

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**

**INSTITUTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**



**CRECIMIENTO DE LAS CRÍAS Y REINICIO DE LA ACTIVIDAD  
REPRODUCTIVA EN OVEJAS DE PELO SOMETIDAS A  
RESTRICCIÓN NUTRICIONAL DURANTE VERANO**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

**PRESENTA**

**ANDREA FILATOFF TOLEDO**

**DIRECTOR DE TESIS**

**M.C. DANIEL ÁLVAREZ VALENZUELA**

**MEXICALI, B.C.**

**DICIEMBRE DE 2013**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**

**INSTITUTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**



**CRECIMIENTO DE LAS CRÍAS Y REINICIO DE LA ACTIVIDAD  
REPRODUCTIVA EN OVEJAS DE PELO SOMETIDAS A  
RESTRICCIÓN NUTRICIONAL DURANTE VERANO**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE**

**MAESTRO EN CIENCIAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

**PRESENTA**

**ANDREA FILATOFF TOLEDO**

**COMITÉ**

**M.C. DANIEL ÁLVAREZ VALENZUELA**

**Dr. ULISES MACÍAS CRUZ  
Ph. D. LEONEL AVENDAÑO REYES  
Ph. D. ABELARDO CORREA CALDERÓN**

**MEXICALI, B.C.**

**DICIEMBRE DE 2013**

ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR INDICADO, HA SIDO APROBADA POR EL MISMO Y ACEPTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN SISTEMAS  
DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

---

**M.C. Francisco Daniel Álvarez Valenzuela  
Director de Tesis**

---

**Dr. Ulises Macías Cruz  
Sinodal**

---

**Ph. D. Leonel Avendaño Reyes  
Sinodal**

---

**Ph. D. Abelardo Correa Calderón  
Sinodal**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por regalarme cada uno de los días de mi vida, por guiarme por los caminos correctos, por brindarme fortaleza, salud, y coraje para seguir en momentos de debilidad, y por fin permitirme llegar a la meta de este proyecto.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada durante mi Maestría.

ICA-UABC por abrirme las puertas de este gran Instituto, por permitirme ser parte de la gran familia Cimarrón.

A M.C. Daniel Álvarez por el apoyo brindado durante el transcurso de la maestría

Dr. Ulises Macías Cruz por el gran apoyo, asesoría y disponibilidad en la elaboración y revisión de la Tesis.

Ph. D. Abelardo Correa Calderón y Ph. D. Leonel Avendaño Reyes por su disponibilidad en la revisión de esta tesis y sus valiosas aportaciones para mejorarla.

Dr. Manuel Cruz Villegas por su gran amistad y por sus sabios consejos.

M.C. Gustavo Carrillo Aguirre por brindarme la oportunidad de pertenecer al ICA, por su amistad, sus consejos, por su apoyo incondicional en todo lo que está a su alcance y por alentarme a seguir estudiando.

En especial con una profunda gratitud a mis amigos Leobardo Alonso y Esteban Cruz, por su enorme y verdadera amistad, por ser mi familia en estos años, por el apoyo, consejos, ayuda, por estar en los mejores y peores momentos.

M.C. José A. Callejas Silva por su amistad y compañía, por los buenos y malos ratos en estos dos años.

Al personal docente, administrativo y trabajadores de áreas de producción del ICA-UABC.

## DEDICATORIAS

Con especial dedicatoria a mi Mami, por ser un gran ejemplo, por siempre brindarme tu apoyo en las decisiones que he tomado, por alentarme a seguir adelante, gracias por todas las oportunidades que me diste en estos años para formarme un porvenir y sobretodo enseñarme y darme las herramientas para ser una mujer independiente. ¡Gracias por todo mami eres la mejor!!

A mi Papi por ser un excelente papá.

A mis hermanas Adriana y Liliana por ser parte importantísima de mi vida y mis mejores amigas.

A los cuatro fantásticos ♥Ivana, Yekaterina, Vanesa Dimitrieva y Joska♥ por ser el centro de nuestra Familia, por llenar nuestras vidas de alegrías y ocurrencias, espero esto sea un ejemplo para ustedes!!

¡LOS AMO CON TODO!

# CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	ii
<b>DEDICATORIAS</b> .....	iii
<b>CONTENIDO</b> .....	iv
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	v
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>RESUMEN</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1. Gestación en ovinos.....	3
2.2. Requerimientos nutricionales en el último tercio de gestación.....	5
2.3. Restricción nutricional en el último tercio de gestación.....	7
2.3.1. Condición corporal de la oveja en el posparto.....	8
2.3.2. Desarrollo de la cría.....	9
2.3.3. Reinicio de la actividad reproductiva.....	10
2.4. Estrés calórico en ovinos.....	10
2.4.1. En el último tercio de gestación.....	12
2.4.2. En el desarrollo de la cría.....	13
2.4.3. Reinicio de la actividad reproductiva.....	14
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	15
3.1. Localización del área de estudio.....	15
3.2. Animales y protocolo de sincronización.....	15
3.3. Tratamientos y alimentación.....	16
3.4. Condiciones climáticas.....	17
3.5. Peso y condición corporal de la oveja.....	18
3.6. Reinicio de actividad reproductiva.....	18
3.7. Crecimiento y mortalidad de las crías.....	19
3.8. Análisis estadístico.....	19
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	20
4.1. Condiciones climáticas.....	21
4.2. Peso y condición corporal de la oveja.....	22
4.3. Reinicio de la actividad reproductiva.....	25
4.4. Crecimiento y mortalidad de las crías.....	27
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	34
<b>6. LITERATURA CITADA</b> .....	35

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Composición química (base seca) de la paja de trigo y el suplemento ofrecido a ovejas de pelo gestantes.....	17
<b>Cuadro 2.</b> Condiciones climáticas registradas en horas del día (0600 a 2000 h) y de la noche (2100 a 0500 h) durante el periodo experimental.....	21
<b>Cuadro 3.</b> Peso y condición corporal posparto de ovejas de pelo alimentadas adecuada o restringidamente durante el último tercio de gestación.....	23
<b>Cuadro 4.</b> Actividad reproductiva posparto de ovejas de pelo alimentadas adecuada o restringidamente durante el último tercio de gestación.....	26
<b>Cuadro 5.</b> Efecto de la interacción entre régimen de alimentación y sexo de la cría sobre el crecimiento de los corderos.....	28

## LISTA DE FIGURAS

<b>Grafica 1.</b> Mortalidad de corderos durante el periodo pre-destete nacidos a partir de ovejas alimentadas adecuada o restringidamente durante el último tercio de gestación.....	31
---	----



## RESUMEN

Se utilizaron 24 ovejas multíparas Katahdin x Pelibuey con 95 d de gestación (peso vivo=  $51.3 \pm 1.4$  kg y condición corporal=  $3.0 \pm 0.03$  unidades), para evaluar el efecto de restricción nutricional durante el último tercio de la gestación en ovejas estresadas por calor sobre el crecimiento de las crías, la productividad de la oveja y el reinicio de la actividad reproductiva postparto. Las ovejas se asignaron bajo un diseño de bloques completos al azar a dos grupos para ser alimentadas del día 100 al parto con: 1) 100% de requerimientos nutricionales (testigo), y 2) 50% de restricción nutricional (RN). Al parto y 30 d postparto, las ovejas testigo tuvieron mayor ( $P < 0.05$ ) peso y condición corporal, pero sin diferencia a los 60 d postparto ( $P > 0.05$ ). El porcentaje de ovejas ciclando a los 60 d postparto fue similar ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos, pero las testigo comenzaron a ciclar más temprano ( $P < 0.05$ ; 30.8 vs. 25.6 d). Comparado con crías de ovejas RN, tanto crías machos como hembras nacidas del grupo testigo presentaron mayor ( $P < 0.05$ ) peso al nacimiento y a los 30 d postparto. A los 60 d postparto, los machos de ovejas RN presentaron similar ( $P > 0.05$ ) peso que las hembras y machos de ovejas testigo. La mortalidad de corderos fue mayor en ovejas RN a los 30 y 60 d. Se concluye que restricción nutricional durante el último tercio de gestación en ovejas de pelo estresadas por calor afecta negativamente el estado corporal al parto de las hembras, el tiempo de reinicio de actividad reproductiva y el crecimiento y la tasa de mortalidad pre-destete de sus crías.

**Palabras clave:** ovinos pelo, preparto, restricción nutricional.

## ABSTRACT

A total of 24 Katahdin x Pelibuey multiparous ewes with 95 d of gestation (live weight=  $51.3 \pm 1.4$  kg and body condition score=  $3.0 \pm 0.03$  units) were used to evaluate the effects of nutritional restriction during the last third of gestation in heat stressed ewes on lamb growth, ewe productivity, and postpartum reproductive activity. Ewes were assigned under a randomized complete block design to two groups to be fed from day 100 until parturition with: 1) 100% (control) or 2) 50% (nutritional restriction [NR]). At lambing and 30 d post-lambing, control ewes had higher ( $P < 0.05$ ) weight and body condition, but not at day 60 post-lambing ( $P > 0.05$ ). The percentage of ewes cycling at day 60 post-lambing was similar ( $P > 0.05$ ) between treatments, but control ewes cycled earlier than NR ewes ( $P < 0.05$ ; 30.8 vs. 25.6 d). Compared with lambs born from RN ewes, both male and female lambs born from control ewes had greater ( $P < 0.05$ ) birth weight and at day 30 post-lambing. At 60 d post-lambing, RN male lambs of NR ewes presented similar ( $P > 0.05$ ) weight than females from NR ewes and males from control ewes. Mortality rate of lambs was higher ( $P < 0.05$ ) in RN ewes at days 30 and 60. In conclusion, nutritional restriction during late pregnancy in heat-stressed hair ewes negatively affects body condition at lambing, presence of post-lambing reproductive activity, and growth and mortality pre-weaning of lambs.

**Keywords:** hair sheep, prepartum, nutritional restriction.

# 1. INTRODUCCIÓN

La producción de ovinos se ha incrementado en los últimos años en la región noroeste de México. Las ovejas principalmente explotadas son de razas de pelo, las cuales han demostrado producir y sobrevivir bajo altas temperaturas ambientales que prevalecen en verano (Macías-Cruz, 2010). No obstante, se han observado bajo pesos al nacimiento y un incremento en la mortalidad de corderos cuando las ovejas paren en verano (Avendaño et al., 2004; Martínez-Partida et al., 2011), lo cual puede estar directamente relacionado con las condiciones de estrés calórico y a una deficiente alimentación que reciben las ovejas gestantes. En esta región, los sistemas de producción ovina se basan en alimentar a los animales con esquilmos agrícolas, pasando a ser una actividad secundaria.

