

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**EFFECTO DE CONDICIÓN CORPORAL Y EDAD EN LA FERTILIDAD Y
PROLIFICIDAD DE OVEJAS PELIBUEY**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

PRESENTA:

EDUARDO SÁNCHEZ VÉLEZ



**DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES**

AGOSTO DE 2001

Chapingo, Estado de México

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.

961531

**EFFECTO DE CONDICIÓN CORPORAL Y EDAD EN LA
FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD DE OVEJAS PELIBUEY**

**Tesis realizada por Eduardo Sánchez Vélez bajo la dirección del
Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como
requisito parcial para obtener el grado de:**

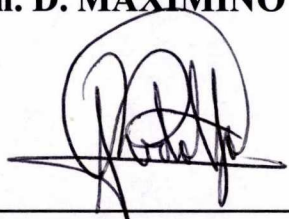
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

DIRECTOR: Raymundo Rangel S.

Ph. D. RAYMUNDO RANGEL SANTOS

ASESOR: 

Ph. D. MAXIMINO HUERTA BRAVO

ASESOR: 

Ph. D. RODOLFO RAMÍREZ VALVELDE

38538

**EFFECTO DE CONDICIÓN CORPORAL Y EDAD EN LA
FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD DE OVEJAS PELIBUEY**

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de Eduardo Sánchez Vélez autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Producción Animal estuvo constituido por:

PRESIDENTE: 

Ph. D. RAYMUNDO RANGEL SANTOS

ASESOR: 

Ph. D. MAXIMINO HUERTA BRAVO

ASESOR: 

Ph. D. RODOLFO RAMÍREZ VALVELDE

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme vivir.

A la Universidad Autónoma Chapingo y al Posgrado en Producción Animal por permitir alcanzar una meta más en la vida.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo brindado para lograr este objetivo.

Al PhD. Raymundo Rangel Santos, por la dirección del trabajo, por el apoyo brindado para la realización de los estudios y compartir parte de su conocimiento.

Al PhD. Maximino Huerta Bravo, por sus correcciones al presente trabajo.

Al PhD. Rodolfo Ramírez Valverde, por su valiosa asesoría.

Al Sr. Fernando Ramos Mendoza, por darnos la oportunidad de trabajar con sus ovejas.

A todas aquellas personas que de alguna u otra forma contribuyeron para la realización de este trabajo.

GRACIAS

DEDICATORIAS

Este trabajo está especialmente dedicado a mi familia, que siempre me han inculcado el espíritu de lucha para conseguir aquello que parece inalcanzable. Para ustedes mi admiración y respeto.

A ti Donde quiera que estés

Eduardo.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos Generales

Nombre: Eduardo Sánchez Vélez

Lugar de Nacimiento: Ixtlilco el Grande, mpio. de Tepalcingo, Morelos

Profesión: Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Formación Académica

Primaria: Escuela Rural Jaime Nuno, Ixtlilco el Grande, Morelos (1978-1984).

Secundaria: Escuela Secundaria No. 13, Cuernavaca, Morelos (1984-1987).

Preparatoria: Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México. (1987-1990).

Licenciatura: Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México. (1990-1994).

RESUMEN

EDUARDO SÁNCHEZ VÉLEZ

Efecto de condición corporal y edad en la fertilidad y prolificidad de ovejas Pelibuey

(Agosto de 2001)

(Bajo la dirección del Ph.D. Raymundo Rangel Santos)

Se evaluó el efecto de la condición corporal (CC) y edad en la fertilidad y prolificidad de ovejas Pelibuey. Las ovejas se distribuyeron en CC alta (≥ 3.5), media (2.5 y 3) y baja (≤ 2.0), y en primíparas y multíparas. Se sincronizaron con esponjas intravaginales conteniendo 40 mg de acetato de medroxiprogesterona (MAP), más 500 UI de gonadotropina sérica de yegua gestante (PMSG) dos días antes de la remoción. No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en la incidencia de celos (98.21, 96.77 y 96.15%), fertilidad (64.67, 64.36 y 62.22%) y prolificidad (1.67, 1.82 y 2.00) para CC baja, media y alta, respectivamente. La incidencia de celos (98.0 y 96.69), fertilidad (68.03 y 63.23) y prolificidad (1.62 y 1.90) fueron similares ($P > 0.05$) para primíparas y multíparas. No hubo interacción entre edad y CC. Es factible sincronizar e inseminar ovejas Pelibuey con diferente CC y edad sin afectar la incidencia de celos, fertilidad y prolificidad.

Palabras clave: ovejas de pelo, sincronización estral, inseminación artificial.

ABSTRACT

EDUARDO SÁNCHEZ VÉLEZ

Effects of body condition score and age on fertility and prolificacy of Pelibuey ewes

(August 2001)

(Under the direction of Ph.D. Raymundo Rangel Santos)

The body condition score (BCS) and age in Pelibuey ewes were evaluated on fertility and prolificacy. The ewes were distributed in high (≥ 3.5), moderately (2.5-3.0) and low (≤ 2.0) BCS, as well as primiparous and multiparous. Intravaginal sponges containing 40 mg of medroxyprogesterone acetate (MAP), plus 500 U.I. of pregnant mare's serum gonadotropin (PMSG), two days before sponge removal was utilized to synchronization. There were no significant differences ($P > 0.05$) in oestrus incidence (98.21, 96.77 and 96.15 %), fertility (64.67, 64.36 and 62.22 %) and prolificacy (1.67, 1.82 and 2.0) to low, moderately and high BCS, respectively. The oestrus incidence (98.0 and 96.69), fertility (68.03 and 63.23) and prolificacy (1.62 and 1.90) were similar to primiparous and multiparous. There was no interaction between BCS and age. Synchronization and insemination Pelibuey ewes with different BCS and age, do not affect the oestrus incidence, fertility and prolificacy.

Keywords: hair ewes, oestrus synchronization and artificial insemination

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	
3.1 Condición corporal	4
3.2. Mecanismos por los cuales se afecta la reproducción	8
3.3. Energía y reproducción	13
3.4 El efecto dinámico y el efecto estático	14
3.5 Tasa de ovulación	14
3.5.1 Condición corporal y tasa ovulatoria	15
3.5.1.1 Efecto a mediano plazo	16
3.5.1.2 Efecto a corto plazo	18
3.6 Proteína y reproducción	19
3.7 Factores que afectan la fertilidad	22
3.7.1 Edad de la oveja y fertilidad	22
3.7.2 Condición corporal y fertilidad	24
3.7.3 Época del año y fertilidad	25
3.7.4 Raza del animal y fertilidad	27
3.8 Factores que afectan la prolificidad	27
3.8.1 Edad del animal y prolificidad	28
3.8.2 Condición corporal y prolificidad	28
3.8.3 Época del año y prolificidad	30
3.8.4 Raza del animal y prolificidad	31
3.9 Sincronización del ciclo estral	32
3.9.1 Sincronización de estros con progestágenos	32

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización	36
4.2 Animales y tratamientos	36
4.3 Manejo	37
4.4 Sincronización del ciclo estral	37
4.5 Detección de celos	38
4.6 Inseminación Artificial	38
4.7 Diagnóstico de gestación	38
4.8 Variables evaluadas	38
4.9 Análisis estadístico	39

V. RESULTADOS

5.1 Incidencia y distribución de celos	40
5.2 Fertilidad	42
5.3 Prolificidad	43

VI. DISCUSIÓN

45

VII. CONCLUSIONES

53

VIII. LITERATURA CITADA

54

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 . Efecto de la edad sobre la fertilidad en ovejas sincronizadas	23
Cuadro 2. Incidencia de celos con esponjas intravaginales con diferentes niveles de progestágenos	35
Cuadro 3. Animales usados en el experimento, características de peso y condición corporal	37
Cuadro 4. Incidencia de celos en ovejas Pelibuey de diferente edad y condición corporal	41
Cuadro 5. Distribución de celos en ovejas Pelibuey de diferente edad y condición corporal	42
Cuadro 6. Fertilidad de ovejas Pelibuey de diferente edad y condición corporal	43
Cuadro 7. Prolificidad de ovejas Pelibuey de diferente edad y condición corporal....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Condición corporal de 1.0 en una oveja observándose perfectamente las apófisis dorsal y transversa	5
Figura 2. Condición corporal de 2.0, observándose poca grasa y poco músculo, así como la apófisis dorsal y transversa suave	5
Figura 3. Condición corporal de 3.0, se observa aún la apófisis dorsal y transversal, existe grasa moderada y músculo	5
Figura 4. Condición corporal de 4.0, se observa que existe una mayor cantidad de grasa y músculo, las apófisis dorsal y transversal son difíciles de observar	6
Figura 5. Condición corporal 5.0, no se observan ni la apófisis dorsal ni transversal, gran cantidad de grasa	7
Figura 6. Representación esquemática de algunos sistemas fisiológicos que Pueden mediar los efectos de la nutrición en el desempeño reproductivo	10
Figura 7. Formación de urea y amonio en el aparato digestivo y su mecanismo de acción potencial para afectar el comportamiento reproductivo	21

I. INTRODUCCIÓN

En México, la producción ovina en los últimos años ha despertado un gran interés, y en la actualidad, esta explotación puede representar una de las actividades pecuarias más atractivas y rentables. Lo cual ha motivado a instituciones, ganaderos y técnicos a poner los ojos en esta especie, fomentando la ovinocultura: En los últimos cinco años, se ha observado un aumento en el número de productores dedicados a producir animales para pie de cría, y de registro, actividad que apenas comienza y que se espera tenga aun más auge. Debido a lo anterior, nuestro país ha experimentado un incremento en el volumen de la producción de carne de ovino de 1990 a 1999 en un 24.66 % (Sagar, 2000).

La alimentación es un factor determinante en el desarrollo de esta actividad, porque se caracteriza por el pastoreo de gramíneas y leguminosas nativas que no satisfacen las necesidades de los animales. Sansoucy (2000), menciona que las dietas de los rumiantes en pastoreo es a base de pastos fibrosos, particularmente en la época de secas; aunado a esto existen variaciones en la producción de alimentos que determinan cambios en el estado nutricional de las ovejas, ocasionando una mala alimentación de los animales, lo que primeramente afecta al sistema reproductivo (Pedroso y Bonachea, 1995).

En la oveja, el peso corporal, la condición corporal y la tasa ovulatoria están correlacionadas. Las ovejas no ovulan hasta que alcanzan un cierto peso (peso umbral) el cual varía con los genotipos. Luego de este peso umbral, existe una relación más o menos lineal entre el peso vivo y la tasa ovulatoria (Edey, 1968; Morley *et al.*, 1978) hasta que alcanza una meseta, la cual representa el potencial genético del animal (Gunn, 1989). Coop (1962) menciona dos tipos de efectos de la nutrición sobre la tasa

ovulatoria, el efecto dinámico (efecto debido a cambios en el peso vivo del animal) y el efecto estático (efecto debido a diferencias en el peso vivo estático del animal).

El ovino Pelibuey en México, es una de las razas más conocidas por su rusticidad y capacidad productiva, pero todavía existe poca información sobre sus características reproductivas (Gonzalez-Reyna *et al.*, 1991), es por ello que es una de las razas que en los últimos años ha despertado el interés de los investigadores y los productores. En la actualidad, el ovino de pelo representa el 23 % del inventario ovino nacional, y están en una tendencia permanente de crecimiento en rebaños medianos y grandes con una concepción empresarial (Arteaga, 2000).

II. OBJETIVOS

Los objetivos del estudio son:

- Evaluar el efecto de la condición corporal sobre la fertilidad y prolificidad en ovejas Pelibuey sincronizadas.
- Evaluar el efecto de la edad sobre la fertilidad y prolificidad en ovejas Pelibuey sincronizadas.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Condición Corporal

La estimación subjetiva de condición corporal ha sido ampliamente utilizada por un tiempo considerable para evaluar la proporción de grasas en el animal vivo. Murray (1919, citado por Russel *et al.* 1969) definió condición corporal como “la relación de cantidad de grasa y la cantidad de materia no grasa en el cuerpo de un animal vivo”.

La condición corporal es un método adecuado para evaluar el estado de reservas energéticas corporales de los animales y es ampliamente recomendado como una práctica de evaluación del manejo nutricional de los animales (Ruegg y Milton, 1995).

