerol o aminoácidos gluconeogénicos, los cuales son liberados por catabolismo del tejido adiposo y tejido muscular, respectivamente, al torrente sanguíneo y utilizados en hígado y tejidos extrahepáticos (excepto cerebro y corazón) a través de la gluconeogénesis<sup>10</sup>. Por lo tanto, la medición del  $\beta$ -hidroxibutirato en suero sanguíneo sería necesaria, pues concentraciones  $>0.70$  mmol/l indican una mayor utilización de reservas corporales de lípidos y un balance de energía negativo de la oveja.<sup>68,69</sup>

Otro factor que pudo haber determinado la concentración de lactosa en el calostro al parto fue el control de la complementación antes del parto, pues a pesar de que en este experimento la complementación se llevo a cabo de forma individual, no se pudo saber si las ovejas no complementadas alargaron su tiempo de pastoreo, a la vez que consumieron pasto más digestible, con más concentración de almidón.<sup>10</sup> Lo anterior indica que sería necesario estudiar el comportamiento ingestivo de dichas ovejas, así

como saber la composición del forraje consumido en los tres tratamientos preparto. La razón de alimentar con maíz quebrado, al final de la gestación pretendió incrementar la producción de calostro en comparación con aquellas que solo son alimentadas en pastoreo como tradicionalmente ocurre en los sistemas de producción de ovinos tropicales.

No existió diferencia entre los cinco tratamientos de alimentación con respecto al peso y cambios de peso de las ovejas al destete. Las ganancias de peso de las ovejas en el presente estudio fueron  $24 \pm 15$  g,  $10 \pm 14$ g,  $64 \pm 16$  g,  $23 \pm 9$  g y  $36 \pm 9$ g, para los tratamientos forraje, FM250-250, FM250-650, FM650-250 y FM650-650, respectivamente. Por el contrario, Lira<sup>15</sup> reportó que ovejas alimentadas con 600 g de maíz quebrado antes del parto y durante toda la lactancia, perdieron  $29 \pm 8.86$  g/día y alimentadas con 600 g de concentrado antes del parto y 600 g de maíz quebrado durante la lactancia perdieron  $39 \pm 9$  g/día.

La interacción entre la alimentación antes y después del parto tuvo un efecto significativo sobre la condición corporal de las ovejas al destete, pues las de FM650-650 tuvieron la mejor condición corporal al destete ( $2.4 \pm 0.2$ ), seguidas por las de FM250-650 ( $2.1 \pm 0.1$ ), como era de esperarse, las ovejas con la peor condición fueron las no complementadas ( $1.6 \pm 0.1$ ).

El peso de cordero al destete fue inferior a otros estudios en el mismo sitio. Pérez<sup>70</sup> informó que la media general de pesos al destete a 90 días de edad fue de  $12.8 \pm 0.1$  kg, pero no especificó si los corderos o sus madres fueron complementados. Fernández<sup>71</sup> reporta valores de  $15.7 \pm 0.5$  kg/cordero y ganancias diarias de peso de

144g en lactancia de 90 días, en tanto que Lozano<sup>72</sup> obtuvo  $13.3 \pm 0.4$  kg/cordero y ganancias de 116 g/día para corderos que no recibieron complemento en los 90 días de lactancia.

Con respecto al tipo de alimentación de la madre sobre el peso al destete de los corderos, no existió diferencia entre los cinco tratamientos de alimentación. Lira<sup>15</sup>, observó que los pesos al destete para los corderos criados por ovejas que recibieron 600 g maíz antes del parto y durante la lactancia fueron mayores a los registrados en el presente estudio para las ovejas que consumieron 650 gr antes del parto y durante la lactancia ( $15.6 \pm 0.01$  y  $9.6 \pm 0.1$ , respectivamente). En sí, los corderos de Lira<sup>15</sup> consumieron mayor cantidad de alimento que los del presente ensayo (312 g vs 142 g diarios). Esta diferencia en consumo, puede estar fuertemente relacionada con el manejo de los corderos, ya que Lira<sup>15</sup> mantuvo permanentemente los corderos en estabulación, solo las madres salieron al potrero, lo que posiblemente obligó a los corderos a consumir mayor cantidad de alimento, además que así estuvieran menos expuestos a la infestación por parásitos. Por el contrario, el cordero mantenido junto a su madre en el potrero, como fue el caso del presente estudio, siempre se mantuvieron cerca de la oveja mientras ésta pasta y solo consumen alimento cuando las madres van al área de sombra, lugar donde se ubicó el comedero de trampa (área creep feeding), como fue el caso del presente ensayo, en que los corderos únicamente se les separaba de sus madres cuando estas eran llevadas al corral de manejo para que recibieran su ración alimenticia.

La mortalidad de corderos durante la lactancia disminuyó a medida que se aumentó la cantidad de maíz quebrado. Sin embargo, el efecto lineal del nivel de complemento no fue significativo tan solo 0.0019, lo que parece indicar que la complementación posparto influyó más en la mortalidad durante la lactancia, que la complementación preparto.

En ovinos de pelo el rango de la tasa de mortalidad de corderos durante la lactancia fluctúa del 10 al 25%.<sup>73-75</sup> Cuando mejora la nutrición de la oveja durante la gestación también se reduce la mortalidad de los corderos entre 11 y 23 %.<sup>71</sup> En borregos Pelibuey, Valencia y González<sup>76</sup> mencionaron tasas de mortalidad en la lactancia de 11%, siendo la primera semana cuando hay mayor incidencia (5.3%).

Un estudio retrospectivo (1979-1998) efectuado con el rebaño Pelibuey del CEIEGT<sup>77</sup>, se estableció un porcentaje promedio de mortalidad de 16.8% siendo la mortalidad del 16.5% para la época de sequía (marzo-junio). Asimismo, cuando el manejo del pastoreo fue de alta densidad la mortalidad durante la lactancia fue de 23%, resultados que comparados con los del presente experimento también realizado en la época de sequía y similar manejo del pastoreo, resultan superiores (preparto 13% y posparto 11%).

## 9. CONCLUSIONES

La complementación con maíz quebrado en ovejas mantenidas en condiciones de pastoreo:

1. Durante las últimas semanas de gestación mejoró la cantidad de calostro al parto y el contenido de lactosa en comparación con las ovejas que fueron alimentadas únicamente con forraje.
2. Durante la crianza reduce la tasa de mortalidad de los corderos y mejora la condición corporal al destete de la oveja.



## **10. RECOMENDACIONES.**

1. Es conveniente evaluar las concentraciones de glucosa, insulina, factor de crecimiento similar a insulina (IGF-1) y beta hidroxibutirato en sangre debido a que estos parámetros nos ayudaran a conocer y evaluar mejor el estado nutricional de las ovejas antes y después del parto.
2. Evaluar los hábitos de pastoreo y la composición nutricional del forraje consumido de las ovejas en el último tercio de gestación cuando se suministrar una fuente de carbohidratos de alta digestibilidad.
3. Evaluar la complementación con otras fuentes de carbohidratos de alta digestibilidad, más accesibles en la región y con precios accesibles.
4. Comparar diferentes prácticas de manejo alimenticio del cordero lactante, para determinar el efecto de dicho manejo en la productividad del cordero al destete.