En ovinos de lana se ha observado que tanto el estrés calórico (Marai et al., 2008) como la subalimentación (Gao et al., 2007) durante la gestación provocan retardo en el crecimiento fetal y las ovejas paren en un balance energético negativo. Dichos problemas dan como resultado una alta mortalidad de corderos al nacimiento y en el período pre-destete (Meza-Herrera et al., 2012), además de una baja eficiencia reproductiva post-parto en las ovejas.

Cabe mencionar que es escasa la información referente al efecto combinado del estrés calórico con la restricción nutricional en ovejas gestantes tanto de lana como de pelo. Varios estudios han clarificado solamente el impacto de estos factores en forma separada sobre el desarrollo postparto de la madre y las crías.

Por tanto, resulta necesario generar información en ovinos de pelo para establecer programas de alimentación estratégicos, que favorezcan una mayor

productividad de la oveja pero considerando siempre mantener una relación beneficio-costo favorable para el productor.

Por lo anterior el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de restricción nutricional durante el último tercio de la gestación en ovejas estresadas por calor sobre el crecimiento de las crías, la productividad de la oveja y el reinicio de la actividad reproductiva postparto.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Gestación en ovinos

Los mamíferos domésticos, como los ovinos, son vivíparos y por consecuencia su desarrollo embrionario y fetal se realiza por completo dentro del útero. A este periodo de desarrollo intrauterino se le denomina preñez o gestación, y en él ocurren principalmente la nutrición del feto y las adaptaciones maternas encaminadas a este fin. En el transcurso de la preñez, la madre realiza ajustes metabólicos y de crecimiento para nutrir de manera adecuada al *conceptus* en desarrollo. Generalmente, dichos ajustes implican alterar la composición corporal, ingesta de alimento, consumo de energía y metabolismo de la madre (Hafez, 2002).

Después de la fecundación, el embrión anunciará su presencia en el sistema materno para bloquear la regresión del cuerpo lúteo, el cual es una glándula que secreta progesterona. La presencia de este cuerpo lúteo es esencial para el establecimiento y mantenimiento de la preñez en los animales domésticos (Niswender et al., 2000). No obstante, el mantenimiento de la gestación no depende solamente de la presencia de la hormona progesterona, sino también de otros procesos como son la formación del blastocito, el reconocimiento de la preñez, la implantación, la gastrulación y la placentación (Hafez, 2002).

La placenta es un órgano temporal funcional a través del cual la madre se relaciona fisiológicamente con el feto (King, 2002). En el caso de vacas, ovejas y cabras, el tipo de placentación que presentan es cotiledonaria y es así como se da la intercomunicación entre el feto y la madre (Kleemann, 1983). La placenta interviene

en la mayoría de las funciones vitales del feto como respiración, absorción de nutrientes (glucosa y aminoácidos) y metabolismo fetal (Mellor, 1983). Además, hay que considerar que el único medio de comunicación entre la madre y el feto es a través de la placenta.

La duración de la gestación varía en el ganado ovino, sin embargo, se considera que en promedio dura 150 días y el rango va de 143 a 153 días (Hafez, 2002). La duración de la gestación está determinada genéticamente, aunque puede ser modificada por factores maternos (edad de la madre), fetales (tamaño de camada, sexo de las crías o funcionamiento endocrino del feto) y ambientales (temperatura ambiental, alimentación, manejo, humedad relativa y estación del año) (Hafez y Hafez, 2004).

La longitud de la gestación suele dividirse en tres tercios. En el primer y segundo tercio de gestación se da el desarrollo embrionario, el crecimiento de la placenta y parte del desarrollo fetal (Gootwine et al., 2007). Así, al final del segundo tercio, el feto habrá alcanzado una mínima parte de su peso total al nacimiento (alrededor del 20%; King, 2002), y como consecuencia sus requerimientos nutricionales en dichas etapas gestacionales es bajo. Sin embargo, en la fase del último tercio de gestación, el feto crece rápidamente y acumula el 80% del peso del codero al nacimiento (Conway et al., 1996). En este último tercio se debe tener gran cuidado en los requerimientos nutricionales como son los niveles de energía y proteína en la dieta, ya que se incrementan en una forma muy marcada en relación al número de fetos que se están gestando (Kleemann, 1983). Algunos estudios señalan que niveles sub-óptimos pueden llevar a retardo en el crecimiento fetal y bajos pesos

al nacimiento (Marai et al., 2008; Macías-Cruz et al., 2012). Igual situación se puede presentar si la oveja se sobrealimenta o se estresa por calor (Wu et al., 2006).

## **2.2. Requerimientos nutricionales en el último tercio de gestación**

Los requerimientos nutricionales durante el último tercio de gestación pueden ser muy altos en los pequeños rumiantes debido a la alta prolificidad de estos animales (Laporte-Broux et al., 2011). Durante la preñez y en específico durante el último tercio de la gestación, la alimentación es crítica debido a que la madre tiene altos requerimientos para el desarrollo fetal, glándula mamaria, síntesis de leche y calostro (Banchemo et al., 2004) y reinicio de la actividad reproductiva post-parto (Rekik et al., 2010). La gestación es un estado fisiológico que requiere de la movilización de nutrientes entre la madre y el feto, donde lo primordial es direccionarlos al feto para su crecimiento óptimo (Marai et al., 2008). Sin embargo y a pesar del incremento en la demanda de nutrientes, el consumo voluntario de forraje y la digestibilidad del mismo generalmente disminuye, sobre todo durante las últimas cinco semanas de gestación, lo cual provoca un agravado déficit energético (Banchemo et al., 2007). Esta disminución de consumo se atribuye al rápido crecimiento fetal en el último tercio de gestación, lo cual provoca que el rumen sufra una compactación, disminuyendo el espacio en rumen y la capacidad de los microorganismos ruminales para digerir el alimento (Kenyon et al., 2010; Annett et al., 2008).

Por lo tanto, considerando que alrededor del 80% del crecimiento fetal se da en el último tercio de gestación, es de vital importancia cubrir las necesidades del feto y la madre durante dicha etapa (Hafez, 2004). Cabe mencionar que los

requerimientos nutricionales en esta etapa de la preñez están influenciados por diversos factores como: edad, peso vivo, ganancia diaria de peso, etapa de gestación y el tamaño de camada. Algunos autores mencionan que la restricción de alimento en la gestación de los pequeños rumiantes puede afectar la salud, especialmente porque son propensos a desarrollar toxemia de la preñez por una deficiencia en los niveles energía (Mavrogianni y Brozos, 2008).

En este sentido, se recomienda siempre ofrecer dietas que hayan sido formuladas con base en el NRC (1985; 2007), y algunos autores sugieren adicionar entre 10 y 20% más energía metabolizable en las últimas semanas de la gestación para compensar la reducción en el consumo de alimento como consecuencia del limitado espacio ruminal (Banchemo et al., 2004; Banchemo et al., 2006; Annet et al., 2008). Según NRC (2007), los requerimientos nutricionales en ovejas gestantes dependerán directamente del número de fetos, peso de la madre, número de partos y avance en la gestación. De tal manera que cuando las ovejas corresponden a razas ligeras y gestan una cría, los requerimientos de energía metabolizable (EM) y proteína (PC) serán bajas, contrariamente sucederá cuando las ovejas sean de razas pesadas y gesten tres crías. Por ejemplo, en ovejas de pelo los pesos en la gestación varían comúnmente de 40 a 60 kg y gestan dos crías, por lo tanto, los requerimientos de estas ovejas para el último tercio de gestación serían: 2.39 a 2.87 Mcal de EM/kg MS y 128 a 173 g de PC/kg de MS. Si esas ovejas hubieran gestado una cría, los requerimientos de EM variarían de 1.91 a 2.39 Mcal/kg MS y de PC de 101 a 141 g/kg MS. Ahora, si hubieran sido 3 o más crías, los requerimiento de PC se incrementarían ligeramente (150 a 192 g/kg MS), mientras que los requerimientos de EM se mantendrían como en ovejas que gestan 2 crías. El hecho que los niveles



de EM no incrementen cuando el tamaño de camada es mayor a dos crías se debe a que esa oveja no requiere más nutrientes al no aumentar la masa fetal, solamente el número de fetos. Esto significa que una oveja alcanza su capacidad uterina con dos crías, y lo único que pasa cuando se tienen tres crías es que los pesos individuales de los fetos sean menores (NRC, 1985).

### **2.3. Restricción nutricional en el último tercio de gestación**

En animales de pastoreo, la desnutrición durante la gestación se debe a una deficiencia en la calidad y cantidad de forraje (Meyer et al., 2010), lo cual se hace más evidente en la época de sequías. La desnutrición materna puede comprometer el desarrollo y crecimiento fetal, conllevando a un problema llamado retardo en el crecimiento intrauterino (Gao et al., 2007). A fin de evitar este problema de retardo en el crecimiento fetal, las ovejas desnutridas comienzan a movilizar sus reservas corporales como mecanismo de regulación adaptativa para suplir las demandas de nutrientes al feto, asegurando su desarrollo adecuado hasta el momento del parto (González-Bulnes et al., 2011).

La restricción de nutrientes a finales de la preñez puede reducir el crecimiento del feto, lo cual se reflejará negativamente sobre el peso al nacimiento y el crecimiento pre-destete (Kenyon et al., 2010). Asimismo, a nivel de la madre, el estado metabólico se altera llevándola a un balance energético negativo, provocando que el peso vivo, la condición corporal, la producción de leche y el reinicio de la actividad reproductiva post-parto se afecten negativamente (Charismiadou *et al.*, 2000., Morris y Kenyon., 2004; Corner *et al.*, 2008., Cavestany *et al.*, 2009a., Rekik *et al.*, 2010).

### 2.3.1. Condición corporal de la oveja en el postparto

Los rumiantes tienen la capacidad de acumular reservas de grasa en el cuerpo al momento de alta disponibilidad de forraje, esto para hacer frente a la estacionalidad y para su posterior movilización de las reservas cuando el alimento es escaso. De esta manera el animal puede hacer frente a las fluctuaciones en la disponibilidad de forraje a través del año (Blanc et al., 2006). Por otro lado, la raza (Ermias et al., 2002), el sexo (Lambe et al., 2006), el nivel de nutrición (Ribeiro et al., 2007) y el estado fisiológico (Lambe et al., 2006) juegan un papel significativo en la cantidad y distribución de los depósitos de grasa del cuerpo (Caldeira y Portugal., 2007).