La escala de condición corporal para ovinos, fue descrita por Russel *et al.* (1969) y Thompson y Meyer (1994), mencionando una escala de 1 a 5, la cual es la más utilizada y está basada en el tacto del nivel de músculo y depósito de grasas sobre y alrededor de la vértebra de la región del lomo. El método se describe a continuación.

Condición 1 (emaciado). Se aprecia la columna vertebral nítida y prominente. El músculo del lomo es superficial y sin grasa. Los dedos pueden pasar alrededor fácilmente hasta abajo y es posible sentir entre cada vértebra transversal (Fig. 1).

Condición 2 (delgada). Columna vertebral nítida y menos prominente. El músculo del lomo tiene poca grasa. El lado transversal es suave y escasamente redondeado. Es posible pasar los dedos sobre el lado transversal con un poco de presión (Fig. 2).

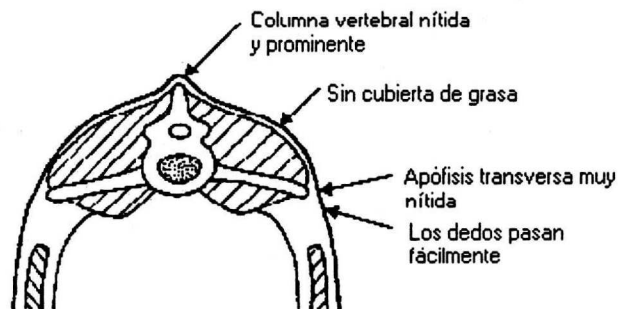


Figura 1. Condición corporal de 1.0 en una oveja observándose perfectamente las apófisis dorsal y transversa (Tomado de Thompson y Meyer, 1994).

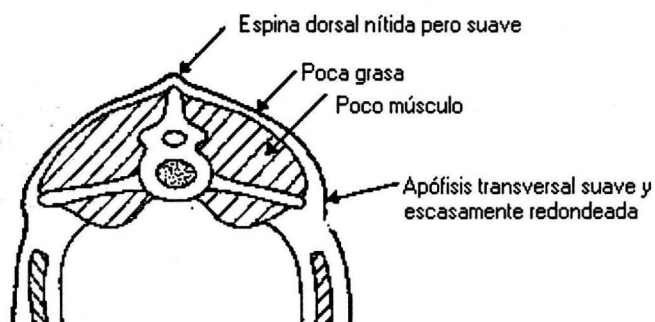


Figura 2. Condición corporal de 2.0, observándose poca grasa y poco músculo, así como la apófisis dorsal y transversa suave (Tomado de Thompson y Meyer, 1994).

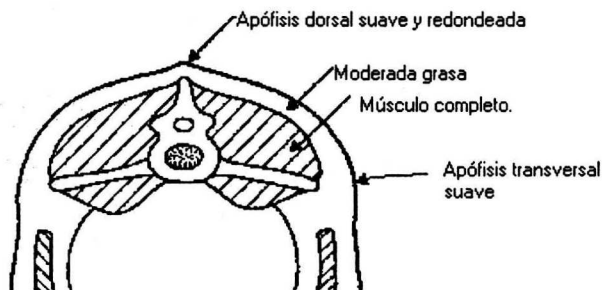


Figura 3. Condición corporal de 3.0, se observa aún la apófisis dorsal y transversal, existe grasa moderada y músculo (Tomado de Thompson y Meyer, 1994).

Condición 3 (promedio). La columna vertebral es suave y redondeada, y se puede sentir con un poco de presión. El lado transversal es suave y bien cubierta y una presión firme es necesaria para sentir el fondo del músculo. El músculo del lomo es completo con un poco de grasa (Fig. 3).

Condición 4 (gordo). La columna vertebral es solo detectada con presión como una línea dura. El lado transversal no puede sentirse. El músculo del lomo es completo con una cubierta gruesa de grasa (Fig. 4).

Condición 5 (obesa). La espina dorsal no puede ser detectada. El lado transversal no es detectado. El músculo del lomo esta muy lleno con una cubierta muy gruesa de grasa (Fig. 5).

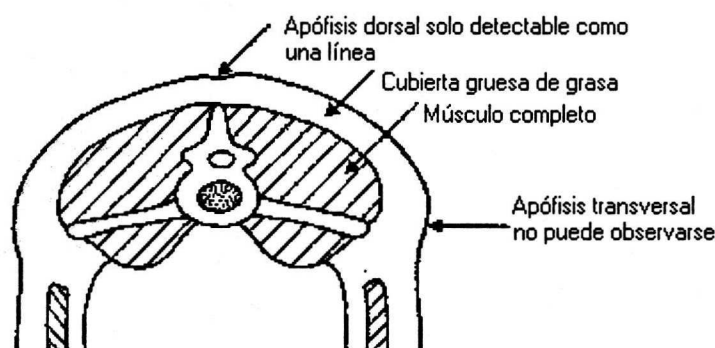


Figura 4. Condición corporal de 4.0, se observa que existe una mayor cantidad de grasa y músculo, las apófisis dorsal y transversal son difíciles de observar (Tomado de Thompson y Meyer, 1994).

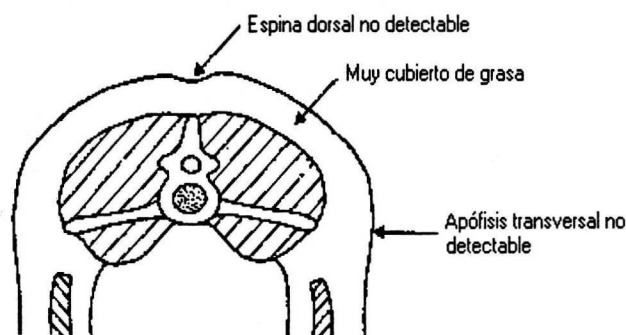


Figura 5. Condición corporal 5.0, no se observan ni la apófisis dorsal ni la transversal, presencia de gran cantidad de grasa. (Tomado de Thompson y Meyer, 1994).

El peso vivo por si solo, se viene utilizando poco actualmente pues se ha comprobado que tiene una correlación muy variable con el nivel de reservas corporales, condicionado principalmente por el estado fisiológico, el nivel de llenado ruminal, el tamaño y la raza del animal (Pedroso y Bonachea, 1995).

El problema de utilizar el peso vivo al servicio como indicador de procesos reproductivos, estriba en que se castiga a ovejas de talla baja y buena condición física y se favorece a las ovejas grandes de condición delgada (Rojas y Rodríguez, 1995). Así, la condición corporal, es un parámetro de creciente uso ya que no está condicionada por los factores mencionados para el peso vivo.

Russel *et al.* (1969), muestran claramente que la evaluación subjetiva de condición corporal puede proveer una estimación aceptable y útil de la proporción de grasa en el cuerpo del animal. La predicción de grasas del cuerpo, proporcionada por la escala de condición corporal es mejor que la obtenida por peso vivo, y la inclusión de peso vivo

como una variable independiente en una regresión múltiple con la condición corporal no mejora la eficiencia de predicción.

La nutrición ejerce una de las influencias más significativas sobre los procesos o eventos reproductivos, mencionando en la literatura la repercusión que tiene el nivel de reservas corporales de las ovejas sobre su comportamiento reproductivo y productivo (Newton *et al.*, 1980; Rhind *et al.*, 1989; Gunn *et al.*, 1991; Albuene y Peron, 1996); pero a partir de qué nivel de reservas se resiente la reproducción, es una interrogante de difícil respuesta ya que los niveles críticos serán diferentes para cada raza (Rhin *et al.*, 1984; Thomas *et al.*, 1987; Albuene y Peron, 1996).

La evaluación de la condición corporal es una técnica sencilla, hasta cierto punto subjetiva, fácil de implementar y se ha correlacionado ampliamente con los procesos reproductivos tanto en ganado bovino (Randel, 1990; Ruegg y Milton, 1995; Butler 2000) como en diferentes razas de ovinos (Ducker y Boyd, 1977; West *et al.*, 1991; Borwick *et al.*, 1997). Así mismo, Heredia *et al.* (1985), comparando dos métodos de calificación de condición corporal en ovejas Pelibuey, concluyen que el método más rápido y sencillo es el de la clasificación subjetiva por observación visual. Es importante señalar que este método de clasificación corporal por observación visual solo es factible en razas de ovinos de pelo.

3.2. Mecanismos por los cuales se afecta la reproducción

Aunque el consumo en la dieta puede influenciar la función reproductiva en rumiantes, la relación entre nutrición y reproducción es compleja y las respuestas son variables e

inconsistentes (O'Callaghan y Boland, 1999). Sin embargo, existe una serie de mecanismos en los cuales se observa como la nutrición puede afectar la reproducción, aunque el análisis es especulativo (Martín y Banchero, 1999). Existe en la literatura una revisión más detallada de cómo la nutrición afecta la reproducción (Lindsay *et al.*, 1993).

En la figura 6 se presentan los mecanismos que pueden mediar los efectos de la nutrición sobre la reproducción. La mayoría de ellos incluyen sistemas endocrinos desde el momento que existe una fuerte posibilidad que estén relacionados en el efecto del aporte de nutrientes sobre el desempeño reproductivo.

Mecanismo 1. Acción directa sobre el ovario

Los nutrientes luego de su absorción son transportados directamente a los tejidos del ovario donde aportan sustratos para las células germinales (1a) o a las células endocrinas (1b). El mecanismo (1a) podría aumentar directamente la producción de óvulos y podría sobrepasar el sistema endocrino. El mecanismo 1b sugiere que la energía o las proteínas afectan la capacidad de las células endocrinas de responder a las gonadotropinas (Martín y Banchero, 1999). Para estimular la actividad reproductiva, un incremento en el aporte de nutrientes tendría que reducir la secreción de inhibina o esteroides (Montgomery *et al.*, 1985), reduciendo la retroalimentación negativa y permitiendo a la secreción de gonadotropinas incrementar y estimular la actividad de las células germinales (Lindsay *et al.*, 1993).

El efecto de la suplementación nutricional sobre ovarios cíclicos es debido a una modulación del efecto inhibitorio del estradiol sobre la secreción de FSH (Wright *et al.*, 1988).

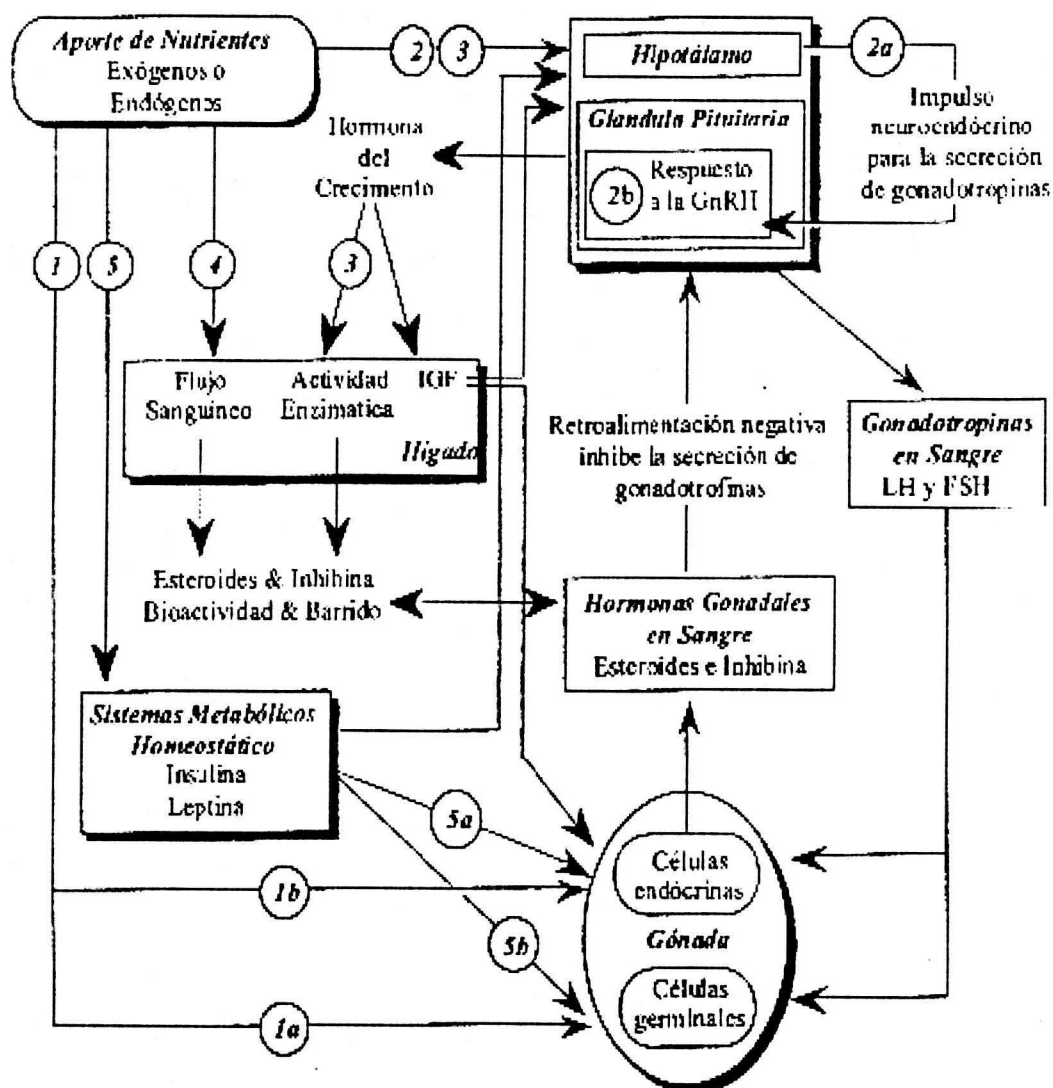


Figura 6. Representación esquemática de algunos sistemas fisiológicos que pueden mediar los efectos de la nutrición en el desempeño reproductivo (Tomado de Martín y Banchero, 1999).