## 11. REFERENCIAS

1. Martin GB, Milton JTB, Davidson RH, Banchemo GEH, Lindsay DR, Blache D. Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Anim Prod Sci* 2004; 82-83: 31-246.
2. Geenty KG, Rattray PV. The energy requirements of grazing sheep and cattle. In: Nicol, AM. editor. *Livestock feeding on pasture*. New Zealand Society of Animal Production Occasional Publication 10. 1987:39-53.
3. Robinson JJ. Nutrition of the pregnant ewe. In: Haresign W, editor. *Sheep Production*. London: Butterworths, 1983: 111-131.
4. Darrell IR, Debra CR, Pugh DG. Feeding and Nutrition. In: Pugh DG, editor. *Sheep and Goat Medicine*, Philadelphia, Saunders. 2002:19-68.
5. Banchemo GE, Quintans G, Martin GB, Milton JTB, Lindsay DR. Nutrition and colostrums production in sheep. 1. Metabolic and hormonal responses to a high-energy supplement in the final stages of pregnancy. *Reprod Fertil Dev* 2004; 16: 633-643a.
6. Banchemo GE, Quintans G, Martin GB, Milton JTB y Lindsay DR. Nutrition and colostrums production in sheep. 2. Metabolic and hormonal responses to different energy sources in the final stages of pregnancy *Reprod Fertil Dev* 2004; 16: 645-653b.
7. Geenty KG. A guide to improved lambing percentage for farmer and ad advisors. *Wool of New Zealand and the New Zealand Meat Producers Board*. Palmerston North, New Zealand, 1997.

8. McNeill DM, Ehrhardt RA, Smith DA, Bell AW. Protein requirements of sheep in late pregnancy: Partitioning between gravid uterus and maternal tissues. *J. Anim. Sci.* 1997; 75: 809-816.
9. Minson, DJ. Nutritional differences between tropical and temperate pastures. In: Morley FWH, editor. *Grazing animals*. Amsterdam; The Netherlands: Elsevier Scientific Publishing, 1981: 143-158.
10. Shimada MA. *Nutricion Animal*. 1<sup>era</sup> ed. México, D.F: Trillas, 2003.
11. National Research Council of the National Academies. *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. 1<sup>era</sup> ed. Washington (D.C): The National Academies Press, 2006.
12. Murphy PM, McNeill DM, Fisher JS, Lindsay DR. Strategic feeding of Merino ewes in late pregnancy to increase colostrum production. *Anim. Prod. Aust.* 1996; 21: 227–230.
13. Pattinson SE, Davies DAR, Winter AC. Changes in the secretion rate and production of colostrum by ewes over the first 24 h post partum. *Anim Sci* 1995; 61: 63-68.
14. Goursaud AP, Nowak R. Colostrum mediates the development of mother preference by the new born lamb. *Physiol Behav* 1999; 67: 49–56.
15. Lira RGG. Efecto del suministro de concentrado o maíz quebrado en ovejas tabasco pre y posparto sobre parámetros productivos y reproductivos (tesis de licenciatura). Distrito Federal, México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2008.

16. Servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP) Resumen nacional: Población ganadera 1996-2005 (ovinos). Citado Enero 2009. Disponible: <http://www.siap.gob.mx/ventana.php?idLiga=991&tipo=1>
17. Servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP) Por Estados: Población ganadera 1996-2005 (ovinos). Citado Enero 2009. Disponible: <http://www.siap.gob.mx/ventana.php?idLiga=993&tipo=1>
18. Estimación de la disponibilidad per cápita 1990–2005. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca y Alimentación. Actualizado: Septiembre 10, 2008. Disponible: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/DPcar.htm>
19. Estimación del consumo nacional aparente 1990–2005, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca y Alimentación. Actualizado: Mayo 14, 2007. Disponible: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/CNAovi.htm>
20. Soto M, Delgado M, Cuellar A. Situación de la Ovinocultura en México. Cordero supremo asesoría integral, Artículo en PDF, Disponible: <http://www.corderosupremo.com/art01.pdf>
21. Servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP) Resumen nacional: Producción, Precio, Valor de animales sacrificados y pesos 2007, citada Enero 2009. Disponible: <http://www.siap.gob.mx/ventana.php?idLiga=1245&tipo=1>
22. Servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP) Resumen nacional: Producción, Precio, Valor de animales sacrificados y peso de carne en canal 2005, citada Enero 2009. Disponible: <http://www.siap.gob.mx/ventana.php?idLiga=1246&tipo=1>

23. Alegre MB, Cesa A, Clifton G. Mortalidad perinatal de corderos en el Sur de la provincia de Santa Cruz. *Revista Idia XXI: Ovinos*, 2004 (7), 63-66. (Informe técnico INTA EEA Santa Cruz)
24. Nava LVM, Oliva HJ, Hinojosa CJA. Mortalidad de los ovinos de pelo en tres épocas climáticas en un rebaño comercial en la Chontalpa, Tabasco, Mexico. *Universidad y Ciencia, Tropico Humedo*, 2006, 22(2): 119-129.
25. Manazza J. Salvando corderos. INTA-EEA Balcarce, Sistema de Información Técnica, Agosto 2005. Disponible: <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/ovinos/sanidad/corderos.htm>
26. Outhose JB. Técnicas de manejo de ovinos. Battaglia RA & Mayrose VB, editors. *Técnicas de manejo para Ganado y aves de corral (Bovinos, equino, ovino, porcino, caprino y aviar)*. D.F: Noriega editores, 1991: 383-430.
27. Robinson JJ. Nutrición de la oveja preñada. In Harensing, W. *Produccion ovina*, London, editors Butterwor. 1989:117-137.
28. Mellor DJ, Murray L. Effects on the rate increase in fetal girth of refeeing ewes after short periods of severe undernutrition during late pregnancy. *Research Veterinary Science*, 1982; 32: 3377-382.
29. Church, DC, Pond WG y Pond KR. *Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales*. 2ª Ed. México: UTEHA Wiley, 2002.
30. Wallece JM, Milne JS, Aitken RP. The effect of overnourishing singleton-bearing adult ewes on nutrient partitioning to the gravid uterus. *British Journal of Nutrition*, 2005; 94(4): 533-539.

31. Purroy UA, Jaime MC. Alimentación del Ganado ovino de carne. In: Buxade C. Zootecnia (Bases de producción animal) España, Ediciones Mundi-Prensa, tomo VIII, 1996: 113-126.
32. Mellor DJ, Murray L. Effects of maternal nutrition on udder development during late pregnancy and on colostrums production in Scottish Blackface ewes with twin lambs. *Res. Vet. Sci*, 1985; 39: 230-234.
33. Mellor DJ, Murray L. Effects of maternal nutrition on udder development during late pregnancy and on availability of energy in the body reserves of fetuses at term and in colostrum from in Scottish Blackface ewes with twin lambs. *Res. Vet. Sci*, 1985; 39: 235-240.
34. Heap RB, Fleet IR, Hamon M, Booth JM, Chaplin VM. Hormone changes in milk at the onset of lactogenesis and parturition in Friesland sheep. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*. 1986; 106:265-269.
35. Olivera M, Ferrugem MJC. Gestación. In: Galina C, Valencia J, Bayard P, editors. *Reproducción de los animales domésticos*. México: Limusa, 2008: 165-174.
36. Placentation, the endocrinology of gestation and parturition. In: Senger PL. *Pathways to pregnancy and parturition*. USA: 2003: 304-325.
37. Speroff L, Glass RH, Kase NG. *Clinical Gynecologic Endocrinology and Infertility*. 6<sup>th</sup> ed. Williams & Wilkins. Philadelphia, Pennsylvania, 2005.
38. Pattinson SE, Thomas EW. The effect of sire breed on colostrum production of crossbred ewes. *Livestock Production Science*, 2004; 86: 47-53.