Cuando el consumo de energía es bajo durante periodos cortos de tiempo, las reservas de grasa pueden ser movilizadas durante la etapa de alta demanda energética, como lo es en etapa lactacional; pero cuando las reservas corporales y el consumo de energía son limitados puede ejercerse un efecto negativo sobre la actividad ovárica posparto (Butler, 2003; Forcada y Abecia, 2006), ya que las ovejas se ven en la necesidad de hacer uso de las pocas reservas corporales, causando así una baja en el peso vivo y en la condición corporal (Sejian et al., 2010). Kenyon et al. (2010) reportaron que ovejas Romney alimentadas en condiciones de pastoreo a nivel de mantenimiento presentaron 18 y 8% menos peso vivo antes del parto que las alimentadas *ad libitum*. Este régimen de alimentación pre-parto también se reflejó sobre el crecimiento de los corderos, ya que aquellos nacidos a partir de ovejas alimentadas *ad libitum* tuvieron mayores pesos y ganancias diarias de peso.

### **2.3.2. Desarrollo de la cría**

La baja nutrición materna durante la preñez resulta en bajos pesos al nacimiento, alta incidencia de mortalidad de corderos y un deterioro en la supervivencia postnatal de estos (Dwyer et al., 2003). El bajo peso al nacimiento se debe a un deficiente tratamiento nutricional al final de la preñez, el cual puede agravarse por un bajo consumo de materia seca y mala calidad de los ingredientes de la dieta (Cardozo et al., 2006).

Algunos estudios sugieren que madres desnutridas tienden a tener una inadecuada capacidad materna y son más propensas a evitar o ignorar a sus corderos en comparación con madres bien alimentadas. Esto indica que la nutrición de la madre durante la preñez puede afectar a la expresión del comportamiento materno, su cordero y la interacción entre ambos, por lo que su comportamiento se torna deficiente (Kenyon et al., 2010). Por ello, ofrecer suplementos alimenticios a ovejas durante el final de la preñez es un medio potencial para mejorar el estado nutricional y el rendimiento de la oveja y su cría hasta el destete (Kenyon et al., 2010).

Tygesen et al. (2007) encontraron que corderos nacidos de ovejas restringidas nutricionalmente presentaron menor peso al nacimiento (4.2 vs. 3.3 kg) y ganancia diaria pre-destete (350 vs. 360 g), pero similar peso al destete. Después del destete y hasta los cinco meses de edad, la tasa de crecimiento fue similar (alrededor de 330 g/d) entre corderos nacidos de ovejas restringidas nutricionalmente en el parto que las alimentadas adecuadamente. Otro estudio en ganado de carne donde compararon el efecto de alimentar vacas gestante en el último tercio de gestación en pastura nativa o mejorada, encontraron que no hubo diferencias en peso al

nacimiento pero al destete, los becerros nacidos de vacas pasteadas en pastura mejorada registraron 14 kg arriba de los becerros nacidos de vacas alimentadas en pastura nativa (Underwood et al., 2010).

### **2.3.3. Reinicio de la actividad reproductiva**

En zonas de climas cálidos, los pequeños rumiantes y el ganado en general suelen ser alimentados exclusivamente en agostaderos de pastos nativos, variando significativamente la calidad de los forrajes con la temporada. En este sentido, se ha relacionado negativamente la disminución en la calidad y cantidad del alimento durante la estación seca con el intervalo entre el parto y la reanudación de la ciclicidad ovárica, lo cual reduce drásticamente la productividad de la oveja (Hayder y Ali , 2008).

Se ha demostrado que la desnutrición pre-parto reduce la condición corporal en las ovejas al parto y disminuye la frecuencia de pulsos de LH, afectándose las funciones reproductivas; esto considerando que los pulsos de LH son necesario para la ovulación (Haresign, 1981). La condición corporal deficiente se asocia con un bajo porcentaje de fertilidad, caracterizada por un retraso o la supresión de la actividad ovárica y un mayor retorno a la tasa de servicio en comparación con las ovejas en buen estado. Además, se reporta una menor tasa de mortalidad embrionaria en ovejas con buena condición corporal antes del apareamiento (Dobson et al., 2012).

### **2.4. Estrés calórico en ovinos**

Stott (1981) define el término estrés como una condición ambiental adversa que afecta el confort del animal. En este sentido, las altas temperaturas representan

un factor de estrés para los animales; comúnmente se le llama estrés calórico. Se dice que un ovino se encuentra en estrés calórico cuando la temperatura ambiental se encuentra por encima del límite superior de la zona termoneutral indicada para esta especie, que es de 25° C (Costa et al., 1992).

Los ovinos son animales homeotermos que bajo condiciones termoneutrales pueden mantener la temperatura corporal dentro de un rango normal utilizando mecanismos no evaporativos para disipar el calor corporal con el medio ambiente circundante. Los mecanismos homeostáticos son controlados por el hipotálamo a través de diversas vías neuroendocrinas (Adelodun et al., 2012.)

Las altas temperaturas ambientales prevalecientes durante la época de verano en regiones áridas alteran el equilibrio homeostático en los animales provocando estrés por calor. Éste impacta significativamente sobre la productividad y el bienestar de las ovejas en estas regiones. Macaldowie et al. (2004) señalan que cuando la temperatura corporal se encuentra alrededor de los 40° C, se considera que las ovejas están en estrés calórico. En un estudio realizado por Bell et al. (1989), encontraron que en ovejas mantenidas en condiciones termoneutrales, la temperatura corporal promedio varió de 39.1 a 39.3, mientras que en ovejas estresadas por calor, su temperatura corporal osciló en un rango de 40.2° a 40.5° C después de ser expuestas a 9 horas diarias a 40° C, y de 39.5° C a 39.7° C después de 15 horas diarias de exposición a 30° C. En dicho estudio concluyeron que el estrés calórico es producido en los ovinos cuando las temperaturas oscilan alrededor de 40° C con 40% de HR. En ovejas, Marai et al. (2007) indica que un ITH menor a 72 es un indicador de ausencia de estrés calórico, entre 72 y <79 existe estrés moderado, y un ITH entre 89 y <99 unidades, el estrés calórico ya es severo.

#### **2.4.1. En el último tercio de gestación**

El impacto que genera el estrés calórico en ovejas preñadas durante el último tercio de gestación es muy similar al impacto provocado por la restricción nutricional en dicha etapa de la preñez. Así, el estrés calórico en el último tercio de gestación de las ovejas deprime el crecimiento fetal, el desarrollo de la glándula mamaria, la síntesis y secreción de calostro y la producción de leche durante la lactancia (Marai et al., 2008; Abdalla et al., 1993).

El retardo en el crecimiento fetal produce bajos pesos al nacimiento de las crías y los vuelve más vulnerables a morir en los primeros días de vida (Mellado et al., 2000). Además, el estrés calórico durante el preparto también genera una disminución en el consumo de alimento, lo cual provoca que en el período post-parto el reinicio de la actividad reproductiva se alargue como consecuencia de un desbalance energético negativo (Marai et al., 2008).

Los esfuerzos para perder o disipar calor corporal por los diferentes mecanismos de termorregulación durante el último tercio de gestación, reducen la disponibilidad de energía y como consecuencia de manera inevitable, reduce la cantidad de energía suministrada a la placenta y al feto (McCrabb y Bortolussi, 1996). Así, la reducción del flujo sanguíneo útero-placenta a causa de la redistribución hacia la periferia es también un factor predisponente a que los requerimientos nutricionales durante esta etapa no sean cubiertas óptimamente (Bell et al., 1989).

Minka y Ayo (2009) observaron que aparte de la caída en condición corporal durante periodos de deficiencia de energía, también se reduce la tolerancia al calor. Tygesen et al. (2008) mencionan que los ajustes fisiológicos y la movilización de

energía a partir de reservas corporales también comprometen el desarrollo de la glándula mamaria y la producción de calostro. Adicionalmente, Durak y Altinek (2006) mencionan que pérdidas en peso corporal por una deficiencia de energía en el último tercio de gestación propicia parto de corderos débiles con bajos pesos al nacimiento y alta tasa de mortalidad debido a la toxemia de la preñez.

#### **2.4.2. En el desarrollo de la cría**

Eventos que se relacionan específicamente con la vida del animal en su fase embrionario o fetal pueden alterar su futura eficiencia productiva. Como consecuencia post natal del medio ambiente prenatal, se ha demostrado en ovejas la existencia de relación entre el peso al nacimiento y el crecimiento hasta el destete. Los bajos pesos al nacimiento se ven reflejados por un déficit nutricional al final de la preñez, provocado por un bajo consumo de materia seca en respuesta a altas temperaturas (Alida et al., 2004)

Altas temperaturas ambientales y la escasez de forrajes son factores que impactan de manera significativa en la producción y el bienestar de las ovejas durante el verano en regiones áridas en todo el mundo. Algunos estudios han demostrado que tanto el estrés por calor (Marai et al., 2008) como la subalimentación (Gao et al., 2007) de las ovejas durante la gestación están asociadas con retraso en el crecimiento fetal y en consecuencia se producen corderos ligeros al parto, lo que compromete su supervivencia (Macías-Cruz et al., 2012). Esto se debe a un retraso del crecimiento intrauterino y está mediado por la inhibición primaria de crecimiento placentario y la capacidad funcional (Mellado et al., 2000). Se estima que por cada aumento de 1° C en la temperatura central, el flujo sanguíneo

uterino disminuye de 20 a 30% (Dreiling et al., 1991) lo cual reduce el suministro de nutrientes al feto. Los bajos pesos al nacer en los corderos nacidos de ovejas estresadas por calor son resultado de ajustes fisiológicos, metabólicos, y hormonales de la oveja con el fin de reducir su carga de calor. Un aparente explicación fisiológica de enanismo fetal como resultado del estrés por calor durante la preñez es que a medida que aumenta la temperatura ambiente, el flujo sanguíneo se redirige a los pulmones o al tejido superficial de la madre, en un intento por disipar el exceso de carga de calor, lo cual reduce el suministro de sangre al feto y se gestan corderos más pequeños (Marai et al., 2008).

#### **2.4.3. Reinicio de la actividad reproductiva**

Los factores de estrés, como la condición corporal pobre o altas temperaturas, pueden comprometer o suprimir la eficiencia reproductiva, conducta estral normal y reducir la fertilidad de la oveja (Ronchi et al., 2001). Para una reproducción eficiente, los folículos deben crecer a un tasa apropiada en los ovarios, la ovulación debe ocurrir y las hormonas necesitan ser producidas para preparar el útero en apoyo al embrión. Todos estos eventos son coordinados por interacciones endócrinas que se interrumpen en situaciones de estrés (Dobson et al., 2012). El estrés calórico compromete la secreción de la hormona luteinizante y la hormona folículo estimulante y la dinámica durante el ciclo estral (Ronchi et al., 2001). Por lo tanto, el estrés térmico reduce la intensidad de la conducta sexual y puede resultar en una falla del animal para aparearse y mantener la preñez (Maurya et al., 2007).



### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización del área de estudio**

El estudio se realizó en el verano del 2010 dentro de la Unidad Experimental Ovina del Instituto de Ciencias Agrícolas, de la Universidad Autónoma de Baja California, la cual se localiza en el Valle de Mexicali, Baja California, al noroeste de México (32.8° N, 114.6° W). El clima que predomina es árido y seco, con temperaturas máximas en verano ( $\geq 52^{\circ}$  C) y mínimas durante el invierno ( $\leq 0^{\circ}$  C); la precipitación promedio anual es de 86 mm, la cual es errática y se concentra principalmente en los meses de Diciembre y Enero (García, 1985).

#### **3.2. Animales y protocolo de sincronización**

Se utilizaron 24 ovejas multíparas Katahdin x Pelibuey con condición corporal entre 2.5 y 3.0 basado en una escala de 1 a 5 (1= muy flacas y 5= muy gordas; Russel et al., 1969). Las ovejas fueron sometidas a un protocolo de sincronización de estro y monta natural a mediados de Abril, con el fin de que alcanzaran su tercer tercio de gestación (día 100-150) en el mes más caliente (Agosto). El protocolo consistió en colocar esponjas intravaginales impregnadas con progesterona sintética durante 10 d (20 mg; Chronogest, Intervet, D.F., México), y 24 h previo a la remoción de la esponja se les aplicó una inyección intramuscular de 300 UI de gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG; Folligon, Intervet, D.F., México). Todas las ovejas tratadas que mostraron signos de estro fueron montadas por tres machos de la raza Dorper. Al día 90 post-monta natural se realizó un diagnóstico de gestación mediante

ultrasonido equipado con transductor de 3.5 MHz (50S Tringa Vet, Pie Medical, Maastricht, The Netherlands) corporal de 3.0 (Rusell et al., 1969).

### **3.3. Tratamientos y alimentación**

Los tratamientos fueron asignados a las unidades experimentales (n=12) bajo un diseño de bloques completos al azar al d 94 de gestación, donde el peso vivo (PV) fue usado como factor de bloqueo. Para ello, se formaron 12 bloques y en cada uno se asignaron los tratamientos de manera aleatoria. Las ovejas seleccionadas fueron pesadas y asignadas a dos tratamientos: 1) Testigo, ovejas alimentadas con paja de trigo más 500 g/d de concentrado (240 g harina de trigo, 240 g harina de soya y 20 g premezcla mineral), y 2) restricción nutricional (RN), ovejas alimentadas solamente con paja de trigo. El concentrado fue formulado para cubrir los requerimientos nutricionales en el último tercio de la gestación en ovejas (12% de PC y 2.4 Mcal/kg MS de EM), de acuerdo a NRC (1985). La paja de trigo fue considerada como alimento base porque es una fuente de fibra similar a los pastos disponibles durante el verano en regiones áridas. El régimen de alimentación fue aplicado del d 100 de preñez hasta el parto. En el Cuadro 1 se muestra la composición química de la paja de trigo y el concentrado. Antes de iniciar el experimento, las ovejas recibieron un periodo de adaptación de 6 d al régimen de alimentación y fueron colocadas en dos corrales (5 x 5 m), uno por tratamiento, equipados con comederos, agua fresca y sombra. El espacio entre comederos por oveja fue suficiente para prevenir competencia (0.7 m). A las ovejas del grupo testigo se les ofreció el concentrado en la mañana antes de ofrecer la paja de trigo para

asegurar su consumo total. La paja de trigo fue ofrecida durante la mañana y tarde (0800 y 1800 h), y el agua se ofreció a libre acceso en ambos grupos.

**Cuadro 1.** Composición química (base seca) de la paja de trigo y el suplemento ofrecido a ovejas de pelo gestantes

	Paja de trigo	Concentrado
Materia seca (%)	98.0	97.5
Materia orgánica (%)	81.7	91.8
Proteína cruda (%)	1.4	26.9
Extracto etéreo (%)	0.38	0.86
Fibra Detergente Neutra (%)	77.8	12.7
Fibra Detergente Ácida (%)	56.1	5.7
Hemicelulosa (%)	21.7	7.0
Cenizas (%)	16.4	5.7
Energía (Mcal/kg MS)	3.9	4.2

MS= Materia seca

### 3.4. Condiciones climáticas

La información climática fue obtenida de la Estación Meteorológica de la UABC, localizada a 20 km del sitio experimental. La temperatura ambiental (T, °C), la humedad relativa (HR, %) y la velocidad del viento (km/h) fueron registrados cada hora durante todo el periodo experimental. El ITH fue calculado usando la fórmula propuesta por Hahn (1999):

$$\text{ITH} = 0.81 \times T + \text{HR} (T - 14.40) + 46.40$$

### **3.5. Peso y condición corporal de la oveja**

El peso vivo y la condición corporal de las ovejas usadas en cada tratamiento fueron registradas individualmente al d 100 de gestación, parto y 30 y 60 d postparto. Se utilizó una báscula con plataforma y corral con capacidad de 100 kg para determinar el peso de las ovejas; la condición corporal se evaluó considerando una escala de 1 a 5 (1= muy flacas y 5= muy gordas; Russell *et al.*, 1969).

### **3.6. Reinicio de actividad reproductiva**

Se tomó una muestra de sangre por oveja cada 3 d entre el d 20 y d 50 postparto. Las muestras se colectaron en tubos vacutainer de 10 ml por punción de la vena yugular. Inmediatamente después del muestreo se centrifugaron a 3500 rpm durante 15 min. a 10° C. El plasma se colocó en tubos de plástico para almacenarlo por duplicado a -20° C para futuro análisis de progesterona con la técnica de ELISA, usando un kit comercial (Monobind Inc., Lake Forest, CA, USA). Se consideró que la actividad reproductiva de las ovejas fue reiniciada cuando en dos ó más muestras consecutivas, el nivel de progesterona fue >1 ng/ml. A partir de esta información se calculó el porcentaje de ovejas con actividad ovárica, intervalo de parto a actividad ovárica, presencia y número de ciclos cortos, e intervalo parto-fase lútea normal.

El intervalo de parto - inicio de actividad ovárica se determinó contando el número de días transcurridos del parto a la primera elevación de progesterona >1.0 ng/ml. La presencia de ciclos cortos se consideró cuando las concentraciones de progesterona se mantuvieron >1 ng/ml entre 2 y 4 muestreos consecutivos. Se consideró el intervalo de parto-fase lútea normal como los días transcurridos del

parto a la presencia de cuando menos cinco muestreos consecutivos con concentraciones  $>1$  ng/ml.

### **3.7. Crecimiento y mortalidad de las crías**

Las crías nacidas se identificaron y pesaron dentro de la primera hora postparto, antes de que ingiriera calostro. Posteriormente, se siguieron pesando al d 30 y d 60 (destete). Los corderos nacidos muertos o que murieron dentro del período predestete se registraron. Datos como fecha de nacimiento, identificación de la madre, tipo de nacimiento (sencillo, doble ó triple) y sexo (macho ó hembra) también se registraron para cada cordero nacido. A partir de esta información se calculó la ganancia diaria de peso (30 y 60 d) y la tasa de mortalidad (0-30, 31-60 y 0-60 d).

### **3.8. Análisis estadístico**

Toda la información se analizó con el paquete estadístico de SAS (2004), usando diferentes modelos y análisis. El peso vivo y la condición corporal de oveja en el periodo postparto, así como el crecimiento de las crías se analizaron bajo un diseño de bloques completo al azar con mediciones repetidas. En el caso de crecimiento de las crías la prolificidad se utilizó como covariable. La pérdida de peso a los 30 d, el intervalo parto-actividad ovárica, el número de ciclos cortos y el intervalo parto-fase lútea normal, se sometieron a un análisis de varianza bajo un diseño de bloques completamente al azar. Además, comparaciones de medias con la prueba de t-student se realizaron cuando diferencias entre tratamientos fueron encontradas a una  $P < 0.05$ . En el caso de las variables expresadas en porcentaje, se analizaron usando una prueba de Ji-cuadrada.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Condiciones climáticas

En el Cuadro 2 se presentan las condiciones climáticas registradas en horas del día y noche durante el periodo experimental. La T, HR y el ITH fueron ligeramente superiores durante las horas del día que en la noche, siendo más evidente dicha diferencia en el periodo del parto. Adicionalmente, la T promedio en horas del día y la noche registrada entre el periodo postparto fue entre 0.9° y 3.0° C más baja en relación a las observadas en el parto. En general, el promedio de ITH fue más alto durante el día respecto a la noche por 4.5 y 7.2 unidades para el parto y postparto, respectivamente. Tanto en horas del día como de la noche se observó que la HR fue más alta en el periodo postparto que en el parto. Por otra parte, el promedio de ITH tanto para el día y la noche en el periodo parto y postparto se mantuvo siempre arriba de las 72 unidades.

**Cuadro 2.** Condiciones climáticas registradas en horas del día (0600 a 2000 h) y de la noche (2100 a 0500 h) durante el periodo experimental

Variables	Pre parto		Post parto	
	(Ago.-Sept.)		(Sep.-Oct.)	
	Día	Noche	Día	Noche
<b>Temperatura (°C)</b>				
Máxima	45.2	42.8	45.10	37.60
Mínima	22.70	16.9	21.5	16.30
Promedio	37.27	30.06	36.37	27.05
<b>Humedad relativa (%)</b>				
Máxima	78.0	83.0	77.0	79.0
Mínima	7.0	9.0	3.0	9.0
Promedio	28.16	44.05	19.60	36.45
<b>Índice de Temperatura-Humedad (unidades)</b>				
Máxima	89.5	87.88	89.35	83.72
Mínima	66.7	62.45	66.30	62.00
Promedio	82.68	77.71	79.80	72.57

Las condiciones ambientales durante el periodo experimental indicaron que las ovejas estuvieron bajo estrés calórico moderado, dado que la temperatura promedio diaria (29°C) excedió el límite superior de la zona termoneutral indicado para ovejas (27° C; Fuquay, 1981). Además, el estrés calórico al que fueron sometidas las ovejas fue considerado de tipo moderado, ya que los valores de ITH mostraron un promedio

de 78.7 unidades a través del periodo experimental, y según LPHSI (1990). indica que ITH's entre >72 y 79 unidades se considera un estrés moderado. En general, las temperaturas ambientales nocturnas fueron ligeramente más bajas que las diurnas lo cual se reflejó sobre los ITH registrados del día (82.68 y 79.80 unidades para preparto y postparto) y la noche (83.71 y 72.57 unidades para preparto y postparto). Las fluctuaciones nocturnas en las temperaturas ambientales afectan la capacidad de los animales para enfrentar el estrés calórico, ya que cuando se presentan bajas temperaturas en la noche, los ovinos pueden disipar mayor carga de calor en dichas horas (Sevi et al., 2001). Varios estudios han mostrado que la exposición de ovejas a temperaturas elevadas afectan negativamente su comportamiento productivo y reproductivo (Marai et al., 2007). En ovejas gestantes, la exposición al estrés calórico durante el segundo y tercer tercio de gestación reduce el tamaño de placenta y de los placentomas, asimismo la tasa de crecimiento fetal y el peso al nacimiento de los corderos (McCrabb y Bortolussi, 1996).