Mecanismo 2. Acción a nivel hipotálamo-hipófisis

El aporte de nutrientes puede afectar al hipotálamo o a la glándula pituitaria para que cambie la secreción de gonadotropinas, este efecto puede ser reconocido por el hipotálamo donde los mecanismos neurales que conllevan a la producción de gonadotropinas pueden ser alterados (2a) o afectar a nivel de la hipófisis alterando la respuesta a la señal del hipotálamo (2b).

El efecto predicho por esta hipótesis puede seguir en varias vías (1) alterando la entrada de altos niveles dentro del sistema nervioso central (S.N.C.) para incrementar la secreción de GnRH en el sistema hipofisiario, (2) alterar la actividad hipotálamo-hipófisis para incrementar la secreción de gonadotropinas (Downing y Scaramuzzi, 1991).

La baja nutrición inhibe la secreción tónica de la Hormona Luteinizante (LH), posiblemente debido a un incremento en la sensibilidad de la retroalimentación ejercida por las hormonas ováricas o a otras influencias hipotalámicas; incrementando los niveles de consumo de nutrientes se puede estimular la secreción tónica de LH (McShane y Keiser, 1991).

En el mecanismo 2a, el estímulo nutricional puede actuar a nivel del hipotálamo alterando la potencia de la señal dirigida a la glándula pituitaria. Síntomas de dicho efecto pueden ser cambios en la secreción de gonadotropinas en ausencia de retroalimentación o cambios en la sensibilidad a hormonas gonadales exógenas (Martín y Banchemo, 1999).

En el mecanismo 2b, la cantidad de LH y FSH (Hormona folículo estimulante), puede estar afectada en respuesta de una dosis determinada de GnRH (Hormona liberadora de gonadotropinas). El resultado puede ser un cambio en la amplitud de los pulsos de LH, o cambios en la concentración de FSH en la sangre (Lindsay *et al.*, 1993).

Mecanismo 3. Conversión esteroidea

Desde el momento que la secreción de la hormona del crecimiento responde a cambios en la nutrición, es probable que la dieta altere los grados de metabolismo esteroideo y la naturaleza de los productos resultantes. La actividad biológica de los esteroides en sangre con respecto a la retroalimentación negativa podrían ser tan afectados que la actividad del ovario y la secreción de gonadotropinas podrían cambiar (Martín y Banchemo, 1999).

Mecanismo 4. Limpieza o barrido hormonal

El flujo de sangre al hígado se reduce frente a condiciones de estrés nutricional. Si el hígado es el lugar más importante para el metabolismo de los esteroides, entonces el grado de limpieza de estos en sangre se vera reducido (Martín y Banchemo, 1999). Ningún estudio ha demostrado que el incremento de la limpieza de esteroides provoque un incremento en la secreción de gonadotropinas (Lindsay *et al.*, 1993). Sin embargo, Smith (1991) menciona que el efecto del metabolismo de esteroides en el hígado reduce la retroalimentación negativa de éstos e incrementa la liberación de gonadotropinas.

Mecanismo 5. Hormonas metabólicas

Las hormonas metabólicas tienen estrecha relación con la nutrición, ya que ésta, puede alterar los niveles de dichas hormonas, pero aun no se sabe perfectamente cuál es el órgano blanco que participa, pero se sugiere una acción a nivel del ovario, tal vez a través de una modificación en la respuesta a las gonadotropinas (Smith, 1991).

En los ovinos, la infusión de glucosa incrementan la tasa de ovulación, así como incrementa la secreción de la hormona del crecimiento (Downing *et al.*, 1989). Lo cual sugiere que los efectos de cambios de la nutrición sobre la ovulación son mediados por la hormona del crecimiento, independientemente de cambios en la secreción de gonadotropinas (Lindsay *et al.*, 1993).

La baja nutrición puede influenciar la reproducción a través de 1) una baja en la tasa de secreción de gonadotropinas en la glándula pituitaria, 2) una baja sensibilidad del tejido blanco a la estimulación hormonal, y 3) cambios en la tasa del metabolismo de hormonas gonadotrópicas (Haresing, 1981).

3.3. Energía y reproducción

El estado energético es generalmente considerado ser el mayor factor nutricional que tiene influencia sobre los procesos reproductivos, con un prolongado consumo bajo de energía resultando en infertilidad (O'Callagan y Boland, 1999). El requerimiento de energía absoluta para soportar el crecimiento folicular, la ovulación y la preñez temprana son considerablemente bajos (menos de 3 MJ de EM/día) comparada con los requerimientos para mantenimiento y producción (60 a 250 MJ EM/día en vacas

lactantes) (O'Callagan y Boland, 1999). La ovulación puede no ocurrir en animales con bajo consumo de alimento, sin embargo, el desarrollo y la regresión folicular si ocurren. En vacas lecheras la onda folicular sin ovulación es evidente en vacas posparto en pobre condición corporal (Stagg *et al.*, 1995).

3.4 El efecto dinámico y estático

En la oveja, el peso corporal, la condición corporal y la tasa ovulatoria están correlacionadas. Las ovejas no ovulan hasta que alcanzan un cierto peso (peso umbral) el cual varia con los genotipos, luego de este peso umbral, existe una relación más o menos lineal entre el peso vivo (PV) y la tasa ovulatoria (Edey, 1968; Morley *et al.*, 1978) hasta que alcanza una meseta, la cual representa el potencial genético del animal (Gunn, 1989). Coop (1962) menciona dos tipos de efectos de la nutrición sobre la reproducción, el efecto dinámico (efecto debido a cambios en el peso vivo), y el efecto estático (efecto debido a diferencias en el peso vivo estático del animal). El efecto estático ha sido compartido dentro del efecto de tamaño corporal y condición corporal (Ducker y Boyd, 1977) y el peso vivo y condición corporal juntos predicen mejor la tasa de ovulación que el PV solo. El efecto dinámico (cambio de PV o “flushing”) ha sido menos repetido por la falta de una descripción precisa del nivel y tipo de dieta ofrecida y consumida por la oveja (Smith, 1991).

3.5 Tasa de ovulación

La tasa de ovulación es una de las más importantes determinantes del desempeño reproductivo en ovinos y en estos animales depende de varios factores (Scaramuzzi y Radford, 1983), como la edad (Rojas y Rodríguez, 1997), genotipo (Ducker y Boyd,

1977; Brandford y Quirke, 1986), nutrición (Rhind y McNeilly, 1998) y época del año (Fuentes y Peron, 1996).

3.5.1. Condición corporal y tasa ovulatoria

La relación entre peso vivo (PV), condición corporal (CC) y comportamiento reproductivo es positiva. Solo en los extremos de PV o CC existe alguna duda y en dichas circunstancias, probablemente existan factores metabólicos adicionales controlados hormonalmente, los cuales afectan dicha relación. El componente del comportamiento reproductivo que tiene la relación más positiva y más evidente con el PV y la CC es la tasa de ovulación (Haresing 1989; Rhind *et al.*, 1991) ya que afecta el número de folículos disponibles para el reclutamiento (Smith, 1991).

En general, la tasa de ovulación se incrementa con incrementos de peso vivo y condición corporal (efecto a mediano plazo); ésta también se incrementa en respuesta a incrementar el nivel de consumo premonta (“flushing”; efecto a corto plazo). Sin embargo, las repuestas reportadas no son consistentes a través de todos los experimentos, probablemente debido a que el efecto de los dos componentes, condición corporal y consumo, son siempre confundidos (Rhind, 1992).

La tasa de ovulación de las ovejas depende del número de folículos ováricos que crecen y maduran, en este respecto se ha demostrado que el reclutamiento y desarrollo folicular son procesos continuos; así independientemente de la etapa del ciclo estral, uno o más folículos ováricos potenciales están siempre presentes en la etapa final de maduración. La ovulación y la formación de un cuerpo lúteo funcional son dependientes de la

exposición de estos folículos, a un tiempo y un perfil hormonal adecuado, lo cual ocurre normalmente solo después de la regresión luteal (McNeilly *et al.*, 1991). El folículo destinado a ovular es seleccionado de un grupo de folículos mayores de 2 mm de diámetro (Driancourt y Cahill, 1984). El efecto de la nutrición sobre la tasa de ovulación puede potencialmente ser mediada a través de un efecto sobre el número de folículos de un tamaño apropiado y/o a través de diferencias en la proporción de estos folículos, los cuales son inducidos para madurar y ovular (Rhind, 1992).

3.5.1.1 Efecto a mediano plazo

El efecto a mediano plazo es medido a través de la condición corporal y/o peso vivo de los animales. El efecto de la CC sobre tasa ovulatoria son mediados a través de cambios en la población de folículos preovulatorios. Así, McNeilly *et al.* (1987), en ovejas Scottish Blackface mencionan que ovejas con baja CC tuvieron una tasa de ovulación menor que aquellas con alta CC (0.9 vs 1.8 $p < 0.05$), lo cual fue asociado con un reducido número de folículos grandes ($\geq 4\text{mm}$), en la fase luteal y folicular, así mismo, una menor proporción de dichos folículos fueron estrogénicos y potencialmente ovulatorios. Lo anterior sugiere que la CC influye la tasa ovulatoria por la alteración de la concentración de FSH en sangre, lo cual afecta el número de folículos potencialmente ovulatorios. Por otro lado, Rhind y McNeilly (1986), encontraron resultados similares en ovejas Scottish Blackface, animales con buena condición corporal (2.86), tuvieron una mayor tasa de ovulación (1.8 vs 0.9 $p < 0.05$) y folículos más grandes ($>4\text{mm}$ diámetro) (4.6 vs 2.2); que ovejas con baja condición corporal (1.84), pero tuvieron un número similar de folículos pequeños (1-4 mm) (6.3 vs 6.0 NS).

Allison (1977), reporta un mayor número de folículos >2mm de diámetro y una media mayor en el diámetro de folículos en ovinos de alto PV comparado con ovinos de bajo PV. Xu *et al.* (1989), encontraron en ovejas Romney, que animales con un mayor PV tuvieron una mayor tasa ovulatoria que aquellas en bajo PV (1.73 vs 1.19 $p < 0.001$), lo cual fue asociado con un mayor número de folículos reclutados en la fase folicular temprana y a una baja proporción de folículos recluidos que se vuelven atrésicos durante la selección al final de la fase folicular.