39. Hafez ESE, Jainudeen MR & Rosnina Y. Hormonas, factores de crecimiento y reproducción. In: Hafez ESE & Hafez B, editors. Reproducción e Inseminación Artificial en animales. D. F: Mc Graw Hill, 2002: 33-55.
40. Cannas A, Tedeschi LO, Fox DG, Pell AN and Van Soest PJ. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. *J Anim Sci* 2004; 82: 149-169.
41. National Research Council. Nutrient requirements of sheep. 6<sup>th</sup> Ed. Washington (D.C): The National Academies Press, 1985.
42. Robinson JJ. Nutritional requirement of pregnant and lactating ewe. In: Land RB, Robinson DW, editors. Genetics of Reprodución in Sheep. London: Butterworths, 1985: 361-370.
43. Ocak N, Cam MA, Kuran M. The effect of high dietary protein levels during late gestation on colostrum yield and lamb survival rate in singleton-bearing ewes. *Small Ruminant Research*, 2005; 56: 89-94.
44. Annett RW, Carson Af, Dawson LER. The effect of digestible undegradable protein (DUP) content of concentrates on colostrums production and lamb performance of triplet-bearing ewes on grass-based diets during late pregnancy. *Anim Sci*, 2005; 80:101-110.
45. Dawson LER, Carson AF, Kilpatrick DJ. The effect of the digestible undegradable protein concentration of concentrates and protein source offered to ewes in late pregnancy on colostrum production and lamb performance. *Anim Feed Sci and Tech*, 1999; 82: 21-36.
46. Cavestany D. Parto. In: Galina C, Valencia J, Bayard P, editors. Reproducción de los animales domésticos. México: Limusa, 2008: 175-187.

47. Jainudeen MR, Hafez ESE. Gestación, fisiología prenatal y parto. In: Hafez ESE & Hafez B, editors. Reproducción e Inseminación Artificial en animales. D. F: Mc Graw Hill, 2002: 144-159.
48. Ham AW, Cormack DH. Tratado de Histología. 8<sup>th</sup> ed. México; Interamericana, 1985.
49. The puerperium and Lactation. In: Senger PL. Pathways to pregnancy and parturition. Philadelphia, USA; 2003: 326-345.
50. Akers RM. Lactation and the mammary gland. 1<sup>era</sup> ed. Iowa, USA: Iowa State Press, 2002.
51. Avila TS, Romero L. Anatomía y fisiología de la glándula mamaria. In: Avila TS, Gutierrez ChA, editores. Producción de Ganado Lechero. Mexico DF: FMVZ-UNAM, 2006: 217-251.
52. Tizard IR. Inmunología Veterinaria. 2<sup>nd</sup> ed. D. F. Mexico: Mc Graw Hill, 2002.
53. Nowak R, Poindron P. From birth to colostrum: early steps leading to lam survival. *Reprod. Nutr. Dev.* 2006; 46: 431 – 446.
54. Hadjipanayiotou M. Composition ewe, goat and cow milk and of colostrum of ewes and goats. *Small Ruminant Research*, 1995; 18: 255 - 262.
55. Morrical D, Hartwig NR, Youngs C. Colostrum and Health of newborn lambs. Sheep management, Fact Sheet no.12. Iowa State University, University Extension. Ames Iowa; 1995.
56. La glándula mamaria. In: Cunningham JG editor. Fisiología veterinaria. España, Madrid: Elsevier, 200: 406-402.
57. Avendaño RJ, Imbarach AG. Efecto de la suplementación durante el parto sobre algunos parámetros productivos y reproductivos de la oveja Suffolk-



- Down y su cordero en el secano interior de la provincia de Cauquenes. Agricultura Técnica 2002; 62.
58. Castellanos RA, Valencia ZM. Estudio cuantitativo y cualitativo de la producción láctea de las borregas Pelibuey. Producción Animal Tropical, 1982; 7: 245.
59. Partida de la PJA, Martínez RL. Comportamiento de borregos Pelibuey alimentados con dos niveles de energía en cuatro periodos de crecimiento. Técnica Pecuaria México, 1992; 30: 1-11.
60. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), El maíz en la nutrición humana (Colección FAO: Alimentación y nutrición, N°25), Roma (Italia); 1993.
61. García, E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM, 1973.
62. AOAC, Official Methods of Analysis, 16<sup>th</sup> ed. Association of Analytical Chemists, Arlington, VA, USA, 1995.
63. Haydock KP and Shaw NH. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb 1975;15, 663-667.
64. Goering HK, Van Soest PJ. Forage Fiber Analyses (Apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications). Agriculture Handbook No. 379. Washington, D. C.: Agricultural Research Service/United States Department of Agriculture; 1970.
65. Russel A. Body condition scoring of sheep. In Practice 1984; 6: 91-93
66. SAS Institute Inc. SAS/STAT® Software: Changes and Enhancements, Release 8.1. Cary, NC: SAS Institute Inc.; 2000.

67. Navarro FR. Introducción a la bioestadística. Análisis de variables binarias. 1<sup>er</sup> Ed. México D.F: McGraw-Hill, 1988.
68. Banchemo GE, Clariget RP, Bencini R, Lindsay DR, Milton JTB, Martin GB. Endocrine and metabolic factors involved in the effect of nutrition on the production of colostrum in female sheep. *Reprod Nutr Dev* 2006; 46: 447-460.
69. Thomas VM, McInerney MJ, Kott RW. Influence of body condition and lasalocid during, late gestation on blood metabolites, lamb birth weight and colostrum composition and production in Finn-Cross Ewes. *J Anim Sci* 1988; 66: 783-791.
70. Pérez HR. Influencia de factores ambientales y parámetros genéticos del comportamiento predestete en ovinos Tabasco bajo Pastoreo en el trópico húmedo (Tesis de Maestría). Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán, 1995.
71. Fernández EGQ. Efecto de la suplementación con o sin lasolacida sódica sobre los parámetros productivos de corderos Pelibuey y la condición corporal de la madre durante la lactancia en el trópico húmedo de México (Tesis de Licenciatura). Querétaro, México: Universidad Autónoma de Querétaro, 2002.
72. Lozano CL. Estrategias de suplementación de corderos Tabasco durante la lactancia en trópico húmedo (Tesis de Licenciatura). Veracruz, México: Universidad Veracruzana, 1992.
73. Fitzhugh HA and Bradford GE. Productivity of hair cheep and opportunities for improvement. In: Fitzhugh HA and Bradford GE, editors. Hair sheep of Western African and the Americas. A Genetic Resource for the Tropics. Colorado: Westview Press, 1983: 23-52.