#### **4.2. Peso y condición corporal de la oveja**

En el Cuadro 3 se muestran los resultados de peso y condición corporal en el periodo postparto en ovejas de pelo alimentadas restringidamente en el último tercio de gestación. Al parto y a los 30 d postparto, el peso corporal fue mayor ( $P < 0.05$ ) en ovejas testigo que en las alimentadas restringidamente, lo cual se reflejó en una pérdida de peso significativa ( $P < 0.05$ ) del parto a los 30 d postparto por efecto de la restricción nutricional. No obstante, a los 60 d no se observaron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre tratamiento para peso corporal. En el caso de condición corporal se detectó



que las ovejas alimentadas restringidamente presentaron valores más bajos ( $P<0.05$ ) en todo el periodo postparto en comparación con las ovejas testigo.

**Cuadro 3.** Peso vivo y condición corporal posparto de ovejas de pelo alimentadas adecuada o restringidamente durante el último tercio de gestación.

	Tratamientos		E.E
	Restringido	Testigo	
<b>Peso corporal (kg)</b>			
d -50	51.4 <sup>a</sup>	51.2 <sup>a</sup>	1.4
Parto	41.2 <sup>a</sup>	47.4 <sup>b</sup>	1.6
30 d	38.9 <sup>a</sup>	43.2 <sup>b</sup>	1.2
60 d	41.6 <sup>a</sup>	42.8 <sup>a</sup>	1.2
Pérdida de peso al día 30	2.3 <sup>a</sup>	4.2 <sup>b</sup>	0.2
<b>Condición corporal</b>			
d -50	3.0 <sup>a</sup>	2.9 <sup>a</sup>	0.03
Parto	2.24 <sup>a</sup>	2.80 <sup>b</sup>	0.05
30 d	2.30 <sup>a</sup>	2.60 <sup>b</sup>	0.1
60 d	2.40 <sup>a</sup>	2.70 <sup>b</sup>	0.05

<sup>a,b</sup> Letras diferentes en hilera indican diferencia significativa ( $P<0.05$ ).

Acorde con los resultados de parto de este estudio, Gao et al. (2007) reportaron peso menores en ovejas alimentadas restringidamente que en las testigos (38.7 vs. 32.3 kg) en un ambiente termoneutral. Los autores relacionan este resultado con la movilización de reservas corporales para suplir los nutrientes necesarios al feto en el caso de ovejas restringidas, lo cual se reflejó en bajos pesos

de las ovejas al parto, lo cual también explica los resultados de peso vivo y condición corporal de este estudio. Similarmente, Rafiq et al. (2007) cuando compararon ovejas alimentadas en pastoreo de esquilmos (testigo) en relación a tratadas como suplementadas con bloques multinutricionales, encontraron que las ovejas suplementadas presentaron mayor peso al parto y, en general, durante todo el periodo postparto, sin embargo, esto no se reflejó en la condición corporal. Al igual que Gao et al. (2007), Rafiq et al. (2007) indicaron que las pérdidas de peso postparto en ovejas alimentadas restringidamente durante la gestación se debe a la movilización de reservas corporales durante el último tercio de gestación para suplir nutrientes al feto. Además, el hecho que no se hayan detectado diferencias en condición corporal posiblemente se deba a que el uso del bloque solamente compensó parcialmente el cuadro de desnutrición que venía presentado la oveja desde su gestación. Así, la producción de leche pudo ser un factor hacia donde se direccionó la energía suplementada y no al desarrollo muscular. Resultados contrarios encontraron Sejian et al. (2011) en ovejas Malpura, quienes reportaron que no hay diferencias en peso al parto entre ovejas alimentadas restringida o adecuadamente durante la gestación, sin embargo, sí encontraron diferencias numéricas a favor de las ovejas testigo (30 vs. 35 kg). Posiblemente, el resultado de Sejian et al. (2011) no coincide con el de este estudio porque esos autores usaron una raza diferente y la restricción nutricional la realizaron en los primeros 60 d de gestación, lo cual dio tiempo para que la oveja se repusiera en los meses subsecuentes de la gestación. Sejian et al. (2011) reportan que el estrés calórico junto con la restricción nutricional afectan el peso vivo, y al solo ser sometidas las ovejas al estrés calórico no hubo reducción en el peso.

La condición corporal de aproximadamente 3.0 unidades es indicativo de un estado nutricional aceptable, siendo la recomendada al parto (Araujo et al., 2009). En el presente estudio, la reducción del PV y la CC por efecto de la restricción puede deberse a varias causas, tales como: 1) el bajo contenido de nutrientes en la paja de trigo, 2) una reducción en el consumo de forraje como resultado de una baja digestibilidad, y 3) un aumento en la movilización de reservas de energía corporales de la madre hacia el feto, paralelo con la desviación de la energía para disipar calor (Macías-Cruz et al., 2013).

En otro estudio hecho en cabras donde evaluaron el efecto de restricción nutricional durante el último tercio de gestación, Laporte-Broux et al. (2011) encontraron que el peso y la condición corporal al parto, y en general, en todo el periodo postparto, fue mayor en cabras testigo que las alimentadas restringidamente. Esto sugiere que el estado físico de las ovejas y cualquier mamífero puede deprimirse por no alimentar adecuadamente durante la gestación, específicamente en el último tercio.

#### **4.3. Reinicio de la actividad reproductiva**

En el Cuadro 4 se presentan los resultados de comportamiento reproductivo por efecto de la alimentación de las ovejas en el último tercio de gestación. La presencia de actividad ovárica (~91%) y el número de ciclos cortos (~1) en periodo postparto fue similar ( $P>0.05$ ) entre tratamientos. En cambio, el intervalo de tiempo entre el parto-actividad ovárica (30.8 vs. 25.6 d), la presencia de ciclos cortos (89 vs. 54.5%) y el intervalo de parto-fase lútea normal (44 vs. 32 %) fueron menores ( $P<0.05$ ) en ovejas testigo que en las alimentadas restringidamente.

**Cuadro 4.** Actividad reproductiva posparto de ovejas de pelo alimentadas adecuada o restringidamente durante el último tercio de gestación.

	Tratamientos		E.E.
	Restringido	Testigo	
Presencia de actividad ovárica (%)	90.0 (9/10) <sup>a</sup>	91.7 (11/12) <sup>a</sup>	---
Intervalo de parto-actividad ovárica (d)	30.8 <sup>a</sup>	25.6 <sup>b</sup>	2.5
Presencia de ciclos cortos (%)	89.0 (8/9) <sup>a</sup>	54.5 (6/11) <sup>b</sup>	---
Número de ciclos cortos (n)	1.3 <sup>a</sup>	0.8 <sup>a</sup>	0.3
Intervalo de parto-fase lútea normal (d)	43.8 <sup>a</sup>	32.0 <sup>b</sup>	3.3

<sup>a,b</sup> Letras diferentes en hilera indican diferencia significativa (P<0.05).

Los resultados de reinicio de la actividad reproductiva encontrados en este estudio son explicados por la mayor pérdida de peso y condición corporal que presentaron las ovejas al parto, lo cual impactó directamente en un balance energético más negativo para estas hembras en el periodo posparto. El balance energético en que se encuentra un animal durante el periodo posparto y el tiempo que tardan en recuperar su estado físico a niveles normales se relaciona directamente con el reinicio de la actividad reproductiva (Mbayahaga et al., 1998; Cavestany et al., 2009a; Cavestany et al., 2009b; Dobson et al., 2012). Adicionalmente, Cavestany et al. (2009a) indicaron que vacas que pastorearon en el periodo posparto, su reinicio de actividad reproductiva se acortó por efecto de la suplementación preparto debido a que los niveles de IGF-1, leptina e insulina fueron más elevados en el postparto, y consecuentemente, se favorecía un mayor desarrollo folicular. Así, las ovejas restringidas nutricionalmente en el último tercio de

gestación presentaron menores pesos y condición corporal en el periodo postparto, y consecuentemente, tardaron mayor tiempo en el reinicio de la actividad reproductiva y presentaron mayor número de ciclos cortos antes de presentar un ciclo con una duración normal.

Consistente con los resultados de este estudio, González et al. (1987) reportaron que en ovejas Pelibuey se extendió el intervalo entre parto y la reanudación de ciclos estrales, asimismo, se redujo la productividad del rebaño y esto fue atribuible al estado nutricional principalmente en estaciones de seca. Similar situación ha sido observada en cabras sometidas a periodos prolongados de sequía durante la gestación (Mbayahaga et al., 1998; Malau-Aduli et al., 2004). Dunn y Moss (1992) indicaron que el comienzo de la época de empadre puede ser retrasada en ovejas malnutridas, habiendo un incremento en el periodo de anestro posparto relacionado con la condición corporal producida por la baja nutrición.

#### **4.4. Crecimiento y mortalidad de las crías**

En el Cuadro 5 se muestran los resultados del efecto de la interacción régimen de alimentación x sexo sobre el crecimiento de los corderos en el periodo postparto. Tanto machos como hembras nacidas a partir de ovejas alimentadas restringidamente presentaron menor ( $P < 0.05$ ) peso al nacimiento y a los 30 d que los machos y hembras nacidas a partir de ovejas testigo. Entre machos y hembras de ovejas testigos y de ovejas alimentadas restringidamente, el peso a los 60 d fue similar ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, las hembras nacidas de ovejas alimentadas restringidamente tuvieron menor ( $P < 0.05$ ) peso a los 60 d que los corderos nacidos de ovejas testigo. En el caso de machos nacidos a partir de ovejas alimentadas

restringidamente, sus pesos a los 60 d fueron similares ( $P>0.05$ ) al de los machos y menor al de las hembras ( $P<0.05$ ) de ovejas testigo. En el caso de GDP, se observó que tanto en machos como en hembras de ovejas testigo presentaron mayor GDP en los primeros y segundo 30 d que los corderos de ovejas alimentadas restringidamente. No obstante, en general durante todo el periodo postparto, se observó que las hembras de ovejas alimentadas restringidamente tuvieron más baja ( $P<0.05$ ) GDP que los corderos nacidos de ovejas testigo y los machos nacidos de ovejas alimentadas restringidamente.