En conclusión la condición corporal y/o el peso vivo afectó el tamaño de la población de folículos grandes (≥ 4 mm diámetro) a través de cambios en la concentración de FSH y posiblemente a la secreción pulsátil de LH y prolactina durante la fase luteal y folicular del ciclo, por otro lado, el número de folículos que fueron potencialmente ovulatorios fue probablemente determinado durante la fase luteal del ciclo; sin embargo, su habilidad para llegar a las etapas finales de desarrollo y la ovulación pueden estar relacionadas con la cantidad de LH secretada durante la fase folicular

En ovejas BlackBelly, Rojas y Rodríguez (1997) observaron que los animales con mejor CC tuvieron una mayor tasa ovulatoria que los de menor condición ($P < 0.01$), (1.44, 1.61, 2.62 y 4.36 para CC 1, 2, 3 y 4, respectivamente). Rhind *et al.* (1986), encontraron que la tasa de ovulación de las ovejas Greyface con alta condición corporal fue significativamente mayor que aquellas de moderada condición (3.36 vs 2.33 para condición corporal de 3.35 y 2.74, respectivamente).

En un estudio realizado por Ducker y Boyd (1977) mencionan que el tamaño corporal no tuvo efecto sobre la tasa de ovulación de ovejas con la misma CC. En Scottish Blackface, la tasa de ovulación fue positivamente relacionada con la CC a la monta (Gunn y Doney, 1975).

3.5.1.2 Efecto a corto plazo

El nivel previo de alimentación, reflejado como cambios en el peso vivo del animal (efecto dinámico) es uno de los factores que determina en mayor proporción la tasa de ovulación (Haresing, 1981; Gunn, 1989). La nutrición probablemente afecta hasta cierto punto la mayoría de las etapas de la foliculogénesis, pero puede afectar en mayor medida las etapas finales de la foliculogénesis en las cuales los folículos de tamaño medio puede pasar de ser atrésicos o ser seleccionados para entrar en la etapa de crecimiento preovulatorio. Así Oldham y Lindsay (1984), concluyeron que el periodo de alimentación requerido para incrementar la fase de ovulación es por lo menos de 4-6 días antes del empadre, mientras que Stewart y Oldham (1986) mencionaron que los días críticos para la suplementación es de 5-8 días. Sin embargo, Trejo (2000) no encontró un efecto sobre la tasa ovulatoria al suplementar ovejas Criollas durante 7 y 14 días antes del servicio ($P>0.05$).

Cortos periodos de mejoramiento en la nutrición antes y durante el servicio incrementan la tasa de ovulación (Haresing, 1981; Gunn *et al.*, 1984). Esta práctica ha sido denominada “flushing” y consiste en mejorar la dieta de ovejas en pobre condición, por pocas semanas antes del servicio para así mejorar la condición corporal al momento del servicio (Downing y Scaramuzzi, 1991). La respuesta al efecto del “flushing” no

siempre ha sido observada (Trejo 2000). Gunn (1989) propuso que la tasa de ovulación depende de un efecto a corto tiempo o flushing solo en ovejas que están dentro de un corto rango intermedio de condición corporal, y que en animales por arriba o por debajo de dicho rango, la energía y el consumo de alimento no tienen efecto, dicho rango dependiendo del genotipo. Angulo (2000), menciona que las ovejas con buena condición (de 3.5 o mayor) no modifican su tasa ovulatoria en forma muy marcada ante cambio de peso, así mismo animales con condición muy baja (1.0-1.5) tampoco presentan respuesta, la mayor respuesta se registra en animales con una condición corporal intermedia (de 2.0 a 2.5).

3.6 Proteína y reproducción

Excesos de proteína cruda en la dieta o una suplementación directa de urea en la dieta como fuente de nitrógeno puede resultar en un incremento de concentración de urea (O'Callagan and Boland, 1999), amonio o ambos en sangre, dependiendo del balance de fracciones de proteína presentes en el rumen y la disponibilidad de carbohidratos fermentables (Butler, 1998). Cuando las concentraciones de urea son altas, la urea se moverá de la sangre a otras partes del cuerpo, por ejemplo al aparato reproductor. La asociación entre un alto contenido de urea en plasma o en leche, y la reducción de la fertilidad está altamente correlacionada (Butler *et al.*, 1996; Butler, 1998; Westwood *et al.*, 1998; Roche *et al.*, 2000). Butler *et al.* (1996), reportaron que concentraciones de urea en leche >400 mg/l son negativamente asociadas con la tasa de preñez en vacas lecheras, sin embargo, niveles individuales >500 mg/l al momento de la inseminación son frecuentes en ovejas Sarda (Branca *et al.*, 2000). Estos autores reportan que con concentraciones de urea >560 mg/l existe un daño en la función reproductiva en ovejas

Sarda, ya que la probabilidad de concepción tendió ($P < 0.10$) a ser mayor cuando la concentración de urea fue < 560 mg/l (0.64) que cuando fue mayor de 560 mg/l (0.44).

El desarrollo embrionario depende del ambiente uterino. El ambiente uterino es dinámico y exhibe marcadas diferencias entre la etapa del ciclo estral como consecuencia de la regulación ovárica esteroidea de la secreción endometrial (Butler, 2000). El consumo de proteína puede afectar la reproducción al afectar el ambiente uterino, donde los productos tóxicos del metabolismo del nitrógeno (iones de amonio) del rumen pueden afectar los espermatozoides, óvulos o la sobrevivencia embrinaria temprana y tales efectos son mediados por cambios en el pH uterino (Elrod *et al.*, 1993), el cual solamente es afectado durante la fase luteal y no durante el estro en vacas lactantes (Butler, 2000), mientras que en vaquillas alimentadas con un exceso de proteína degradable en rumen, la fertilidad se reduce y está asociada también con una alteración del pH uterino.

Los mecanismos por los cuales la proteína cruda afecta a la reproducción, no son claros. Las concentraciones de amonio, urea u otros compuestos nitrogenados no conocidos pueden ser lo suficientemente altos en tejidos del cuerpo e impedir alcanzar la fertilización, desarrollo embrionario e implantación del feto (Staples *et al.*, 1992). Los sitios de regulación potencial por componentes nitrogenados incluyen el eje hipotalámico-pituitaria-ovario, gameto y desarrollo embrionario en el oviducto y útero y el sistema inmune (Fig. 7).

Así, la disminución de la fertilidad está asociada con altos contenidos de urea en la dieta (McEvoy *et al.*, 1997) o a un incremento en la cantidad de proteína degradable en rumen (Blanchard *et al.*, 1990).

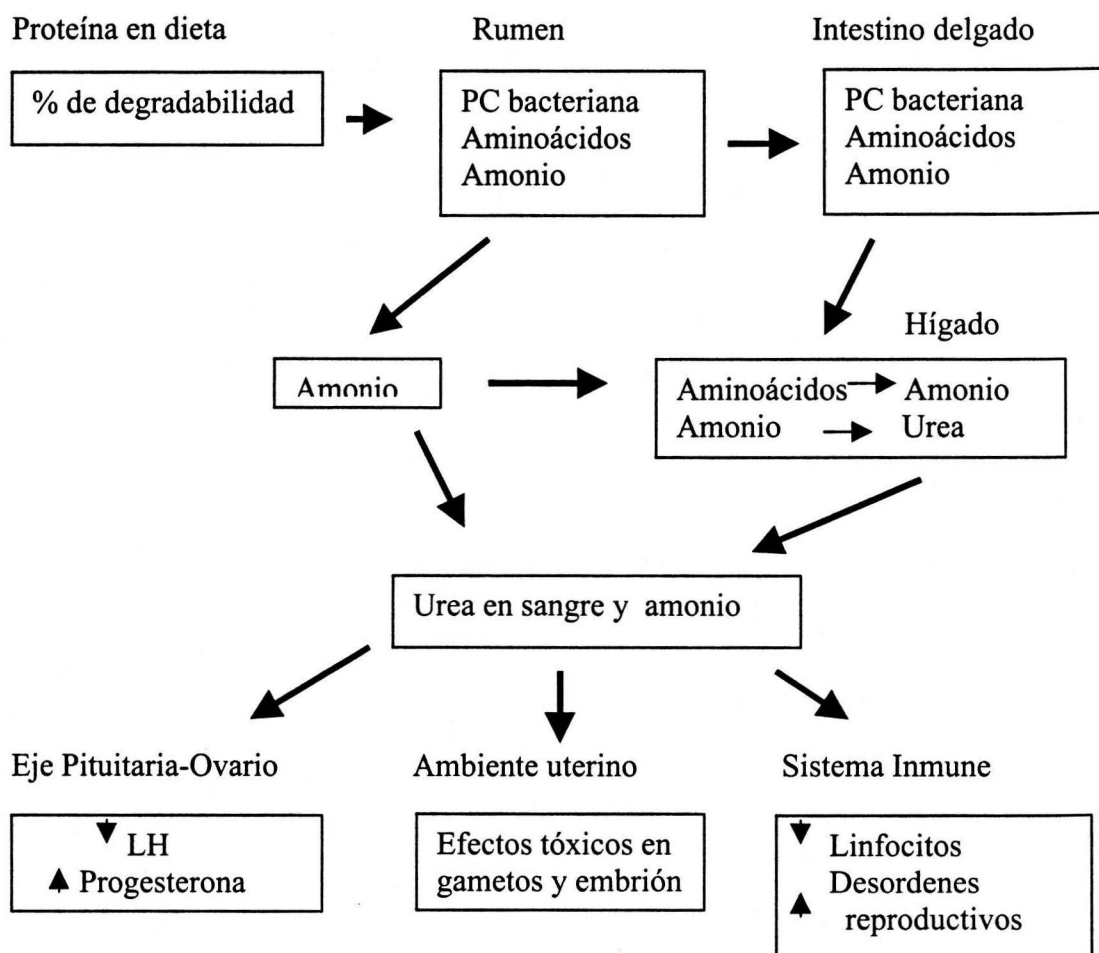


Figura 7. Formación de urea y amonio en el aparato digestivo y su mecanismo de acción potencial para afectar el comportamiento reproductivo (Tomado de Staples *et al.*, 1992).

No obstante, no está muy claro si la urea por sí sola causa baja sobrevivencia embrionaria en rumiantes, porque embriones transferidos a vaquillas receptoras con

diferente concentración de urea no afecta la tasa de sobrevivencia embrionaria (O'Callagan y Boland, 1999). Dichos autores sugieren que si la urea afecta adversamente la fertilidad, el efecto es más probable a nivel del oocito o en el ambiente del oviducto y no en el ambiente uterino. Mientras que en ovejas (Fahey *et al.*, 1998), la suplementación con urea no tiene un efecto sobre la preñez cuando un embrión de buena calidad es transferido a animales receptores expuestos a alta proteína cruda en la dieta, en ovejas donadoras se presentaron efectos adversos sobre el desarrollo embrionario temprano seguido del tratamiento de urea, sugiriendo que el mecanismo que afecta el proceso reproductivo fue primeramente operado a nivel del oocito.

Una revisión de los efectos nutricionales sobre la ovulación y fertilidad en rumiantes esta disponible (O'Callaghan y Boland, 1999).

3.7 Factores que afectan la fertilidad

3.7.1 Edad de la oveja y fertilidad

La edad de la oveja, es un factor que afecta considerablemente la fertilidad de las hembras y se observa que tiene un efecto curvilíneo, demostrándose que las ovejas adultas tienen una mayor fertilidad que las ovejas jóvenes (Dickerson y Glimp, 1975; Ainsworth y Shrestha, 1985; Urrutia *et al.*, 1991; Bunge *et al.*, 1993; Moses *et al.*, 1997).

Las ovejas presentan un incremento en la fertilidad de joven a edad intermedia, posteriormente un pico y finalmente un lento descenso. Daza (1997), reporta un incremento en la fertilidad hasta los 4-6 años para posteriormente ir declinando

ligeramente. Bajo condiciones normales de empadre Dickerson y Glim (1975), observaron de un 45-75% de fertilidad en ovejas de un año, de 85 a 95 % en ovejas de 4-6 años de edad y de 60-80% en animales de 9 años de edad.

Los resultados de estudios donde las ovejas han sido sincronizadas e inseminadas, aún cuando se sigue el mismo modelo anterior (Langford, 1986; Salas *et al.*, 1997), en algunos trabajos no se ha encontrado evidencia de que las ovejas adultas tengan una mayor fertilidad que las ovejas jóvenes (Uribe, 1997). Algunos resultados de fertilidad en relación a la edad se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1 . Efecto de edad sobre la fertilidad en ovejas sincronizadas.