74. Cruz LC. Planeación de la producción y desarrollo del rebaño. Memorias del curso: Producción sustentable de ovinos tropicales; 1999 octubre 13-15 Veracruz (Veracruz) México. México (Querétaro): Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinocultura, AC, 1999: 19-28.
75. Dutra QF. Nuevos enfoques sobre la mortalidad perinatal de corderos. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2007, Vol. 15 (1): 288-289.
76. Valencia ZM and González PE. Pelibuey Sheep in Mexico. In: Fitzhugh HA and Bradford GE, editors. Hair sheep of Western African and the Americas. A Genetic Resource for the Tropics. Colorado: Westview Press, 1983: 55-78.
77. Ortíz AJ. Estudio de algunos factores que afectan la sobrevivencia de corderos Tabasco o Pelibuey durante la lactancia bajo pastoreo en el trópico húmedo (Tesis de Licenciatura). Oaxaca, México: Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca, 2000.

# 12. FIGURAS

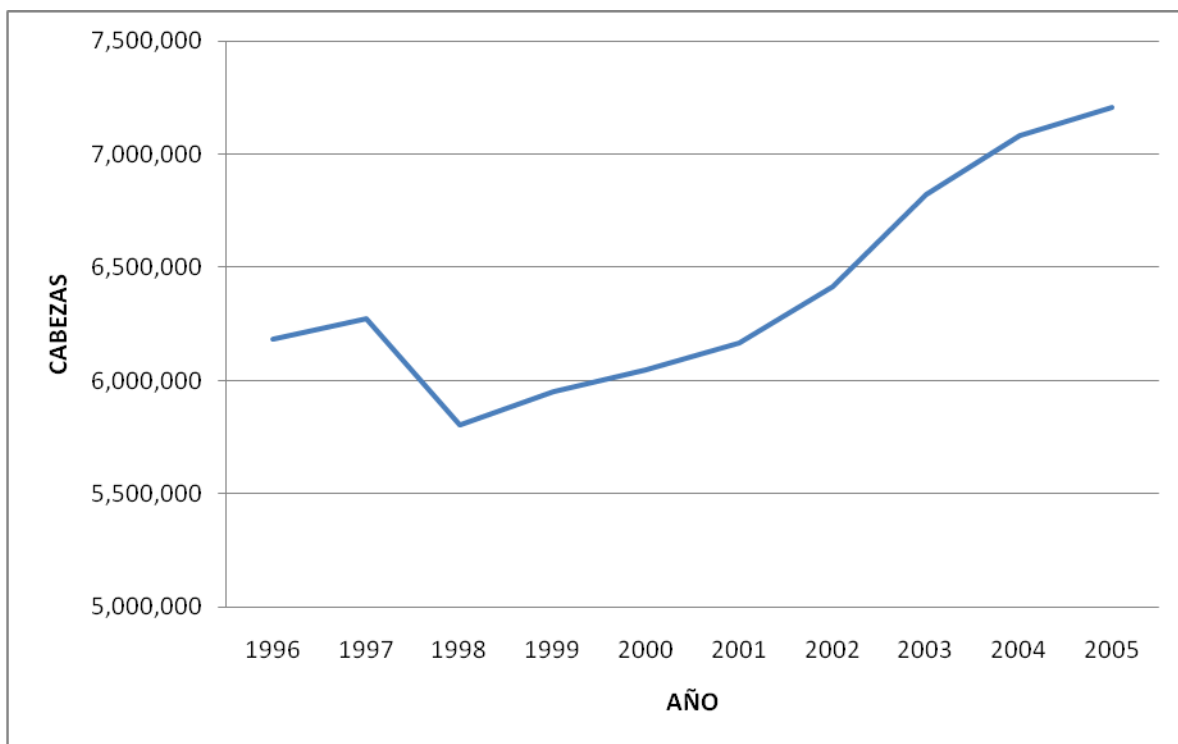


Figura 1. Población de Ovinos en México de 1996 a 2005 (SIAP-SAGARPA, 2009).

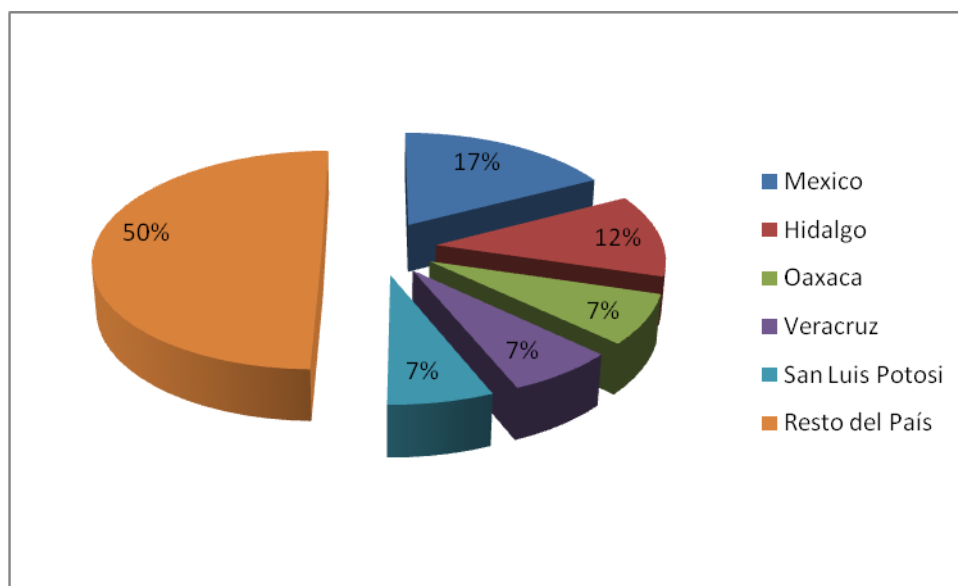


Figura 2. Distribución de población ovina en México 2005 (SIAP-SAGARPA, 2009)