**Cuadro 5.** Efecto de la interacción entre régimen de alimentación y sexo de la cría sobre el crecimiento de los corderos.

	Testigo		Restringido		E.E.
	Hembra	Macho	Hembra	Macho	
<b>Peso vivo (kg)</b>					
Nacimiento	3.08 <sup>a</sup>	3.14 <sup>a</sup>	2.08 <sup>b</sup>	2.43 <sup>b</sup>	0.22
30 d	8.44 <sup>a</sup>	8.56 <sup>a</sup>	4.37 <sup>b</sup>	5.67 <sup>b</sup>	0.76
60 d	13.84 <sup>a</sup>	12.57 <sup>ab</sup>	6.90 <sup>c</sup>	9.96 <sup>bc</sup>	1.03
<b>GDP (g)</b>					
0 – 30 d	178 <sup>a</sup>	183 <sup>a</sup>	74 <sup>b</sup>	106 <sup>b</sup>	20
30 – 60 d	175 <sup>a</sup>	135 <sup>a</sup>	82 <sup>b</sup>	142 <sup>a</sup>	23
0 – 60 d	179 <sup>a</sup>	158 <sup>ab</sup>	79 <sup>c</sup>	124 <sup>b</sup>	18

<sup>a,b,c</sup> Letras diferentes en hilera indican diferencia significativa ( $P<0.05$ ).

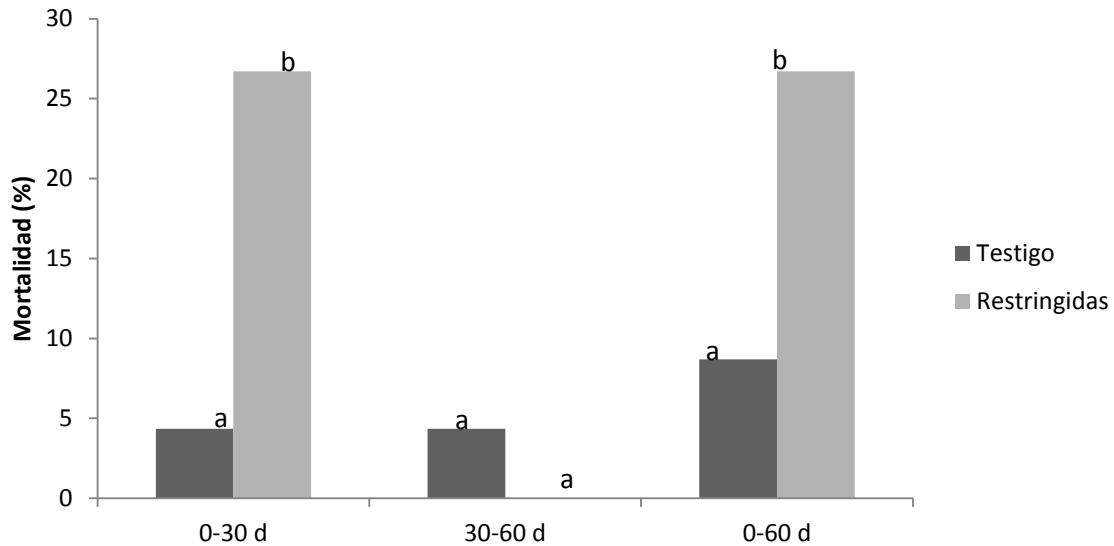
En general, en este estudio se observó que indistintamente del sexo de la cría, la alimentación de las madres durante el último tercio de gestación afectó su desarrollo pre-destete, principalmente al nacimiento y en el primer mes de vida. Al destete, el efecto negativo de restricción nutricional pre-parto se reflejó drásticamente sobre el peso y la tasa de crecimiento de las hembras, ya que los machos de ovejas restringidas alcanzaron peso al destete similar al de los machos de ovejas alimentadas adecuadamente. Estos resultados son explicados por 2 factores principales: el primero es el peso al nacimiento (Ali et al., 2009) y el segundo con la producción de leche (Arbiza-Aguirre, 1996), lo cuales se asocian directamente con la alimentación pre-parto.

El peso al nacimiento de los corderos es uno de los factores más importantes que influyen negativamente sobre el crecimiento pre-destete, ya que los corderos más pesados al nacimiento crecen más rápido que los corderos de peso ligero (Ali et al., 2009), lo cual puede explicar parcialmente los resultados encontrados en este estudio. Los corderos de ovejas alimentadas restringidamente en la gestación presentaron más bajo pesos al nacimiento que esos nacidos de ovejas alimentadas adecuadamente. Al respecto, Hinojosa-Cuellar et al. (2012) señalaron que ovejas bien alimentadas durante los dos últimos meses de gestación paren corderos más pesados, lo cual se refleja en un crecimiento más rápido hasta el destete. En ese estudio relacionados dicho resultado con la capacidad de la madre para producir leche en el periodo postparto y el peso al nacimiento. De tal manera que ovejas alimentadas adecuadamente están más capacitadas para producir más leche y muestran mayor habilidad materna (Arbiza-Aguirre et al., 1996).

En congruencia con los resultados de este estudio y en otras razas, Sejian et al. (2011) reportaron más bajos pesos al nacimiento en ovejas alimentadas restringidamente que en las testigo (2.30 vs. 3.55 kg). De la misma manera, Lara et al. (2007) encontraron un mejor peso al nacimiento y crecimiento pre-destete en corderos nacidos a partir de ovejas alimentadas en forma adecuada que en las restringidas nutricionalmente. Tygesen et al. (2007), en un estudio realizado en ovejas con un adecuado y un nivel restringido de alimentación, encontraron que el peso al nacimiento y al destete, y la tasa de crecimiento fueron mayores en los corderos de ovejas alimentadas con un nivel adecuado de alimentación que los corderos de madres alimentadas restringidamente. Similarmente, Dwyer et al. (2003) en un estudio donde se redujo la ingesta nutricional de la oveja en relación a ingesta sin restricción, encontraron que el peso de los corderos fue menor en la ovejas del grupo de ingesta restringida, tanto en partos simples como múltiples.

Los resultados sobre mortalidad de corderos durante el periodo predestete se muestran en la Gráfica 1. Una mayor mortalidad de corderos se detectó en los primeros 30 d postparto, siendo mayor ( $P < 0.05$ ) en crías nacidas a partir de ovejas alimentadas restringidamente en comparación a las crías de ovejas testigo. Entre el d 30 y 60 postparto, la tasa de mortalidad fue similar ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos. La alta mortalidad de crías en los primeros 30 d de ovejas alimentadas restringidamente se reflejó ( $P < 0.05$ ) en la mortalidad de corderos detectada en todo el periodo postparto (0-60 d).





**Grafica 1.** Mortalidad de corderos durante el periodo pre-destete nacidos a partir de ovejas alimentadas adecuadamente o restringidamente durante el último tercio de gestación. <sup>a,b</sup> distinta literal entre días difieren ( $P < 0.01$ ), misma literal son estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ ).

Los resultados de mortalidad sugieren un alto impacto de la nutrición en el último tercio de la gestación de ovejas de pelo sobre la susceptibilidad de sus crías a morir en los primeros días de vida, lo cual se refleja en una alta tasa de mortalidad durante todo el periodo pre-destete. Misma situación ha sido reportada en otras razas por varios estudios donde evalúan el efecto de restricción nutricional preparto sobre el desarrollo de las crías postparto (Mellor y Murray, 1985; Hinch et al., 1996; Robinson et al., 1999; Guinan et al., 2005; Ocak et al., 2005).

La mayor mortalidad de corderos nacidos de ovejas alimentadas restringidamente en el último tercio de gestación es el resultado de una combinación de diferentes ajustes fisiológicos, metabólicos y endocrinológicos que realiza la

madre para llevar la gestación a su fin (Macías-Cruz et al., 2012). Así, todas esas alteraciones se convierten en factores que predisponen la sobrevivencia de las crías. Por una parte, restricción nutricional preparto produce un retardo en el crecimiento fetal, el cual conlleva al nacimiento de crías poco pesadas, débiles y con bajas reservas de grasas pardas. Todo esto provoca que las crías no consuman calostro en los primeros minutos después del parto y terminen muriendo por hipotermia (Dwyer et al., 2003). Por otra parte, la restricción nutricional preparto en la madre provoca un bajo desarrollo de ubre y capacidad de galactogénesis como consecuencia de una inapropiada caída en los niveles de progesterona al momento del parto (Banchemo et al., 2004). Además, la inadecuada alimentación durante la gestación también afecta negativamente la habilidad materna de las madres (Hinojosa-Cuellar et al., 2012). De tal manera que la baja producción de calostro y leche postparto en combinación con su calidad, causan que los corderos no se alimenten adecuadamente y mueran por deficiencia nutricional en los primeros días de nacidos. En ocasiones, el problema no es la producción ni la composición del calostro y leche, sino la falta de habilidad materna de la madre, lo cual provoca un abandono de las crías, muriendo éstas por el tipo de alimentación.

Dwyer et al. (2003) mencionan que la nutrición de la madre durante la preñez afecta el peso del cordero al nacimiento y la incidencia de la mortalidad. Corderos ligeros, particularmente de partos múltiples, tienen mayor incidencia de muerte por la exposición a inanición que los corderos de mayor peso. Una baja nutrición en la madre es altamente asociada con reducción en peso de la ubre y desarrollo mamario, resultando en una reducción de la producción de calostro, retraso en el comienzo de la lactación y menos secreción de leche. Por su parte, Hashemi et al.

(2008) señalan que el calostro es la primera secreción de la glándula mamaria después del parto, y es considerada una rica fuente de energía para la producción de calor en los corderos, lo cual previene la hipotermia y suministra inmunoglobulinas para protección del cordero recién nacido contra las enfermedades.

## 5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó este estudio, se concluye que la restricción nutricional en el último tercio de gestación combinado con el estrés calórico produce un balance energético negativo muy drástico para las ovejas al parto, lo cual se debe a una mayor movilización de reservas corporales para suplir los nutrientes necesarios para el feto. No obstante, este esfuerzo de la oveja para suplir nutrientes al feto no evita un posible retardo en el crecimiento fetal y, consecuentemente, los corderos presentan bajos pesos al nacimiento.