Fertilidad (%)			Referencia
Ovejas jóvenes	Ovejas adultas	Diferencia	
39.10	77.40	P<0.05	Ainsworth y Shrestha, 1985.
33.00	68.00	P<0.01	Langford, 1986.
50.00	86.66	P<0.05	Salas <i>et al.</i> 1997.
66.66	63.15	NS	Uribe, 1997.

Tal vez, los efectos de la edad sobre la fertilidad son debidos a que las corderas y las ovejas primíparas presentan una estación sexual más corta que las ovejas adultas; además las ovejas jóvenes exhiben celos más cortos (Edey *et al.*, 1978).

3.7.2 Condición corporal y fertilidad

La fertilidad de las ovejas se ha relacionado positivamente con la condición corporal al momento del servicio. Existen estudios donde se ha tratado de relacionar la condición corporal al momento del servicio con la fertilidad, en los cuales no se encontraron diferencias (Thomas *et al.*, 1987) y otros en las cuales si existen diferencias (Albuene y Perón, 1996).

Algunos investigadores han recomendado (Thompson y Meyer, 1994) que para alcanzar un óptimo comportamiento reproductivo las ovejas deben estar en condición corporal de 3.0-4.0), no obstante una excesiva condición corporal disminuye el comportamiento reproductivo (Rhind *et al.*, 1984; Gunn *et al.*, 1991). Sin embargo, la óptima condición corporal al momento del servicio para un mayor comportamiento reproductivo depende en gran medida de la raza del animal. Gunn *et al.* (1991) compararon animales Welsh Mountain (WM) y Brecknock Cheviot (BC), indicando que la tasa de concepción incrementa al aumentar la condición corporal sobre ≤ 2.25 a 2.50 en las dos razas, y que continúa incrementándose en ovejas con CC arriba de 2.50 para WM pero declina en ovejas BC.

Bajo condiciones normales de empadre, animales con alta condición corporal presentan una menor fertilidad que animales con menor condición corporal (Rhin *et al.*, 1984; Albuene y Perón, 1996). Así, Rhin *et al.* (1984), mencionan que con ovejas Greyface, en condiciones normales de empadre observan una menor fertilidad en ovejas con una condición corporal de 3.35 en comparación con ovejas de 2.74 (55 vs 79 %,

respectivamente), debido a que existe evidencia limitada de que en animales con alta condición corporal, el celo se puede inhibir. Mientras que Albuene y Perón (1996), con ovejas Pelibuey encuentran solo diferencias significativas ($P < 0.05$) en fertilidad entre aquellos animales con baja condición corporal (< 2.0) en comparación con animales en alta condición corporal (≥ 3.5), sin embargo, no encontraron una tendencia marcada que permitiera relacionar la fertilidad con la condición corporal.

Gunn y Doney (1979) trabajando con ovejas Country Cheviot, encontraron que en animales con condición corporal moderada (2) existe una mayor proporción de ovejas no preñadas (27 %) en comparación a aquellas ovejas en buena condición (3; 10%).

La disminución en la fertilidad de las ovejas con condición corporal baja se explica por la ausencia de celos detectables, por fallas en la fecundación o por una pérdida total de embriones. Mientras que en ovejas excesivamente gordas se puede presentar la pérdida de embriones (Daza, 1997).

3.7.3 Época del año y fertilidad

El fotoperíodo es el principal factor ambiental que regula la temporada de crianza en ovinos de lana en las latitudes del norte y sur, se ha considerado que el efecto del fotoperíodo sobre la actividad reproductiva decrece en latitudes bajas (Hafez, 1952). Así en las áreas tropicales generalmente se ha considerado que las ovejas de pelo que ahí se explotan no presentan patrones estacionales de reproducción (Eloy *et al.*, 1990). Aunque inicialmente se consideró que la oveja Pelibuey puede reproducirse durante todo el año,

o que en caso de haber una reducción en la actividad reproductiva, ésta se debe a deficiencias nutricionales (Cruz *et al.*, 1983), la mayoría de los estudios recientes coinciden en que la oveja Pelibuey disminuye su actividad reproductiva durante los meses de febrero a mayo, aun bajo condiciones de buena nutrición (González, 1992; Cruz *et al.*, 1994; Martínez, 1998). Generalmente se ha considerado que estas restricciones en la reproducción son ocasionadas principalmente por cambios estacionales en la disponibilidad y calidad de forraje (González-Reyna *et al.*, 1991; Cruz *et al.*, 1994), por factores ambientales tales como temperatura y humedad (González *et al.*, 1992) o que podría ser afectado por el fotoperíodo (Martínez, 1998; Cerna *et al.*, 2000).

La fertilidad en ovejas Pelibuey es más alta durante la época lluviosa (94.3%) que en la época de secas (80.5%) (González-Reyna, 1991) y puede ser debido a una disminución en la disponibilidad de forraje y consecuentemente pobre condición corporal, ocasionando un reducido comportamiento reproductivo (Cruz *et al.*, 1994). Estos autores menciona una menor fertilidad en ovejas Pelibuey en el mes de abril. Otra causa podría ser las altas temperaturas ambientales al momento de la fertilización ya que los animales mantenidos bajo estrés ambiental al momento del servicio tienen bajos niveles de fertilidad (Wolfenson *et al.*, 2000). En Cuba, Albuene y Peron (1996), con ovejas Pelibuey mencionan que la fertilidad a través del año varia y que está relacionada con la nutrición del animal, encontrando una mayor fertilidad en los meses de octubre-noviembre (69.1%) que en febrero y marzo (41.9%) en empadre natural.

En la raza Manchega, en condiciones normales de empadre, Molina *et al.* (1994) no encontraron diferencias en fertilidad de acuerdo a la época del año, aunque existe una mayor fertilidad en diciembre (89.9%) y menor en agosto (80.4%), mientras que en el mes de abril la fertilidad fue intermedia (82.1%).

3.7.4 Raza del animal y fertilidad

Existe diferente fertilidad en los animales de acuerdo a la raza. Dickerson y Glimp (1975) trabajando con animales de diferentes razas, reportaron una fertilidad de 77%, 86%, 88% y 91% para Rambouillet, Coarse y Fine Wool y Navajo, encontrando valores de 82 a 83% para ovejas Suffolk, Hampshire, Dorset, Targhee y Corriedale.

Así mismo existe una mayor fertilidad en ovejas que son servidas con machos de razas de pelo en comparación con las razas de lana, mostrando un 9.9 % más fertilidad a favor de los primeros ($P < 0.05$), lo cual según Bunge *et al.* (1993), puede ser debido a una mejor adaptación al ambiente de los machos de razas de pelo.

3.8 Factores que afectan la prolificidad

El tamaño de camada depende fundamentalmente de la hembra y es afectada por la tasa ovulatoria, el número de óvulos fertilizados y la sobrevivencia embrionaria. Los factores que la afectan son genéticos (raza del animal) y/o ambientales (nivel de nutrición, edad, número de parto y tratamientos hormonales) (Rojas y Rodríguez, 1995). La prolificidad en ovejas Pelibuey varía de 113 a 144, la cual es más baja que las razas prolíficas de lana (Finnish Landrace y Romanov) u otros tipos de razas de pelo tales como la Barbados Blackbelly (Valencia y Gonzalez, 1983).

3.8.1 Edad del animal y prolificidad

Al igual que la fertilidad, la prolificidad tiene un efecto curvilíneo de acuerdo con la edad del animal. Dickerson y Glimp (1975) trabajando con diferentes razas y con empadre natural encontraron que la prolificidad fue de 1.0 para un año, de 1.60 a seis años y posteriormente disminuye a 1.35 a los nueve años de edad del animal. Posiblemente el descenso en la prolificidad que ocurre con la edad, pueda deberse a que el útero de los animales viejos no reacciona con la prontitud necesaria para aportar nutrientes al producto durante la gestación, así como los estímulos necesarios durante la parición, teniendo como resultado altas tasa de mortalidad embrionaria y pérdidas perinatales (Hafez, 1996). Bunge *et al.* (1993) encontraron una mayor prolificidad al incrementar la edad de la oveja, encontrando una prolificidad menor ($P<0.01$) para animales de 2 años en comparación con los animales de mayor edad. Urrutia *et al.* (1991) reportaron resultados similares en ovejas Rambouillet.

Las ovejas jóvenes tienen una menor prolificidad que las ovejas adultas, lo cual puede ser debido a fallas en la ovulación, en la fertilización o a pérdidas embrionarias (Rojas y Rodríguez, 1995). Estos autores trabajando con ovejas Blackbelly encontraron una menor prolificidad en ovejas jóvenes comparativamente con ovejas adultas ($P<0.01$). Ainsworth y Shrestha (1985) reportaron que los animales jóvenes tuvieron una menor prolificidad que animales adultos, aun administrando PMSG (1.8 vs 2.7).

3.8.2 Condición corporal y prolificidad

La prolificidad está relacionada con la condición corporal de los animales al momento del servicio, recomendando una condición corporal de 3-4 al momento del servicio para

un óptimo comportamiento reproductivo (Thompson y Meyer, 1994). Así Newton *et al.* (1980) en ovejas Masham, con dos diferentes niveles de condición corporal (4 vs 2) en tres años encontraron una mayor prolificidad en ovejas de CC 4 en comparación con animales con CC 2 (2.05 vs 1.75). Hulet *et al.* (1974) con ovejas Panamá reportaron una relación positiva entre nivel de alimentación y prolificidad.

Sin embargo, una alta condición corporal puede ser contraproducente (Gunn *et al.*, 1983). Estos autores mostraron en ovejas North Country Cheviot, que la prolificidad es más baja en ovejas gordas que en ovejas en condición intermedia. Se han realizado algunos trabajos que cuantifican la tasa de ovulación relacionándola con condición corporal, y en algunos de ellos la relacionan con prolificidad, encontrando diferencias en tasa ovulatoria más no así en prolificidad (Thomas *et al.*, 1987). Rhin *et al.* (1984), mencionan que aunque la tasa de ovulación es mayor ($P < 0.05$) en ovejas con alta condición corporal, no existen diferencias en prolificidad (2.00 vs 1.80) para animales con condición corporal alta y media (3.35 vs 2.33). lo cual es atribuible a una alta proporción de óvulos no fertilizados, concluyendo que un incremento en la condición corporal de 3.0 al momento del empadre puede actualmente reducir la proporción de corderos. Un menor comportamiento reproductivo en animales con alta condición corporal es debido a una alta incidencia de esterilidad o a la pérdida de óvulos y/o embriones (Gunn *et al.*, 1991).

Existe diferente respuesta en prolificidad de acuerdo a la condición corporal y a la raza de la oveja. Gunn *et al.* (1991), encontraron que animales con condición corporal por arriba de 2.50, la respuesta fue diferente en razas Welst Mountain (WM) y Brecknock

Cheviot (BC); en las ovejas WM animales con condición corporal arriba de 2.75 aunque la tasa de ovulación fue alta, existió poco o no hubo mejoramiento en el potencial para prolificidad, mientras que en la raza BC, en condición corporal de 2.75 no se observó mejoramiento en tasa de ovulación y el potencial para prolificidad comenzó a declinar. Gunn y Doney (1979), encontraron diferencias significativas en ovejas con buena condición (3.0) en comparación con ovejas en moderada condición (2.0) en animales Country Cheviot del Norte (prolificidad de 1.61 vs 1.13). En ovejas Pelibuey, Albuene y Perón (1996) encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los grupos de condición corporal extrema (2.0 vs > 3.0) y mencionan que al incrementar la condición corporal o el peso vivo aumenta la prolificidad. Heredia *et al.* (1985), en ovinos Pelibuey reportaron mayor prolificidad en ovejas con condición corporal de 4.0.

Molina *et al.* (1994), mencionan que en ovejas Manchega la condición corporal tiene una menor influencia sobre la prolificidad que en la fertilidad. Aunque no encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) observaron una menor polifidad en ovejas de menor condición corporal (1.40, 1.43, 1.51 y 1.45 para condiciones de ≤ 2.0 , 2.0 a ≤ 2.5 , 2.5 a ≤ 3.0 y > 3.0 , respectivamente).