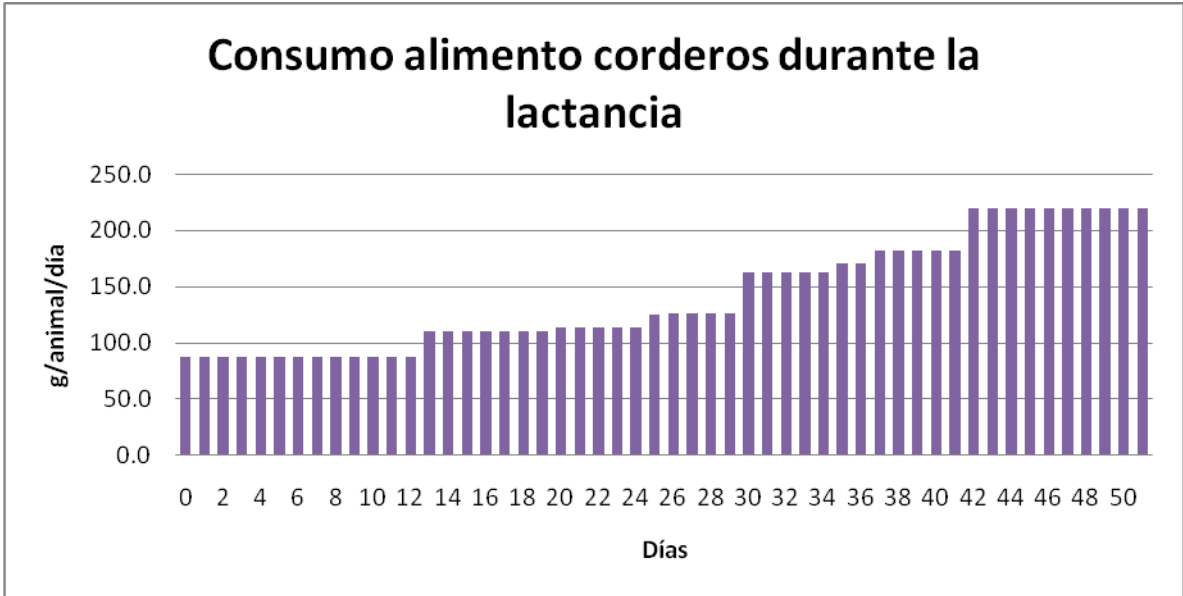


Figura 3. Consumo de alimento por cordero al día durante la lactancia

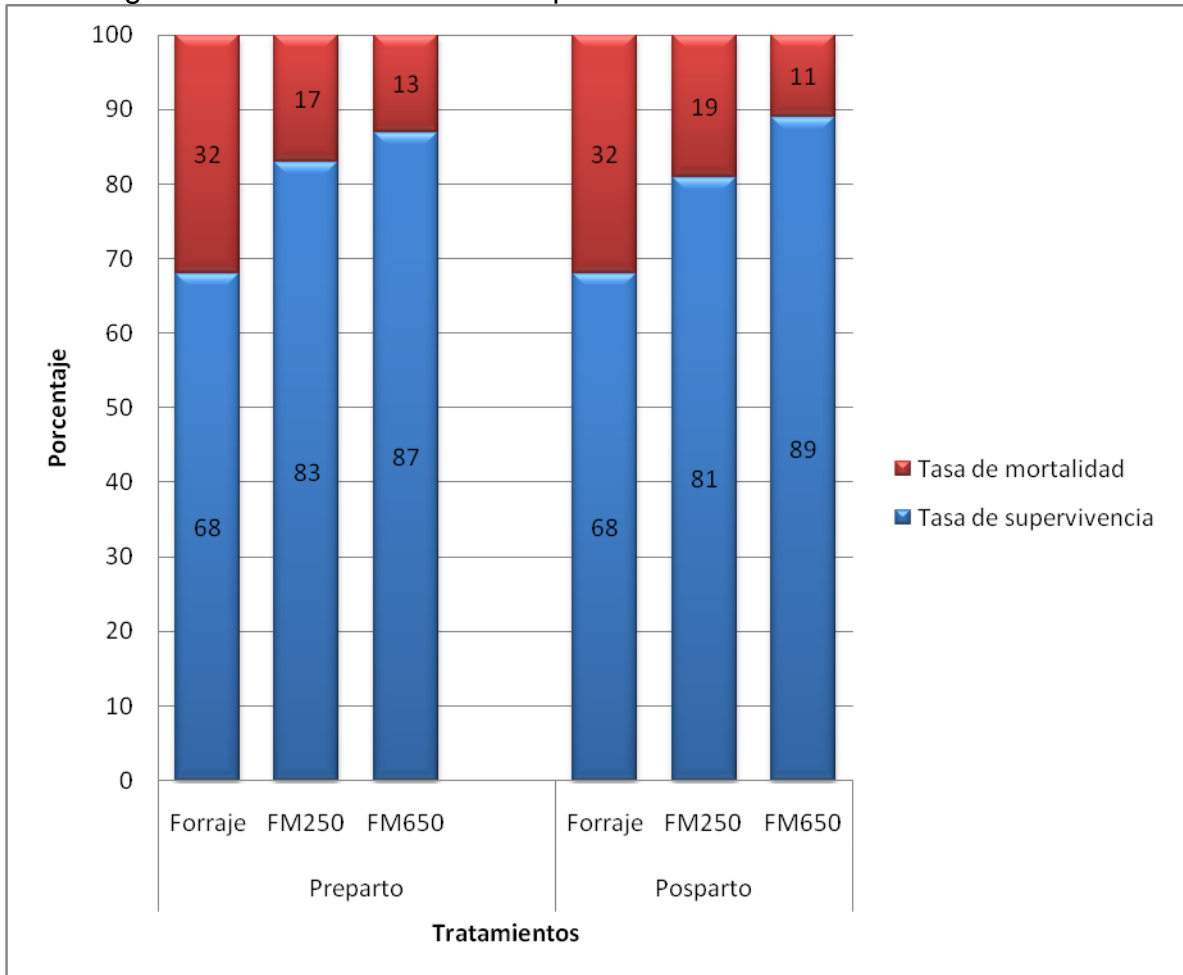


Figura 4. Efecto de la complementación con maíz quebrado antes del parto y durante la lactancia en la oveja sobre la tasa de mortalidad de sus corderos.