Estos bajos pesos al nacimiento de corderos nacidos a partir de ovejas alimentadas restringidamente conllevaron a una elevada tasa de mortalidad en los primeros días de vida, reflejándose durante todo el periodo pre-destete. Los parámetros reproductivos también se vieron afectados por la pérdida de peso y condición corporal que presentaron las ovejas al parto, siendo las pérdidas de peso uno de los factores limitantes de la reanudación ovárica y del estro después del parto. Por lo tanto, se recomienda ofrecer una ración balanceadas en base a lo indicado en el NRC (2007) con el objeto de asegurar un suministro de nutrientes adecuado que vaya acorde a las condiciones fisiológicas de la oveja y el clima, para aumentar la productividad del rebaño y con esto mejorar las condiciones socioeconómicas de los productores.

## 6. LITERATURA CITADA

- Abdalla, E.B., E.A. Kotby, and H.D. Johnson. 1993. Physiological responses to heat-induced hyperthermia of pregnant and lactating ewes. *Small Ruminant Res.* 11:125-134.
- Adelodun, O.F., S.O. Peters, A. Yakubu, A.O. Sonibare, M.A. Adeleke, O.O. Michael, and I.G. Imumorin. 2012. Physiological and haematological indices suggest superior heat tolerance of white-coloured West African Dwarf sheep in the hot humid tropics. *Trop. Anim. Health Pro.* 45:157-165.
- Ali, A., M. Hayder, and R. Derar. 2009. Reproductive performance of Farafra ewes in the subtropics. *Anim. Reprod. Sci.* 114:356-361.
- Alida, S.F., D. Mitchell, and H.P. Laburn. 2004. Peripartum body temperatures in free-ranging ewes (*ovis aries*) and their lambs. *J. Therm. Biol.* 29:115-122.
- Annett, R.W., A.F. Carson, and L.E.R. Dawson. 2008. Effects of digestible undegradable protein (DUP) supply and fish oil supplementation of ewes during late pregnancy on colostrums production and lamb output. *Anim. Feed Sci. Tech.* 146:270-288.
- Araujo, R.M., A.V. Pires, I. Susin, C.Q. Mendes, G.H. Rodrigues, F.S. Urano, M.F. Ribeiro, C.A. Oliveira, P. Viau, and M.L. Day. 2009. Postpartum ovarian activity of Santa Inês lactating ewes fed diets containing soybean hulls as a replacement for coastcross (*Cynodon sp.*) hay. *Small Ruminant Res.* 81:126-131.
- Arbiza-Aguirre, S.I., y J. De Lucas-Tron. 1996. *Producción de Carne Ovina*. Editores Mexicanos Unidos, SA. México DF, México. 169 p.
- Avendaño-Reyes, L., F.D. Álvarez-Valenzuela, J. Salome, I. Molina, and F.J. Cisneros. 2004. Assesment of some productive traits of the pelibuey sheep in northwest Mexico: Preliminary results. *Cuban J. Agri. Sci.* 38:129-134.
- Banchemo, G.E., G. Quintans, A. Vázquez, F. Gigena, A. La Manna, D. R. Lindsay, and J. T. B. Milton. 2007. Effect of supplementation of ewes with barley or maize during the last week of pregnancy on colostrum production. *Animal* 1:625-630.
- Banchemo, G.E., G. Quintans, G.B. Martin, D.R. Lindsay, and J.T.B. Milton. 2004. Nutritional and colostrums production in sheep. 1. Metabolic and hormonal responses to a high-energy supplement in the final stages of pregnancy. *Reprod. Fert. Develop.* 16:633-643.

- Banchero, G.E., R. Pérez, R. Bencini, D. Lindsay, J.T.B. Milton, and G. Martin. 2006. Endocrine and metabolic factors involved in the effect of nutrition on the production of colostrum in female sheep. *Reprod. Nutr. Dev.* 46:447-460.
- Bell, A. W., W. McBride, R. Slepatis, R.J. Early, and W.B. Currie. 1989. Chronic heat stress and prenatal development in sheep: I. Conceptus growth and maternal plasma hormones and metabolites. *J. Anim. Sci.* 67:3289-3299.
- Blanc, F., F. Bocquier, J. Agabriel, P. D'Hour, and Y. Chilliard. 2006. Adaptive abilities of the females and sustainability of ruminant livestock systems. A review. *Anim. Res.* 55:489-510.
- Butler, W.R. 2003. Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 83:211-218.
- Caldeira, R.M., and A.V. Portugal. 2007. Relationships of body composition and fat partition with body condition score in Serra da Estrela ewes. *Asian Austral. J. Anim.* 20:1108-1114.
- Cardozo, J.A., J.G. Velásquez, H. Flórez, J.H. Velásquez, y M.A. Peña. 2006. Estrés calórico: Efectos en el comportamiento reproductivo y adaptación de los bovinos al trópico. *Rev. Corpoica Cien. Tec. Agro.* 10:51-59.
- Cavestany, D., C. Viñoles, M.A. Crowe, A. La-Manna, and A. Mendoza. 2009a. Effect of prepartum diet on postpartum ovarian activity in Holstein cows in a pasture based dairy system. *Anim. Reprod. Sci.* 114:1-13.
- Cavestany, D., M. Kulcsa, D. Crespi, Y. Chilliard, A. La Manna, O. Balogh, M. Keresztes, C. Delavaud, G. Huszenicza, and A. Meikle. 2009b. Effect of prepartum energetic supplementation on productive and reproductive characteristics, and metabolic and hormonal profiles in dairy cows under grazing conditions. *Reprod. Domest. Anim.* 44:663-671.
- Charismiadou, M.A., J.A. Bizelis, and E. Rogdakis. 2000. Metabolic changes during the perinatal period in dairy sheep in relation to level of nutrition and breed. I. Late pregnancy. *J. Anim. Physiol. An. N.* 84:61-72.
- Conway, M.L.T., J.K. Blackshaw, and R.C.W. Daniel. 1996. The effects of agonistic behaviour and nutritional stress on both the success of pregnancy and various plasma constituents in Angora goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 48:1-13.
- Corner, R.A., P.R. Kenyon, K.L. Safford, D.M. West, S.T. Morris, N. López-Villalobos, and M.H. Oliver. 2008. The effect of nutrition from mid-to late-pregnancy on the performance of twin and triplet-bearing ewes and their lambs. *Aust. J. Exp. Agr.* 48:666-671.
- Costa, M.J.R.P., R. Silva, and R.C. Souza. 1992. Effect of air temperature and humidity on ingestive behaviour of sheep. *Int. J. Biometereol.* 36:218-222.

- Dobson, H., C. Fergani, J.E. Routly, and R.F. Smith. 2012. Effects of stress on reproduction in ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 130:135-140.
- Dreiling, C.E., F.S. Carman, and D.E. Brown. 1991. Maternal endocrine and fetal metabolic responses to heat stress. *J. Dairy Sci.* 74:312-327.
- Dunn, T.G., and G. E. Moss. 1992. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. *J. Anim. Sci.* 70:1580-1593.
- Durak, M.H., and A. Altinek. 2006. Effect of energy deficiency during late pregnancy in Chios ewes on free fatty acids,  $\beta$ -hydroxybutyrate and urea metabolites. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 30:497-502.
- Dwyer, C.M., A.B. Lawrence, S.C. Bishop, and M. Lewis. 2003. Ewe-lamb bonding behaviours at birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. *Brit. J. Nutr.* 89:123-136.
- Ermias, E., A. Yami, and J.E.O. Rege. 2002. Fat deposition in tropical sheep as adaptive attribute to periodic feed fluctuation. *J. Anim. Breed. Genet.* 119:235-246.
- Forcada, F., and J.A. Abecia. 2006. The effect of nutrition on the seasonality of reproduction in ewes. *Reprod. Nutr. Dev.* 46:355-365.
- Fuquay, J.W. 1981. Heat stress as is affects animal production. *J. Anim. Sci.* 52:64-74.
- Gao, F., X.Z. Hou, and Y.C. Liu. 2007. Effects of hormonal status and metabolic changes of restricted ewes during late pregnancy on their fetal growth and development. *Sci. China Ser. C.* 50: 766-772.
- García, E. 1985. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 2da ed. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México: México, DF.
- González, A., B.D. Murphy, J. de Alba, and J. G. Manns. 1987. Endocrinology of the postpartum period in the pelibuey ewe. *J. Anim. Sci.* 64:1717-1724.
- González-Bulnes, A., C.A. Meza-Herrera, M. Rezik, H. Ben Salem, and R.T. Kridli. 2011. Limiting factors and strategies for improving reproductive outputs of small ruminants reared in semi-arid environments. *Semi-arid environments: Agriculture, Water Supply and Vegetation*. Edit. Nova Science Publishers. pp. 41-62.
- Gootwine, E., T.E. Spencer, and F.W. Bazer. 2007. Litter-size dependent intrauterine growth restriction in sheep. *Animal* 14:547-564.
- Guinan, M., G. Harrison, and T.M. Boland, T.F. Crosby. 2005. The effect of timing of mineral supplementation of the ewe diet in late pregnancy on immunoglobulin G absorption by the lamb. *J. Anim. Sci.* 80:193-200.

- Hafez, E.S.E. 2002. Reproducción e Inseminación artificial en animales, Mc Graw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. (7ma. ed.) México D.F.
- Hafez, E.S.E., Hafez, B., 2004. Transporte y sobrevivencia de gametos. Reproducción animal. (7 ed.) Manole Barueri, pp. 83-96.
- Hahn, G.L. 1999. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. J. Dairy Sci. 82:10-20.
- Haresign, W. 1981. The influence of nutrition on reproductive in the ewe. Anim. Prod. Sci. 32:257-260.
- Hashemi, M., M.J. Zamiri, and M. Safdarian. 2008. Effects of nutritional level during late pregnancy on colostrum production and blood immunoglobulin levels of Karakul ewes and their lambs. Small Ruminant Res. 75:204-209.
- Hayder, M., and, A. Ali. 2008. Factors affecting the postpartum uterine involution and luteal function of sheep in the subtropics. Anim. Reprod. Sci. 79:174-178.
- Hinch, G.N., J.J. Lynch, J.V. Nolan, R.A. Leng, B.M Bindon, and L.R. Piper. 1996. Supplementation of high fecundity Border Leicester Merino ewes with a high protein feed: its effect on lamb survival. Aust. J. Exp. Agr. 36:129-136.
- Hinojosa-Cuéllar, J.A., J. Oliva-Hernández, G. Torres-Hernández, J.C. Segura-Correa, E.M. Aranda-Ibáñez, y J.M. González-Camacho. 2012. Factores que afectan el crecimiento predestete de corderos pelibuey en el trópico húmedo de México. Rev. Uni. Cienc. 2:163-171.
- Kenyon, P.R., A.J. Wall, K.J. Burnham, Stafford, D.M. West, and T. Morris. 2010. Effect of offering concentrate supplement in late pregnancy, under conditions of unrestricted herbage, on the performance of multiple-bearing ewes and their lambs to weaning. Anim. Prod. Sci. 50: 485-492.
- King, G. 2002. Pregnancy characteristics. J. Dairy Sci. 2283-2290.
- Kleemann, D.O. 1983. Review: effects of nutrition in ewes during mating, pregnancy, lactation and post-lactation, with particular reference to ewes with multiple births. Department of Agriculture, Turretfield Research Center, Rosedale, South Australia. pp: 54.
- Lambe, N.R., J. Conington, K.A. McLean, E.A. Navajas, A.V. Fisher, and L. Bünger. 2006. In vivo prediction of internal fat weight in Scottish Blackface lambs, using computer tomography. J. Anim. Breed. Genet. 123:105-113.
- Laporte-Broux, B., C. Duvaux-Ponter, S. Roussel, J. Promp, P. Chavatte-Palmer, and A.A. Ponter. 2011. Restricted feeding of goats during the last third of gestation modifies both metabolic parameters and behavior. Livest. Prod. Sci. 138:74-88.