3.8.3 Época del año y prolificidad

Al parecer la prolificidad en ovejas Pelibuey es afectada por la época del año en la que ocurre el empadre; así Cruz *et al.* (1994), encontraron una mayor tasa de ovulación en el otoño que en la primavera lo que se atribuye a las mejores condiciones nutricionales durante el empadre por la mayor disponibilidad y calidad de los pastos. Sin embargo, en

otros estudios (Cortes, 1993; Martínez, 1999), también encontraron en ovejas Pelibuey con un nivel nutricional constante durante todo el año, una mayor prolificidad en los empadres de otoño.

Por otra parte, Albuene y Peron (1996) encontraron una mayor prolificidad en aquellas ovejas que fueron cubiertas en junio-julio en comparación a aquellas que fueron cubiertas en febrero-marzo (144 vs 124).

3.8.4 Raza del animal y prolificidad

La variación existente en prolificidad de acuerdo a la raza del animal ha sido estudiada en la literatura. Drozd (1988) menciona que el tamaño de la camada fue de 142, 131, 136-141, 125-135 y 195 % en ovejas Suffolk, Corriedale, Merino, Texel y East Friesian, respectivamente. Similarmente Dickerson y Glimp (1975), encontraron diferencias en prolificidad con respecto a la raza del animal y reportan una prolificidad de 161, 146, 155, 144, 152, 148, 146, 152 y 140 para animales Suffolk, Hampshire, Dorset, Rambouillet, Targhee, Corriedale, Coarse Wool, Fine Wool y Navajo, respectivamente.

Así mismo el tamaño de camada de los animales cruzados es mayor que el de los animales puros, posiblemente debido al efecto del vigor híbrido. Boyland (1985), obtuvo una mayor prolificidad en ovejas F1 (Suffolk y Finn) en comparación con las ovejas puras Suffolk (1.82 vs 1.21).

3.9 Sincronización del ciclo estral

La sincronización de estros, consiste en la manipulación del ciclo estral, mediante la adición de hormonas exógenas o empleando métodos que interfieren en los procesos de reproducción, ocasionando la regresión del cuerpo lúteo una vez que el ciclo estral se encuentra en la fase luteal o bien funcionando como un cuerpo lúteo (Casillas, 1989; Poindron *et al.*, 1998).

La implementación de la sincronización estral, genera varias ventajas, una de ellas es agrupar los estros en un corto periodo de tiempo (Trejo *et al.*, 1997), con la finalidad de que la inseminación se pueda realizar en un momento predeterminado (Austin y Short, 1980) ya que con la sincronización se predice el momento del estro con cierta seguridad (Hafez, 1996); Espinoza y Esquivel (1995) describieron las principales ventajas y desventajas de la sincronización de celos.

3.9.1 Sincronización de estros con progestágenos

El ciclo estral de la oveja presenta un pico preovulatorio de GnRH/LH (Hormona liberadora de gonadotropinas / y de Hormona Luteinizante), provocando la ovulación; inmediatamente después, el cuerpo lúteo (CL) se desarrolla liberando progesterona progresivamente. En la mitad de la fase lútea, la progesterona circulante inhibe la frecuencia de secreción de los pulsos de LH (secreción tónica: 1-4 pulsos/24 h) mientras que al final de la fase lútea, cuando da inicio la luteolisis por el efecto de la acción de las prostaglandinas $F2\alpha$ ($PGF2\alpha$) liberadas por el endometrio uterino, los niveles plasmáticos de progesterona descienden; esta disminución de la progesterona circulante

provoca la liberación de la secreción tónica de LH de tal forma que la frecuencia de sus pulsos aumenta progresivamente, hasta alcanzar un pulso cada hora. Este aumento en la frecuencia de secreción de LH estimula la producción de estrógenos en los folículos en proceso de maduración, incrementando su concentración en la circulación general. El incremento progresivo de los niveles de estradiol ejercido por un mecanismo de retroalimentación (positiva y negativa a la vez) a nivel hipotalámico e hipofisiario, ejerce un control en la secreción hormonal y esto es el origen de las descargas preovulatorias tanto de GnRH como de LH (Gallegos-Sánchez *et al.*, 1999).

Lo anterior ha sido aplicado para la sincronización artificial del ciclo estral con progestágenos. La administración de progesterona o de un progestágeno sintético provoca una represión temporal del eje hipotálamo-hipófisis-ovario mientras dura el tratamiento, cuando se suprime la acción del progestágeno, el celo aparece en un periodo breve de tiempo (Daza, 1997).

El tratamiento progestacional inhibe el pico preovulatorio de la hormona luteinizante (LH) impidiendo la manifestación del estro y ovulación (Bonino y Hughes, 1996). Al término del tratamiento (de 12-14 días para asegurar la sincronización de la mayoría de los animales tratados) bajan los niveles de progesterona lo que ocasiona que los estrógenos se incrementen induciendo un pico de LH y por lo tanto la ruptura del folículo maduro. Tempest y Minter (1994), mencionan que al retirar el progestágeno, las ovejas presentan una fase folicular compacta seguida del celo sincronizado, el cual ocurre a partir de las 24 horas (Núñez, 2000; Trejo, 2000; Avila, 2001).

Los progestágenos pueden administrarse por vía intramuscular, a través de esponjas intravaginales, implantes subcutáneos y la administración oral (Romano *et al.*, 1996), pero en la oveja, lo más común es el uso de esponjas intravaginales impregnadas con el progestágeno (Acetato de flurogesterona, FGA; Acetato de medroxiprogesterona, MAP; Daza, 1997), y generalmente las esponjas contienen de 30 a 60 mg del progestágeno (FGA o MAP; Ávila, 2001).

Los tratamientos progestacionales pueden ser complementados con la administración intramuscular de gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG) (Rangel *et al.*, 1997), comúnmente dos días antes de la remoción de la esponja (Roche, 1968) con lo que se reduce el intervalo de aparición del celo, el grado de sincronización (Rangel *et al.*, 1997), y se incrementa la fertilidad y la prolificidad (Zaiem *et al.*, 1996).

En el cuadro 2 se observan algunos resultados de incidencia de celos con esponjas intravaginales conteniendo diferentes cantidades de progestágeno (MAP y FGA).

Cuadro 2. Incidencia de celos con esponjas intravaginales con diferentes niveles de progestágenos.

Incidencia de			
celos (%)	Raza del animal	Tratamiento	Autor
100	Rambouillet	45 mg FGA	Amaya, 1999.
70.00	Hampshire	50 mg MPA	Cadena, 1999.
94.12	Corriedale	40 mg FGA	Bravo, 1996.
100	Rambouillet	40 mg FGA	Bravo, 1996.
100	Criolla	40 mg FGA	Núñez, 2000.
100	Suffolk	40 mg FGA	Núñez, 2000.
95.00	Criolla	40 mg FGA	Trejo, 2000.
86.00	Criolla	40 mg MAP	Trejo, 2000.
93.30	Pelibuey	40 mg MAP	Avila, 2001.
95.80	Pelibuey	40 mg MAP	Avila, 2001.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización

El experimento se realizó de marzo a septiembre del 2000 en el rancho “El Milagro”, localizado en el municipio de Tecomán estado de Colima, a una altitud de 33 msnm, ubicado a 18° 55' latitud norte y 103° 53' de longitud oeste. La formula climática es $BS_1(h')w(w)(i')$ y corresponde a un clima cálido, con temperatura promedio superior a 22°C y del mes más frio por arriba de los 18°C, con oscilación anual de las temperaturas mensuales entre 5 y 7 °C, con lluvias en verano y con menos de 5% de lluvias en invierno (García, 1987).

4.2 Animales y tratamientos

El trabajo se realizó con 207 hembras de la raza Pelibuey, a las cuales se les determinó su edad y su condición corporal de acuerdo al método descrito por Thompson y Meyer (1994). La edad se determinó por medio de la dentadura, y la condición corporal se clasificó en una escala de 1 a 5, donde 1 son animales demasiados flacos y 5 animales demasiado gordos. Los animales se dividieron en condición corporal alta (≥ 3.5), condición corporal media (de 2.5 a 3.0) y condición corporal baja (≤ 2.0). En cuanto a la edad, los animales se dividieron en primíparas y multíparas.

En el cuadro 3 se presenta la distribución de los animales utilizados en el experimento, así como sus características.

Cuadro 3. Animales utilizados en el experimento, características de peso vivo y condición corporal (CC).

Edad	Condición corporal	Número de animales	Peso Vivo (kg) *	CC *
Primíparas	Baja	25	27.4 ± 2.0	2.0
	Media	17	29.3 ± 2.3	2.9 ± 0.2
	Alta	11	31.7 ± 1.8	3.50
Multíparas	Baja	33	30.2 ± 3.4	2.00
	Media	78	32.8 ± 1.8	2.8 ± 0.2
	Alta	43	38.5 ± 3.1	3.6 ± 0.2

* Promedio ± desviación estandar

Nota: Cruz *et al.* (1999), mencionan que en ovejas Peibuey que por cada unidad de diferencia en condición corporal, el peso vivo promedio varía en 2.41 kg, a diferencia de ovejas con aptitud cárnica y con un deposito de grasa subcutánea importante.

4.3 Manejo

Las ovejas se mantuvieron pastoreando pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) entre el cultivo de limón, utilizando un pastoreo rotativo (tiempo de descanso y el tiempo de ocupación de acuerdo a la disponibilidad de forraje). Así mismo, recibían diariamente suplementación con pulpa de cítricos (conocida en la región como *sólidos*) a libre acceso después del pastoreo.

4.4 Sincronización del ciclo estral

El ciclo estral de las ovejas se sincronizó con esponjas intravaginales elaboradas en el laboratorio de la Universidad Autónoma Chapingo, conteniendo 40 mg de MAP (Acetato de medroxiprogesterona, Upjhon), las cuales permanecieron insertadas durante 12 días; y dos días antes de su remoción, los animales recibieron 500 U. I. de PMSG

(Gonadotropina Serica de la Yegua Gestante; Folligon, Intervet) administradas intramuscularmente.

4.5 Detección de celos

La detección de celos se realizó a intervalos de 6 h con la ayuda de machos enteros de raza Pelibuey provistos de un mandil para evitar la cópula, iniciando 24 h después de remover las esponjas. Las hembras detectadas en celo fueron separadas del grupo y se mantuvieron en ayuno hasta realizar la inseminación.

4.6 Inseminación artificial

La inseminación se realizó 12 h después de detectado el estro, mediante laparoscopia utilizando la técnica descrita por Espinoza y Esquivel (1995), con semen fresco de un semental de la raza Dorper de fertilidad conocida, utilizando 100×10^6 de espermatozoides por oveja, depositando la mitad de la dosis en la parte media de cada cuerno uterino.

4.7 Diagnóstico de gestación

El diagnóstico de gestación se realizó a los 60 días postinseminación utilizando un equipo de ultrasonido a tiempo real (Sonovet 600, Medison) y transductor de 3.5 Mhz.

4.8 Variables evaluadas

4.8.1 Incidencia y distribución de celos

La incidencia de estros se determinó tomando en consideración el número de ovejas que manifestaron comportamiento de estro entre el número total de ovejas tratadas (no se

tomaron en cuenta ovejas que perdieron la esponja). Mientras que la distribución de estros se determinó considerando el número de ovejas detectadas en celo a las 24, 30 y 36 h.

4.8.2 Fertilidad

La fertilidad se determinó considerando el número de hembras diagnosticadas gestantes con respecto al número total de hembras inseminadas.

4.8.3 Prolificidad

La prolificidad se determinó basándose en el número de corderos nacidos con respecto al número de ovejas paridas.

4.9 Análisis estadístico

Los efectos de condición corporal y edad sobre fertilidad y prolificidad, fueron analizados mediante el procedimiento de regresión logística, utilizando el paquete computacional SAS (SAS, 1988).

El modelo utilizado fue el siguiente:

$$p_i = e^{f(x_i)} / 1 + e^{f(x_i)}$$

donde:

p_i = la probabilidad de fertilidad o prolificidad.

$f(x_i) = E(\text{logit})$ función lineal de la variables independiente condición corporal, edad y la interacción de edad x condición corporal.

V. RESULTADOS

5.1 Incidencia y distribución de celos

El 97.10 % (201/207) del total de animales independientemente de su condición corporal y de su edad retuvieron la esponja.

Los resultados de incidencia de celos se presentan en el Cuadro 4. En general se observa un alto porcentaje de ovejas detectadas en celo (97.1%), de las cuales el 98.0 % fueron primíparas y el 96.7% múltiparas; así mismo se observó un 98.2%, 96.8% y 96.2% de celos en animales con condición corporal baja, media y alta, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) para edad, condición corporal ni para la interacción edad x condición corporal.