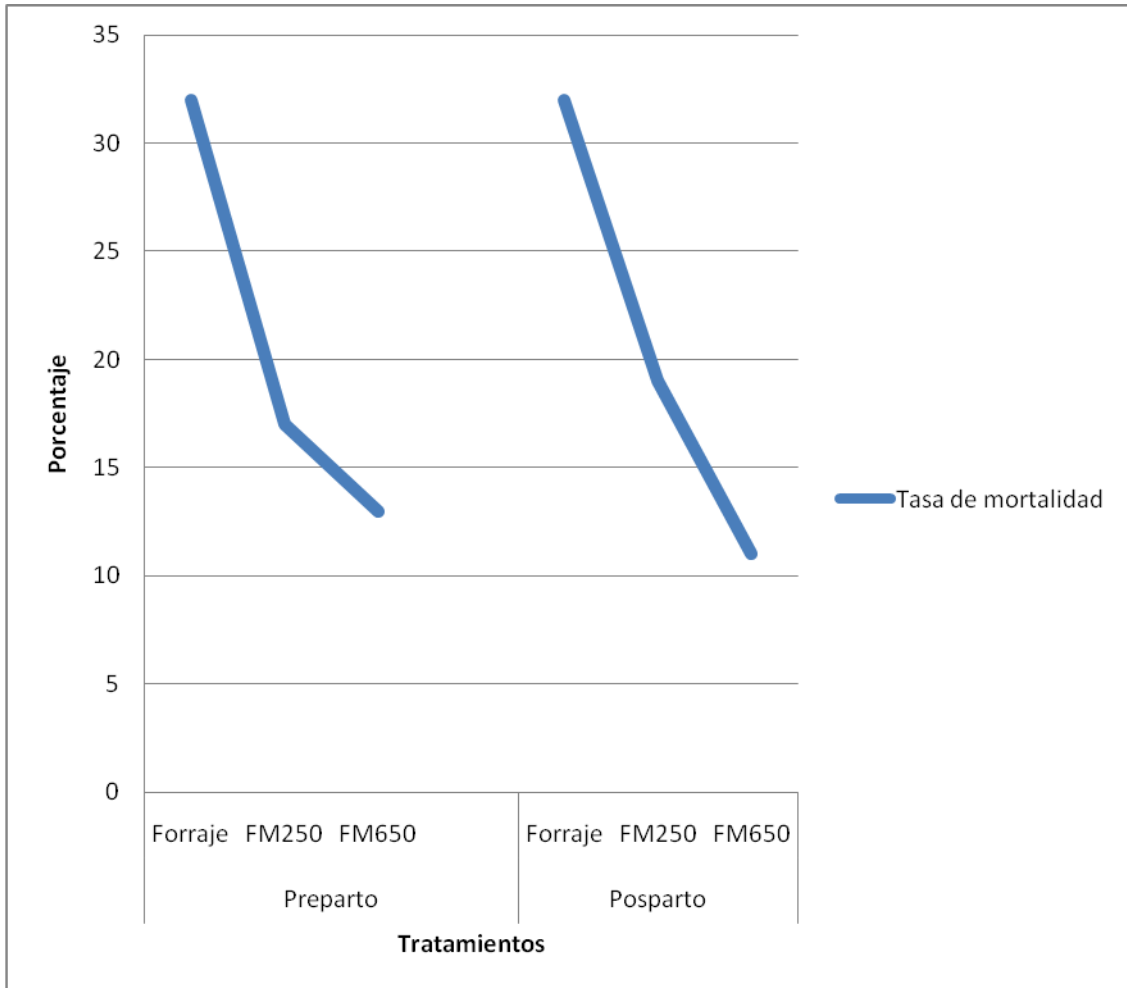


Figura 5. Tendencia lineal entre la complementación con maíz quebrado antes del parto (preparto) y durante la lactancia (posparto) en la oveja sobre la tasa de mortalidad de sus corderos.

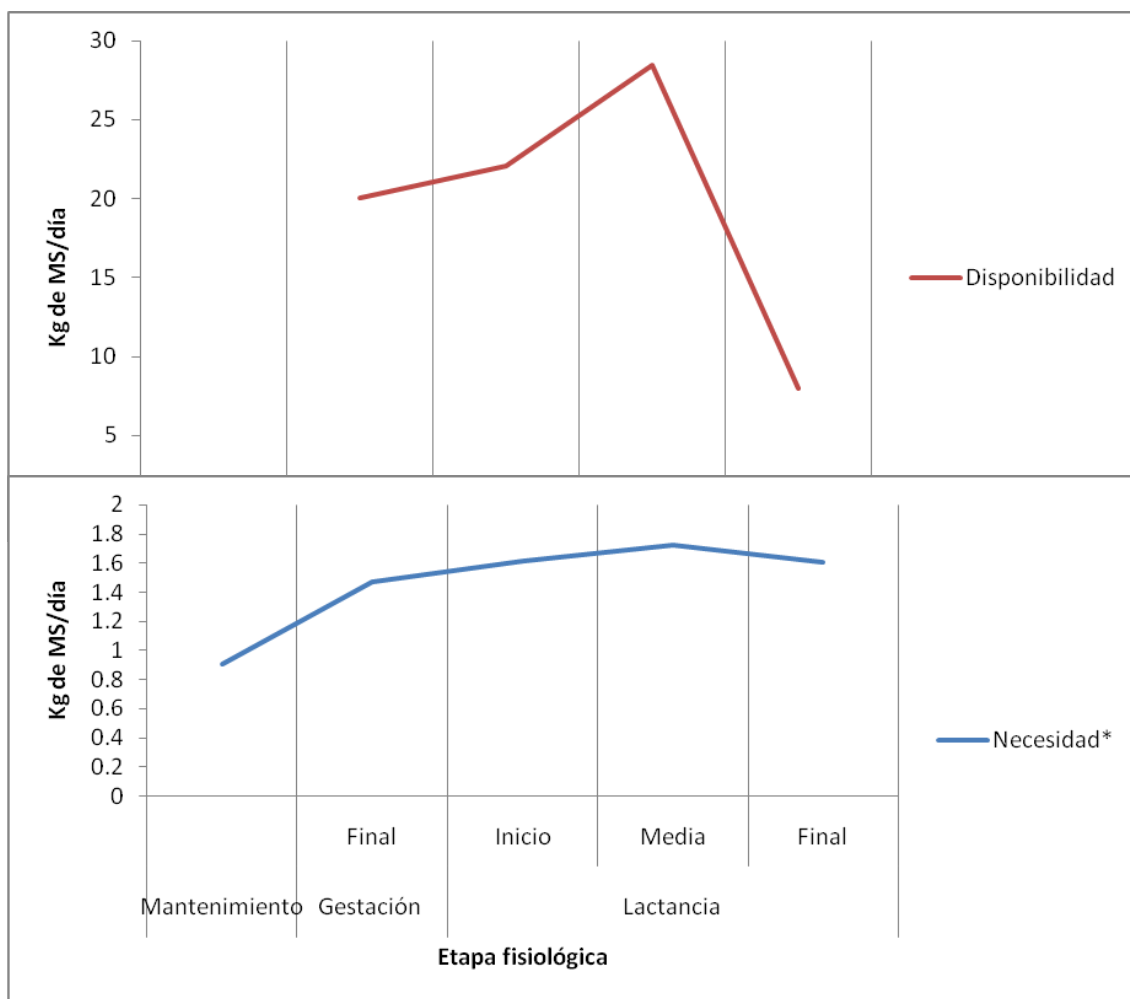


Figura 6. Cantidad de MS disponible y necesaria para cubrir las necesidades de las ovejas en las diferentes etapas fisiológicas (Table 15-1. Nutrient Requirements of sheep, mature ewes and rams and yearlings maintenance and lactation, NRC 2006)



# 13. CUADROS

**Cuadro 1**  
**Distribución de los animales en los diferentes tratamientos.**

Preparto		Posparto	
Tratamiento	N	Tratamiento	n
Forraje	12	Forraje	12
FM250	30	FM250-FM250	15
		FM250-FM650	15
FM650	30	FM650-FM650	15
		FM650-FM250	15

**Cuadro 2.**  
**Promedio de peso, cambio de peso, condición corporal de las ovejas y peso de la camada al parto.**

Tratamiento	n	Inicial		Parto		Cambio de peso	Camada
		kg ± E.E	CC ± E.E	kg ± E.E	CC ± E.E	g/día ± E.E	kg ± E.E
<b>Forraje</b>	12	41.6 ± 1.3	1.9 ± 0.1	36.8 ± 1.3	1.7 ± 0.1	- 276 ± 42	4.0 ± 0.4
<b>FM250</b>	27	41.4 ± 0.9	1.9 ± 0.1	36.3 ± 0.9	1.70 ± 0.1	-306 ± 46	3.9 ± 0.2
<b>FM650</b>	25	41.1 ± 0.8	1.9 ± 0.1	36.2 ± 0.8	1.93 ± 0.1	-270 ± 32	4.0 ± 0.4
<b>Promedio General</b>	64	41.3 ± 0.6	1.9 ± 0.1	36.3 ± 0.5	1.8 ± 0.1	- 287 ± 24	4.0 ± 0.2

**Cuadro 3.**  
**Promedio de peso, cambio de peso y peso de la camada de las ovejas al parto ajustados por edad y tipo de gestación.**

Tratamiento	n	Inicial		Parto		Cambio de peso	Camada
		kg ± EE	CC ± EE	kg ± EE	CC ± EE	g/día ± EE	Kg ± EE
<b>Forraje</b>	12	41.6 ± 0.6	1.9 ± 0.1	36.5 ± 0.9	1.6 ± 0.1 <sup>a</sup>	- 285 ± 60	4.1 ± 0.3
<b>FM250</b>	27	41.4 ± 0.5	1.9 ± 0.8	36.0 ± 0.7	1.6 ± 0.1 <sup>a</sup>	- 317 ± 44	4.00 ± 0.2
<b>FM650</b>	25	41.20 ± 0.46	1.96 ± 0.08	36.32 ± 0.65	1.9 ± 0.1 <sup>b</sup>	- 263 ± 43	3.9 ± 0.2