- Lara, P.E., M.C. Canché, N.B. Marrufo y J.R. Sanginés. 2007. Pastoreo restringido de ovejas Pelibuey en bancos de proteína de morera (*Morus alba*). *Pastos y Forrajes* 30:267-278.
- LPHSI. *Livestock and Poultry Heat Stress (1990). Indices Agriculture Engineering Technology Guide*. Clemson University, Clemson, SC 29634, USA.
- Macaldowie, C., A. Eales, and J. Small. 2004. *Practical Lambing and Lamb Care*. Blackwell Publishing. (3rd ed.) USA.
- Macías, C.U. 2010. Eficiencia productiva de ovinos de pelo y el uso de subproductos agroindustriales en la alimentación de corderos en el norte de México. Tesis de Doctorado en Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Baja California, México. Pp. 1-105.
- Macías-Cruz U., F.D. Álvarez-Valenzuela, H.A. Olgún-Arredondo, L. Molina-Ramírez, y L. Avendaño-Reyes. 2012. Ovejas Pelibuey sincronizadas con progestágenos y apareadas con machos de raza Dorper y Katahdin bajo condiciones estabuladas: producción de la oveja y crecimiento de los corderos durante el periodo predestete. *Arch. Med. Vet.* 44:29-37.
- Macías-Cruz, U., F.D. Álvarez-Valenzuela, A. Correa-Calderón, R. Díaz-Molina, M. Mellado, C. Meza-Herrera, and L. Avendaño-Reyes. 2013. Thermoregulation of nutrient-restricted hair ewes subjected to heat stress during late pregnancy. *J. Therm. Biol.* 38:1-9.
- Malau-Aduli, B.S., L.O. Eduvie, C.A.M. Lapkin, and A.E.O. Malau-Aduli. 2004. Influence of crop residue ration supplementation on the attainment of puberty and postpartum reproductive activities of red Sokoto goats. *J. Anim. Physiol. An. N.* N89:11-19.
- Marai, I., A. El-Darawany, A. Fadiel, and M. Abdel-Hafez. 2007. Physiological traits as affected by heat stress in sheep. *Small Ruminant Res.* 71:1-12.
- Marai, I., A. El-Darawany, A. Fadiel, and M. Abdel-Hafez. 2008. Reproductive performance traits as affected by heat stress and its alleviation in sheep. *Trop. Subtrop. Agro.* 8:209-234.
- Martínez-Partida, J.A., L. Jiménez-Sánchez, J.G. Herrera-Haro, E. Valtierra-Pacheco, E. Sánchez-López, y M.C. López-Reyna. 2011. Ganadería ovino-caprina en el marco del programa de desarrollo rural en Baja California. *Rev. Uni. Cienc.* 27:331-334.
- Maurya, V.P., S.M.K. Naqvi, A. Joshi, and J.P. Mittal. 2007. Effect of high temperature stress on physiological responses of Malpura sheep. *Indian J. Anim. Sci.* 77:1244-1247.
- Mavrogianni, V.S., and C. Brozos. 2008. Reflections on the causes and the diagnosis of peri-parturient losses of ewes. *Small Ruminant Res.* 76:77-82.

- Mbayahaga, J., S.N. Mandiki, J.L Bister, and R. Paquay. 1998. Body weight, oestrous and ovarian activity in local Burundian ewes and goats after parturition in the dry season. *Anim. Reprod. Sci.* 29:289-300.
- McCraab, G.J., and G. Bortolussi. 1996. Placental growth and the ability of sheep to thermoregulate in hot environment. *Small Ruminant Res.* 20:121-127.
- Mellado, M., T. Vera, C.A. Meza Herrera, and F. Ruiz. 2000. A note on the effect of air temperature during gestation on birth weight and neonatal mortality of Kids. *J. Agr. Sci.* 135:91-94.
- Mellor, D.J. 1983. Nutritional and placental determinants of foetal growth rate in sheep and consequences for the newborn lamb. *Brit. Vet. J.* 37:1324-1397.
- Mellor, D.J., and L. Murray. 1985. Effects of maternal nutrition on udder development during late pregnancy and on colostrum production in Scottish Blackface ewes with twin lambs. *Res. Vet. Sci.* 39:230-234.
- Meyer, A.M., Reed, K. A. Vonnahme, S. A. Soto-Navarro, L. P. Reynolds, S. P. Ford, B. W. Hess, and J. S. Caton. 2010. Effects of stage of gestation and nutrient restriction during early to mid-gestation on maternal and fetal visceral organ mass and indices of jejunal growth and vascularity in beef cows. *J. Anim. Sci.* 88:2410-2424.
- Meza-Herrera, C.A., G. Calderón-Leyva, M.J Soto-Sánchez, J. Abad-Zavaleta, J.M. Serradilla, A. García-Martínez, R. Rodríguez-Martínez, F.G. Veliz, U. Macías-Cruz, y H. Salinas-González. 2012. The expression of birth weight is modulated by the breeding season in a goat model. *J. Anim. Sci.* 12:237-245.
- Minka, N.S., and J.O. Ayo. 2009. Physiological responses of food animals to road transportation stress. *Afr. J. Biotech.* 8:7415-7427.
- Morris, S.T., and P.R. Kenyon. 2004. The effect of litter size and sward height on ewe and lamb performance. *New Zeal. J. Agr. Res.* 47: 275-286.
- Niswender, G.D., J.L. Juengel, P.J. Silva, M.K. Rollyson, and E.W. McIntush. 2000. Mechanisms controlling the function and lifespan of the corpus luteum. *Physiol. Rev.* 80:1-29.
- NRC, 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids. National Academy of Science, Washington D.C.
- NRC. 1985. Nutrient Requirements of Sheep (6th Ed.). National Academy Press, Washington, DC.
- Ocak, N., M.A. Cam, and M. Kuran. 2005. The effect of high dietary protein levels during late gestation on colostrum yield and lamb survival rate in singleton-bearing ewes. *Small Ruminant Res.* 56:89-94.

- Rafiq, M., S. Mumtaz, N. Akhtar, and M.F. Khan. 2007. Effect of strategic supplementation with multi-nutrient urea molasses blocks on body weight and body condition score of Lohi sheep owned by tenants of Pakistan. *Small Ruminant Res.* 70:200-208.
- Rekik, M., H. Ben-Salem, N. Lassoued, H. Chalouati, and I. Ben-Salem. 2010. Supplementation of barbarine ewes with spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) cladodes during late gestation-early suckling: Effects on mammary secretions, blood metabolites, lamb growth and postpartum ovarian activity. *Small Ruminant Res.* 90:53-57.
- Ribeiro, L.C., J.R.O. Perez., and P.H.A. Carvalho. 2007. Effects of oxytocin on milk yield and composition of Santa Ines ewes. *Rev. Bras. Zootecn.* 36:438-444.
- Robinson, J.J., T.G. McEvoy, and K.D. Sinclair. 1999. Nutritional effects on foetal growth. *Anim. Sci.* 68:315-331.
- Ronchi, B., G. Stradaioli, A. Verini Supplizi, U. Bernabucci, N. Lacetera, P.A. Accorsi, A. Nardone, and E. Seren. 2001. Influence of heat stress or feed restriction on plasma progesterone, oestradiol-17 $\beta$ , LH, FSH, prolactin and cortisol in Holstein heifers. *Livest. Prod. Sci.* 68:231-241.
- Russel, A.J.F., J.M. Doney, and J.R. Gunn. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci.* 72: 451-454.
- SAS INSTITUTE., 2004. SAS/STAT: User's guide statistics released 9.1 (2nd Ed.) SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA.
- Sejian, V., V.P. Maurya, and S.M.K.Naqvi. 2010. Adaptability and growth of Malpura ewes subjected to thermal and nutritional stress. *Trop. Anim. Health Pro.* 2:1763-1770.
- Sejian, V., V.P. Maurya, and S.M.K. Naqvi. 2011. Effect of thermal stress, restricted feeding and combined stresses (thermal stress and restricted feeding) on growth and plasma reproductive hormone levels of Malpura ewes under semi-arid tropical environment. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 95:252-258.
- Sevi, A., G. Annicchiarico, M. Albenzio, L. Taibi, A. Muscio, and S. Dell'Aquila. 2001. Effects of solar radiation and feeding time on behavior, immune response and production of lactating ewes under high ambient temperature. *J. Dairy Sci.* 84:629-640.
- Stott , G.H. What is animal stress and how it is measured. 1981. *J. Anim. Sci.* 52:150-153.
- Tygesen, M.P., A.P. Harrison, and M. Therkildsen. 2007. The effect of maternal nutrient restriction during late gestation on muscle, bone and meat parameters in five month old lambs. *Livest. Sci.* 110:230-241.

- Tygesen, M.P., M.O. Nielsen, P. Norgaard, H. Raving, A.P Harrison, and A.H. Tauson. 2008. Late gestational nutrient restriction: Effects on ewes metabolic and homeorhetic adaptation, consequences for lamb birth weight and lactation performance. *Arch. Anim. Nutr.* 62:44-59.
- Underwood, K. R., J. F. Tong, P. L. Price, A. J. Roberts, E. E. Grings, B. W. Hess, W. J. Means, and M. Du. 2010. Nutrition during mid to late gestation affects growth, adipose tissue deposition and tenderness in cross-bred beef steers. *Meat Sci.* 86:588–593.
- Wu, G., F.W. Bazer, J.M. Wallance, and T.E. Spencer. 2006. Board invited review: Intrauterine growth retardation: Implications for the animal science. *J. Anim. Sci.* 84:2316-2337.