En relación a distribución de celos, se observa que el 83.6% del total de ovejas, muestran signos de celo a las 24 h posteriores a la remoción de las esponjas, no observándose diferencias significativas ($P>0.05$) para edad, condición corporal y la interacción edad x condición corporal (Cuadro 5).

Cuadro 4. Incidencia de celos en ovejas Pelibuey de diferente edad y condición corporal.

		Animales tratados	Incidencia de celos	
			Número	%
Edad				
	Primíparas	50	49	98.0 ^a
	Múltiparas	151	146	96.7 ^a
Condición corporal				
	Baja	56	55	98.2 ^a
	Media	93	90	96.8 ^a
	Alta	52	50	96.2 ^a
Edad x Condición corporal				
Primíparas	Baja	24	24	100.0 ^a
	Media	15	14	93.3 ^a
	Alta	11	11	100.0 ^a
Múltiparas	Baja	32	31	96.9 ^a
	Media	78	76	97.4 ^a
	Alta	41	39	95.1 ^a
Total		201	195	97.0

^a Literales diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05)

Cuadro 5. Distribución de celos en ovejas Pelibuey de diferente edad y condición corporal.

		Animales en celo	Distribución de celos (h postratamiento) (%)		
			24	30	36
Edad					
	Primíparas	49	81.63 ^a	12.24 ^a	6.12 ^a
	Múltiparas	146	84.25 ^a	8.22 ^a	7.53 ^a
Condición corporal					
	Baja	55	81.82 ^a	9.09 ^a	9.09 ^a
	Media	90	84.44 ^a	8.89 ^a	6.67 ^a
	Alta	50	84.00 ^a	10.00 ^a	6.00 ^a
Edad x Condición corporal					
Primíparas	Baja	24	83.33 ^a	8.33 ^a	8.33 ^a
	Media	14	85.71 ^a	14.29 ^a	0.00 ^a
	Alta	11	72.73 ^a	18.18 ^a	9.09 ^a
Múltiparas	Baja	31	80.64 ^a	9.68 ^a	9.68 ^a
	Media	76	84.21 ^a	7.89 ^a	7.89 ^a
	Alta	39	87.18 ^a	7.69 ^a	5.13
Total		195	83.59	9.23	7.18

^a Literales diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05)

5.2 Fertilidad

No se encontraron diferencias significativas (P>0.05) entre edad, condición corporal y la interacción edad x condición corporal (Cuadro 6). El porcentaje general de fertilidad fue de 64.5%. La fertilidad fue similar para hembras primíparas y múltiparas (68.1% y 63.2%, respectivamente). Así mismo, la fertilidad para condición corporal fue de 66.1%, 64.4% y 62.2% para animales con condición corporal baja, media y alta respectivamente.

Cuadro 6. Fertilidad en ovejas Pelibuey con diferente edad y condición corporal.

		Animales	Fertilidad	
		inseminados	Número	%
Edad				
	Primíparas	47	32	68.1 ^a
	Múltiparas	136	86	63.2 ^a
Condición corporal				
	Baja	51	34	66.7 ^a
	Media	87	56	64.4 ^a
	Alta	45	28	62.2 ^a
Edad x Condición corporal				
Primíparas	Baja	23	15	65.2 ^a
	Media	14	10	71.4 ^a
	Alta	10	7	70.0 ^a
Múltiparas	Baja	28	19	67.9 ^a
	Media	73	46	63.0 ^a
	Alta	35	21	60.0 ^a
Total		183	118	64.5

^a Literales diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

5.3 Prolificidad

A pesar de existir diferencias numéricas tendientes a favorecer a animales con mayor edad y animales con mayor condición corporal, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) para las diferentes edades, condición corporal ni para la interacción edad x condición corporal (Cuadro 7). La prolificidad promedio fue de 1.82, correspondiendo 1.62 y 1.90 para ovejas primíparas y múltiparas, respectivamente. La

prolificidad observada fue de 1.67, 1.82 y 2.0 para ovejas en condición corporal baja, media y alta, respectivamente.

Cuadro 7. Prolificidad de ovejas Pelibuey de diferente edad y condición corporal.

Prolificidad *		
Edad		
Primíparas		1.62 ^a ± 0.68
Múltiparas		1.90 ^a ± 0.72
Condición corporal		
Baja		1.67 ^a ± 0.61
Media		1.82 ^a ± 0.67
Alta		2.00 ^a ± 0.87
Edad x Condición corporal		
Primíparas	Baja	1.57 ^a ± 0.65
	Media	1.62 ^a ± 0.74
	Alta	1.71 ^a ± 0.76
Múltiparas	Baja	1.75 ^a ± 0.58
	Media	1.85 ^a ± 0.65
	Alta	2.10 ^a ± 0.91

* Promedio y desviación estándar

^a Literales diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05)

VI. DISCUSIÓN

Incidencia y distribución de celos. El porcentaje de retención de esponjas en el presente trabajo fue de 97.10% independientemente de la edad y la condición corporal de las ovejas, lo cual indica que es aceptable y concuerda con lo reportado por Uribe (1997), Salas *et al.* (1997), Rangel (1997) y Avila (2001), utilizando varias razas.

Los resultados mostraron que la incidencia de estros en todo el grupo de animales fue alto (97.10%). Los resultados concuerdan con los reportados en otros estudios por Rangel *et al.* (1997), Echegaray *et al.* (1997) y Uribe (1997) quienes reportaron incidencia de celos de 97.3%, 95.8 % 100 %, respectivamente; en dichos estudios, también se administró PMSG, hormona que incrementa la respuesta ovárica a la sincronización. Estos resultados nos sugieren una alta eficiencia en la sincronización de estros con las esponjas elaboradas en nuestro laboratorio.

Los resultados del estudio no mostraron diferencias significativas ($P>0.05$) en la incidencia de celos entre animales con diferente condición corporal al momento de la sincronización. Resultados similares reportaron Albuene y Peron (1996), quienes no encontraron diferencias en la presentación de estros en ovejas Pelibuey con diferente condición corporal con empadre natural. Aparte Gunn y Donney (1979) estimaron que la condición corporal pobre de los animales (1.0-1.5), independientemente de su nivel de alimentación, está asociada con un retraso o supresión del estro. Sin embargo, tal vez no se encontraron diferencias en la presentación del estro debido a que solo en aquellos animales bajo condición de severa desnutrición, el estro puede ser inhibido (Hafez, 1952). También existe evidencia limitada (Rhin *et al.*, 1984), de que la actividad estral

puede ser inhibida en animales con una excesiva condición corporal. El presente estudio, no se tuvieron animales en excesiva condición corporal ni animales con muy baja condición corporal, lo cual en parte puede explicar la ausencia de diferencias entre los grupos de condición corporal considerados.

La incidencia de celos para ovejas jóvenes y adultas (98.0 y 96.7%, respectivamente) son similares a los reportados por Al-Walhab y Bryant (1978), quienes mencionan que la edad no es factor significativo para la manifestación del celo después del tratamiento con esponjas conteniendo progestágenos y PMSG. Salas *et al.* (1997) y Uribe (1997) no encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) en incidencia de celos de acuerdo a la edad en ovejas Criollas y Suffolk, respectivamente.

Los estros se presentaron en el rango de 24 a 36 h después de remover la esponja, lo cual concuerda con lo citado por Eppleston *et al.* (1991), y la mayor proporción de estros se presentó a las 24 h tanto en animales con diferente condición como animales de diferente edad. El inicio de celo a las 24 h fue debido a la aplicación de PMSG dos días antes de la remoción de la esponja, lo cual disminuye el tiempo de respuesta y hace más eficiente la sincronización de celos (Gordon, 1989). Resultados similares fueron encontrados por Uribe (1997), aunque no encontró diferencias significativas, obtuvo una mayor concentración de celos antes a las 36 h después de remover la esponja cuando administró PMSG dos días antes de retirar la esponja, en comparación a la administración al momento de retirar la esponja.

En general, los resultados muestran una incidencia de estros alta, con una distribución más o menos homogénea tanto en animales adultos como jóvenes, así como animales con diferente condición corporal, haciendo evidente la eficiencia de la sincronización del estro.

Fertilidad. La fertilidad de 64.48% obtenida en el presente estudio es similar a lo reportado en otros estudios bajo condiciones semejantes (Rangel *et al.*, 1997; Salas *et al.*, 1997 y Trejo, 2000). Rhind *et al.* (1984) mencionan que no hay evidencia de una depresión en fertilidad asociada a una alta condición corporal o un alto consumo de alimento; así mismo, Allison (1977) y Thomas *et al.* (1987) mencionan que la fertilidad no se afecta al incrementar la condición corporal.

El efecto de la condición corporal sobre la fertilidad es variable entre razas. Gunn *et al.* (1991) compararon ovejas Welsh Mountain (WM) y Brecknoch Cheviot (BC) y mencionan que al incrementar la condición corporal de ≤ 2.25 a 2.50 se incrementa la tasa de concepción en las dos razas; si se continua mejorando la condición corporal arriba de 2.50 en la raza WM, la tasa de concepción continua mejorándose, mientras que en BC comienza a declinar. Por otro lado, Gunn y Doney (1979) trabajando con ovejas Cheviot mencionan que ovejas con buena condición corporal (3) registraron mejor fertilidad que aquellas en condición corporal regular (2). Así mismo, Molina *et al.* (1994) reportaron que la fertilidad en ovejas de la raza Manchega es afectada por la condición corporal ($P < 0.05$), encontrando una mayor fertilidad (90.8%) en animales con

condición corporal >3.0 en comparación con aquellos animales en condición corporal ≤ 2.0 (76.6%).

En ovejas Pelibuey con empadre natural, Albuene y Peron (1996) no encontraron una tendencia que permitiera relacionar la fertilidad con la condición corporal de la oveja; sin embargo, reportaron una mayor fertilidad en ovejas con una condición corporal <2.0 en comparación con ovejas con alta condición corporal (63.2% vs 46.6% para condición corporal de <2.0 y ≥ 3.5 , respectivamente). Así mismo, West *et al.* (1991) reportaron que animales con alto nivel de nutrición tuvieron una menor tasa de concepción en comparación con ovejas alimentadas con un nivel bajo.

En nuestro estudio observamos que animales con diferente condición corporal no presentan diferencias en fertilidad, mencionando en la literatura que un incremento en la condición corporal puede ser contraproducente debido a las mayores tasas de pérdidas embrionarias (Rhind *et al.*, 1984).

No se observaron diferencias significativas en fertilidad entre ovejas primíparas y multíparas, lo que concuerda con Uribe (1997), quien tampoco encontró diferencias significativas ($P>0.05$) en fertilidad entre ovejas Suffolk jóvenes y adultas (66.7 vs 63.2%). Resultados similares fueron reportados por Flores *et al.* (1991), sugiriendo que cuando se utiliza sincronización de calores e inseminación artificial, la edad no es un factor limitante para alcanzar niveles similares de fertilidad tanto en ovejas jóvenes como adultas.

Salas *et al.* (1997) encontraron mayor fertilidad en ovejas Criollas multíparas en comparación con ovejas primíparas (86.66 vs 50.00, respectivamente). Similarmente, niveles inferiores de fertilidad en ovejas jóvenes han sido reportados por Ainsworth y Shrestha (1985) y Langford (1986), utilizando en ambos estudios sincronización de estros e inseminación artificial. Así mismo, se ha reportado que hembras jóvenes con empadre natural tienen menor fertilidad que las adultas (Dickerson y Glimp, 1975; Urrutia *et al.*, 1991; Bunge *et al.*, 1993).

Prolificidad. No se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) en prolificidad entre animales en condición corporal baja, media o alta. Sin embargo, observamos un promedio alto en prolificidad (1.82) en comparación a lo reportado en la literatura, donde mencionan una prolificidad promedio en ovejas Pelibuey de 1.13 a 1.44 (González-Reyna *et al.*, 1991; Ramón, 1993). La alta prolificidad observada en el presente estudio puede ser debida al uso de la PMSG, la cual se ha demostrado que incrementa la tasa ovulatoria (Hussein *et al.*, 1998) y la prolificidad (Zaiem *et al.*, 1996).