Medias con diferente literal en cada columna, son significativamente diferentes (P<0.05)

**Cuadro 4**  
**Producción de calostro al parto, a las 6, 12 y 18 horas posparto.**

Tratamiento	Al parto (ml ± EE)	Del Parto – 6 hs (ml ± EE)	6 – 12 hs (ml ± EE)	12 – 18 hs (ml ± EE)
<b>Forraje</b>	28.3 ± 7 <sup>a</sup>	63.9 ± 14	80.2 ± 15	72.8 ± 11
<b>FM250</b>	69.0 ± 12 <sup>ab</sup>	72.4 ± 11	89.2 ± 10	84.6 ± 10
<b>FM650</b>	87.9 ± 10 <sup>b</sup>	92.3 ± 11	82.0 ± 10	68.3 ± 7
<b>Total</b>	62.77 ± 7	77.5 ± 7	85.0 ± 6	76.7 ± 6

Medias con diferente literal en cada columna, son significativamente diferentes (P<0.05)

**Cuadro 5****Composición de calostro del parto a las 18 horas de las ovejas alimentadas con los tres tratamientos.**

Tratamiento	Muestra	Sólidos totales (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)
<b>Forraje</b>	Al parto	22.6 ± 1.9	9.8 ± 1.2	14.6 ± 1.8	6.0 ± 1.2 <sup>a</sup>
	6	20.6 ± 1.2	5.0 ± 1.1	13.5 ± 1.3	5.3 ± 0.4
	12	15.5 ± 1.2	8.5 ± 1.0	9.0 ± 1.1	5.1 ± 0.4
	18	13.4 ± 0.6	7.4 ± 0.9	7.4 ± 0.6	4.9 ± 0.3
<b>FM250</b>	Al parto	22.9 ± 1.0	8.6 ± 0.8	16.1 ± 0.9	4.8 ± 0.04 <sup>b</sup>
	6	17.5 ± 0.8	8.0 ± 0.4	11.3 ± 0.7	4.7 ± 0.03
	12	14.2 ± 0.8	7.4 ± 0.6	8.4 ± 0.7	4.6 ± 0.04
	18	11.2 ± 0.6	7.2 ± 0.5	5.9 ± 0.5	4.4 ± 0.04
<b>FM650</b>	Al parto	24.3 ± 0.8	9.3 ± 0.8	17.5 ± 0.7	4.8 ± 0.04 <sup>b</sup>
	6	18.2 ± 0.8	9.97 ± 0.9	11.8 ± 0.7	4.7 ± 0.04
	12	13.4 ± 0.8	8.0 ± 0.9	7.8 ± 0.8	4.5 ± 0.06
	18	11.6 ± 0.6	7.2 ± 0.7	6.2 ± 0.5	4.5 ± 0.04
<b>Total</b>		16.7 ± 0.4	8.1 ± 0.2	10.6 ± 0.3	4.7 ± 0.05

Medias con diferente literal en cada columna, son significativamente diferentes (P&lt;0.05)

**Cuadro 6**  
**Promedio de peso, cambios de peso, condición corporal de las ovejas durante la lactancia y el peso de la camada al destete.**

Tratamiento	n	Parto		N	Destete*		Cambio de peso/día (g ± EE)	Camada Kg ± EE
		Kg ± EE	CC ± EE		Kg ± EE	CC ± EE		
<b>Forraje</b>	12	36.8 ± 1.3	1.7 ± 0.1	10	39.1 ± 0.9	1.6 ± 0.1	24 ± 15	14.5 ± 1.6
<b>FM250-250</b>	13	37.4 ± 1.2	1.8 ± 0.1	13	37.6 ± 0.1	1.7 ± 0.1	10 ± 14	16.5 ± 1.4
<b>FM250-650</b>	14	35.2 ± 1.3	1.7 ± 0.1	14	38.9 ± 0.8	2.0 ± 0.1	64 ± 16	16.7 ± 1.9
<b>FM650-250</b>	14	35.9 ± 0.8	1.9 ± 0.1	14	38.2 ± 1.4	1.9 ± 0.1	23 ± 9	16.5 ± 1.3
<b>FM650-650</b>	13	36.5 ± 1.3	2.0 ± 0.1	13	40.4 ± 1.1	2.4 ± 0.2	36 ± 9	18.01 ± 1.4
<b>Promedio General</b>	66	36.3 ± 0.5	1.9 ± 0.1	64	39.0 ± 0.5	2.0 ± 0.1	32 ± 6	16.54 ± 0.7

\*Peso ajustado a 70 días

**Cuadro 7**  
**Promedio de peso, cambios de peso y condición corporal ajustados de las ovejas durante la lactancia.**

Tratamiento	n	Parto <sup>1</sup>		n	Destete <sup>*2</sup>		Cambio de peso/día <sup>2</sup> g ± EE	Camada <sup>2</sup> Kg ± EE
		Kg ± EE	CC <sup>1</sup> ± EE		Kg ± EE	CC <sup>2</sup> ± EE		
<b>Forraje</b>	11	36.2 ± 1.1	1.5 ± 0.1	11	38.8 ± 1.2	1.4 ± 0.2 <sup>a</sup>	16.0 ± 21.6	15.8 ± 1.1
<b>FM250-250</b>	13	36.4 ± 1.1	1.5 ± 0.1	13	37.9 ± 1.4	1.5 ± 0.2 <sup>c</sup>	1.5 ± 17.2	17.0 ± 1.0
<b>FM250-650</b>	14	35.0 ± 1.1	1.5 ± 0.1	14	39.5 ± 1.4	1.9 ± 0.2 <sup>bd</sup>	47.3 ± 16.9	17.3 ± 1.0
<b>FM650-250</b>	14	36.0 ± 1.1	1.8 ± 0.1	14	39.0 ± 1.4	1.7 ± 0.2 <sup>e</sup>	11.1 ± 15.1	16.1 ± 0.9
<b>FM650-650</b>	13	36.1 ± 1.1	1.9 ± 0.1	13	40.4 ± 1.4	2.3 ± 0.2 <sup>bdf</sup>	24.3 ± 18.3	17.2 ± 1.1

\*Peso ajustado a 70 días de lactancia

<sup>1</sup>Ajustados por edad y tipo de parto

<sup>2</sup>Ajustados por edad y tipo de crianza

Medias con diferente literal en cada columna, son significativamente diferentes (P<0.05)



**Cuadro 8**  
**Promedio de peso al nacer, al destete y ganancia diaria de peso (gdp) de corderos procedentes de madres con diferentes estrategias de alimentación.**

<b>Tratamiento</b>	<b>n</b>	<b>Peso nacer (Kg ± EE)</b>	<b>N</b>	<b>Peso destete (Kg ± EE)</b>	<b>GDP (g ± EE)</b>
<b>Forraje</b>	19	2.5 ± 0.2	13	11.1 ± 0.1	121 ± 12
<b>FM250-250</b>	20	2.6 ± 0.1	18	12.2 ± 0.7	135 ± 9
<b>FM250-650</b>	24	2.2 ± 0.1	20	11.7 ± 0.5	131 ± 7
<b>Total FM250</b>	44	2.4 ± 0.1			
<b>FM650-250</b>	25	2.3 ± 0.1	20	11.5 ± 0.6	129 ± 7
<b>FM650-650</b>	21	2.4 ± 0.1	20	11.7 ± 2.6	132 ± 7
<b>Total FM650</b>	46	2.3 ± 0.1			
<b>Promedios generales</b>	109	2.4 ± 0.1	91	11.7 ± 0.3	130 ± 4

**Cuadro 9**  
**Promedio de peso al nacer, al destete y ganancia diaria de peso (gdp) ajustados de corderos procedentes de madres con diferentes estrategias de alimentación.**

<b>Tratamiento</b>	<b>n</b>	<b>Peso nacer<sup>1</sup> (Kg ± EE)</b>	<b>N</b>	<b>Peso destete<sup>2</sup> (Kg ± EE)</b>	<b>GDP<sup>2</sup> (g ± EE)</b>
<b>Forraje</b>	19	2.2 ± 0.1	13	8.8 ± 0.6	94 ± 10
<b>FM250-250</b>	20	2.1 ± 0.1	18	9.7 ± 0.6	107 ± 8
<b>FM250-650</b>	24	2.0 ± 0.1	20	10.2 ± 0.6	114 ± 7
<b>FM650-250</b>	25	2.1 ± 0.1	20	9.7 ± 0.6	107 ± 7
<b>FM650-650</b>	21	1.8 ± 0.1	20	9.6 ± 0.5	108 ± 7

1. Ajustado por sexo y tipo de nacimiento.
2. Ajustado por sexo, tipo de nacimiento y crianza y edad de la madre

**Cuadro 10**

**Materia seca disponibles & Materia seca necesaria para cubrir las necesidades en ovejas**

Etapa fisiológica		Necesidad* (Kg MS/día)	Disponibilidad (Kg MS/día)
<b>Mantenimiento</b>		0.91	
<b>Gestación</b>	Final	1.47	20.0
	Inicio	1.61	22.1
<b>Lactancia</b>	Media	1.72	28.4
	Final	1.6	8.0

\* Oveja de 50 kg, gestando o amamantando a 2 corderos (NRC, 2006)

# 14. ANEXOS

---

**ANEXO I****Bloqueo por peso, condición corporal, edad y número de fetos.**

Bloque	Peso	CC	Edad (año de nacimiento)					Número de fetos		
			6 (2002)	5 (2003)	4 (2004)	3 (2005)	2 (2006)	1	2	3
<b>BLQ 1</b>	45.9 ± 2.1	2.1 ± 0.5	2	2	8	12	0	2	19	3
<b>BLQ 2</b>	41.3 ± 1.3	1.9 ± 0.3	3	1	2	15	3	2	21	1
<b>BLQ 3</b>	35.7 ± 2.8	1.7 ± 0.2	0	2	2	4	16	2	19	3

---

**ANEXO II****Análisis de  $X^2$  antes del parto**

Ji-cuadrada Prueba de Independencia

Chi-cuadrada	3.148
Grados de libertad	2
Tamaño de tabla	3 filas, 2 columnas
Valor de P	0.2072

Las variables de fila y la columna no se asociaron significativamente

Ji -cuadrada Prueba de Tendencia

Chi-cuadrada de Tendencia	2.742
Grados de libertad	1
Valor de P	0.0977

No existe una clara tendencia lineal entre las categorías que definen ordenó las filas y la proporción de sujetos en la columna de la izquierda.

## Resumen de datos

Filas	Total	Porcentaje
1	19	17.12%
2	46	41.44%
3	46	41.44%
total	111	100%

**ANEXO III**  
**Análisis X<sup>2</sup> después del parto**

Ji -cuadrada Prueba de Independencia

Chi-cuadrada		3.859
Grados de libertad		2
Tamaño de tabla	3 filas, 2 columnas	
Valor de P		0.1452

Las variables de fila y la columna no se asociaron significativamente

Ji -cuadrada Prueba de Tendencia

Chi-cuadrada de Tendencia		3.778
Grados de libertad		1
Valor de P		0.0519

No existe una clara tendencia lineal entre las categorías que definen ordenó las filas y la proporción de sujetos en la columna de la izquierda.

Resumen de datos

Filas	Total	Porcentaje
1	19	17.12%
2	47	42.34%
3	45	40.54%
Total	111	100%

Columnas	Total	Porcentaje
Vivos	91	81.98%
Muertos	20	18.02%
Total	111	100%

**ANEXO IV**  
**Consumo individual de alimento durante todo el experimento**

Tratamiento	Media (g)	D. E.
Forraje	0	0
FM250-250	250	3
FM250-650	544	142
FM650-250	333	140
FM650-650	635	37

**ANEXO V**  
**VALOR NUTRICIO DE LA DIETA**

	% PC	Digestibilidad in situ		EM* Mcal/kg MS		% FDN		% FDA		% Lignina		% Ceniza	
		Q	M	Q	M	Q	M	Q	M	Q	Q	Q	M
<b>Maíz</b>	10.5	71.6	90.6	2.8	3.4	52.9	14.1	6.1	3.1	5.6	2.7	0.5	0.3
<b>Forraje</b>	10.1	50.1		1.8		66.7		38.8		12		4.5	

ED=(Digestibilidad in situ)\*18.48 MJ/kg MS

EM=ED\*0.81

1 Mcal = 4.185 MJ

Digestibilidad in situ maíz a 24 h

Digestibilidad in situ forraje 48 h

Q=Quebrado

M=Molido



---

**Anexo VI****Causas de mortalidad en corderos por tratamiento preparto de ovejas**

---

Causa	Tratamiento			
	Forraje	FM250	FM650	total
Desnutrición	1	3	1	5
Síndrome de inanición y exposición	2	1	1	4
Rechazado por la madre (Crianza artificial)	2	-	2	4
Mortinato	-	2	-	2
Enteritis aguda	-	-	1	1
Aplastado por su madre	-	-	1	1
Neumonía	1	-	-	1
Eutanasia por dislocación de cuello	-	1	-	1
Parto distócico	-	1	-	1
Total	6	8	6	20
Corderos nacidos totales	19	46	46	111

---

<b>Anexo VII</b>						
<b>Causas de mortalidad en corderos por tratamiento posparto de ovejas</b>						
<b>Causa</b>	<b>Tratamiento</b>					<b>total</b>
	<b>Forraje</b>	<b>FM250-250</b>	<b>FM250-650</b>	<b>FM650-250</b>	<b>FM650-650</b>	
Desnutrición	1	2	1	1	-	5
Síndrome de inanición y exposición	2	-	1	1	-	4
Rechazado por la madre (Crianza artificial)	2	-	-	1	1	4
Mortinato	-	1	1	-	-	2
Enteritis aguda	-	-	-	1	-	1
Aplastado por su madre	-	-	-	1	-	1
Neumonía	1	-	-	-	-	1
Eutanasia por dislocación de cuello	-	-	1	-	-	1
Parto distócico	-	1	-	-	-	1
Total	6	4	4	5	1	20
Corderos nacidos totales	19	22	24	25	21	111