Existen en la literatura numerosos trabajos donde se ha determinado la tasa de ovulación relacionándola en algunos casos con condición corporal y en otros con prolificidad; así algunos autores encuentran diferencias en tasa de ovulación, pero no en prolificidad. Rhind *et al.* (1984) reportaron que ovinos Greyface con una condición corporal de 3.5 antes del empadre tuvieron un mayor número de ovulaciones que ovejas con una condición corporal de 2.75 (3.36 vs 2.33, respectivamente), sin embargo, se encontraron diferencias pequeñas en el número de embriones (2.0 vs 1.8); concluyendo que un incremento en condición corporal al momento del empadre de aproximadamente 3.0

puede reducir la proporción de corderos. Thomas *et al.* (1987) reportaron resultados similares (mayor tasa ovulatoria pero prolificidad similar para animales con CC de 3.16 y 2.86), y mencionan que estos resultados son atribuibles al efecto estático de un mayor peso vivo al momento de la inseminación.

Existe diferencias entre razas en prolificidad y sus respuestas en función de la condición corporal. Así, Gunn *et al.* (1991) encontraron que en animales con una condición por arriba de 2.50, la respuesta fue diferente entre las razas Welst Mountain (WM) y Brecknock Cheviot (BC), en las ovejas WM con CC arriba de 2.75 aunque la tasa de ovulación fue alta, se observó poco o no hubo mejoramiento en prolificidad, mientras que en la raza BC en condición corporal de 2.75 no hubo mejoramiento en la tasa de ovulación y la prolificidad comenzó a declinar, lo que sugiere que podría haber diferente condición corporal para un óptimo comportamiento reproductivo entre razas y mencionan que al incrementar la condición corporal de ≤ 2.25 a 2.5 se mejora el comportamiento reproductivo. Por otra parte, Gunn *et al.* (1983) encontraron en ovejas adultas Greyface con una condición corporal al empadre en un rango de 2.75 a 3.5, que la prolificidad declina al incrementar la condición corporal (2.14, 1.93, 1.89, 1.82 para 2.75, 3.0, 3.25 y ≥ 3.5 , respectivamente).

En esta investigación, aunque no existieron diferencias significativas entre las diferentes condiciones corporales, se observa una tendencia positiva, es decir, que al incrementar la condición corporal se incrementa la prolificidad (1.67, 1.82 y 2.00, para condición corporal baja, media y alta, respectivamente). West *et al.* (1991), encontraron que ovejas

Polypay x Coopworth con un alto nivel de nutrición tuvieron un promedio de prolificidad de 2.15 en comparación con aquellas que estuvieron alimentadas con un nivel de alimentación bajo (1.82)

Heredia *et al.* (1985) compararon dos métodos de condición corporal en ovejas Pelibuey, concluyendo que el método más rápido y sencillo es la clasificación subjetiva por observación visual, el cual correlaciona significativamente con prolificidad, encontrando mejores índices en ovejas con condición corporal de 4.0. Así mismo, Albuene y Peron (1994) encontraron que en ovejas Pelibuey hubieron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los grupos de condición corporal extrema (2.0 vs > 3.0), y mencionan que al incrementar la condición corporal o el peso vivo aumenta la prolificidad. Similarmente, Gunn and Doney (1979) mencionan que en ovejas Country Cheviot del Norte existen diferencias significativas en prolificidad entre ovejas en buena condición (3.0) en comparación con ovejas en moderada condición corporal (2.0) (1.61 vs 1.13).

En el presente estudio se observó una prolificidad alta tanto en ovejas primíparas como en múltiparas (1.62 y 1.90, respectivamente), lo cual se atribuye al efecto de la PMSG; sin embargo, las diferencias no fueron significativas. Resultados similares fueron reportados por Uribe (1997) con ovejas Suffolk, donde no encontró diferencias en prolificidad entre ovejas jóvenes y adultas.

En nuestro estudio no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en prolificidad entre ovejas primíparas y múltiparas, aun cuando se observó una diferencia numérica

considerable entre las diferentes edades (0.28). Los resultados de la literatura muestran un efecto curvilíneo de la edad del animal sobre la prolificidad (Dickerson y Glimp, 1975). En animales adultos se observa una mayor prolificidad que en animales jóvenes (Bunge *et al.*, 1993; Ainsworth y Shrestha, 1985). La menor prolificidad en ovejas jóvenes puede ser debida a una menor capacidad de desarrollo de los embriones producidos por dichas ovejas, o bien a que no son óptimas las condiciones uterinas para el desarrollo embrionario en las ovejas jóvenes (Quirke y Hanrahan, 1977). Rangel (1991) reportó una baja capacidad de sobrevivencia de embriones enteros y divididos provenientes de ovejas jóvenes.

VII. CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio permiten concluir lo siguiente:

La condición corporal al momento de la inseminación artificial bajo los rangos estudiados, no afecta la fertilidad ni la prolificidad en ovejas Pelibuey.

Hembras multíparas y primíparas tienen fertilidad y prolificidad similar en ovejas Pelibuey.

Es factible sincronizar e inseminar ovejas Pelibuey con diferente edad y condición corporal sin afectar considerablemente su fertilidad y prolificidad.

VIII. LITERATURA CITADA

- Ainsworth, L. and Shrestha, J. N. B. 1985. Effect of PMSG dosage on the reproductive performance of adult ewes and ewe lambs bred at a progestagen-PMSG synchronized estrus. *Theriogenology*. 24:479-487.
- Albuene, R. y Peron, N. 1996. Condición corporal y peso vivo de la oveja Pelibuey. 2. Efecto sobre la tasa reproductiva. *Rev. Cub. Reprod. Anim.* 22:21-26.
- Allison, A. J. 1977. Effects of nutritional induced live-weight differences on the ovarian response and fertility in ewes treated with pregnant mare's serum gonadotropin. *N. Z. J. Agric. Res.* 18:10-17.
- Al-Wahab, R. M. H. and Bryant, M. J. 1978. Reproduction in young female sheep induced to breed at various ages. *Animal Production*. 26:309-316.
- Amaya, T. S. 1999. Efecto del tipo de semen en la fertilidad de ovejas Rambouillet inseminadas intrauterinamente. Tesis profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 46 p.
- Angulo, M. R. B. 2000. Relación nutrición-reproducción en ovinos. En: *Memorias del V Curso: Bases de la Cría Ovina*. Universidad Autónoma Chapingo. pp 83-89.
- Arteaga, C. J. D. 2000. Problemática de la ovinocultura en México. En: *Memorias del V Curso: Bases de la Cría Ovina*. Universidad Autónoma Chapingo. pp 124-127.
- Austin, C. R. and Short, R. V. 1980. *Reproduction in Mammals*. Cambridge University, London, England. 130 p.
- Avila, O. J. G. 2001. Comparación de dos progestágenos en la sincronización de celos en ovejas Pelibuey. Tesis de Maestría. Producción Animal. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 68 p.

- Blanchard, T., Ferguson, J., Love, L., Takeda, T., Henderson, B., Hasler, J. and Chalupa, W. 1990. Effects of dietary crude-protein, type of fertilization and embryo quality in dairy cattle. *American Journal of Veterinary Research*. 51:905-908.
- Bonino, M. J. y Hughes, P. 1996. Inducción de celos en ovejas Corriedale fuera de la estación sexual. *Producción Ovina*. 9:85-94.
- Borwick, S. C., Rhind, S. M., McMillen, S. R. and Racey, P. A. 1997. Effect of undernutrition of ewes from the time of mating on fetal ovarian development in mid gestation. *Reprod. Fertil. Dev.* 9:711-715.
- Boyland, W. J. 1985. Crossbreeding for fecundity. In: *Genetics of Reproduction in Sheep*. Land, R. B. and Robinson, D. W. (Eds.) Butterworths, London. pp 19-24.
- Bradford, G. E. and Quirke, J.F. 1986. Ovulation rate and litter size of Barbados, Targhee and crossbred ewes. *J. Anim. Sci.* 62:905-909.
- Branca, A., Molle, G., Sitzia, M., Decadia, M. and Landau, S. 2000. Short-term dietary effects on reproductive wastage after induced ovulation and artificial insemination in primiparous lactating Sarda ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 58:59-71.
- Bravo, E. M. 1996. Efecto de la raza sobre la fertilidad en ovejas inseminadas intrauterinamente. Tesis profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 42 p.
- Bunge, R., Thomas, D. L., Nash, T. G. and Fernando, R. L. 1993. Performance of hair breeds and prolific wool breeds of sheep in Southern Illinois: Effect of breed of service sire on lamb production of Suffolk and Targhee ewes. *J. Anim. Sci.* 71:321-325.

- Butler, W. R. 1998. Review: Effects of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 81:2533-2539.
- Butler, W. R., Calaman, J. J. and Beam, S. W. 1996. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 74:858-865.
- Butler, W. R. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61:449-457.
- Cadena, V. S. 1999. Inseminación artificial en ovejas. Efecto del sitio de deposición del semen en el aparato reproductor de la hembra sobre la fertilidad y prolificidad. Tesis profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 37 p.
- Casillas, G. S. 1989. Sincronización de estros en ovejas con progestágenos. Tesis Profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 55 p.
- Cerna, C., Porras, A., Valencia, M. J., Perera, G. and Zarco, L. 2000. Effects of an inverse subtropical (19°13'N) photoperiod on ovarian activity, melatonin and prolactin secretion in Pelibuey ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61:511-525.
- Coop, I. E. 1962. Liveweight-productivity relationship in sheep. I. Liveweight and reproduction. *N. Z. J. Agric. Res.* 5:249-264.
- Cortes, Z. J. 1993. Reinicio de la actividad ovárica posparto en ovejas Pelibuey paridas en diferentes épocas del año. Tesis Doctoral. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México. D. F. 142 p.

- Cruz, L. C., Fernández-Baca, S., Escobar, M. F. J. y Quintana, F. 1983. Edad al primer parto e intervalo entre partos de ovejas Pelibuey en el trópico húmedo. *Vet. Méx.* 14:1-5.
- Cruz, L. C., Fernández-Baca, S., Álvarez, L. J. A. y Pérez, R. H. 1994. Variaciones estacionales en presentación de ovulación, fertilización y sobrevivencia embrionaria de ovejas Tabasco en el trópico húmedo. *Vet. Méx.* 25: 23-27.
- Cruz, M. E., García, M. R., Miranda, M. G., León, A. E. y Fonseca, J. Y. 1999. Relación entre peso vivo, condición corporal e indicadores bioquímicos de la nutrición en ovejas vacías y secas de la raza Pelibuey. *Arch. Zootec.* 48:223-226.
- Daza, A. A. 1997. Reproducción y Sistemas de Explotación de Ganado Ovino. Ediciones Mundi-Prensa. España. 384 p.
- Dickerson, G. E. and Glimp, H. A. 1975. Breed and age effects on lamb production of ewes. *J. Anim. Sci.* 40:397-408.
- Downing, J. A. and Scaramuzzi, R. J. 1991. Nutrient effects on ovulation rate, ovarian function and the secretion of gonadotrophic and metabolic hormones in sheep. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 43:209-227.
- Downing, J. A., Scaramuzzi, R. J. and Joss, J. 1989. Glucose infusion for five days in the late luteal phase will increase ovulation rate in the ewe. *Proceedings of the Australian Society for Reproductive Biology.* 21:71 (Abstract).
- Driancourt, M. A. and Cahill, L. P. 1984. Preovulatory follicular events in sheep. *Journal of Reproduction and Fertility.* 71:205-211.
- Drozdz, A. 1988. Factors affecting prolificacy of ewes. *Animal Breeding Abstracts.* 56:994 (Abstract).

- Ducker, M. J. and Boyd, J. S. 1977. The effect of body size and body condition on the ovulation rate of ewes. *Anim. Prod.* 24:377-385.
- Echegaray, T. J. L., Rangel, S. R., Sánchez, T. E, M. T. y Suárez O, M. E. 1997. Efecto de la dosis de PMSG en la respuesta ovárica de ovejas. *Memorias del IX Congreso Nacional de Producción Ovina*. Querétaro, Qro. pp 79-83.
- Edey, T. N. 1968. Bodyweight and ovulation rate in sheep. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 7:188-191.
- Edey, T. N., Kilgour, R. and Bremner, K. 1978. Sexual behaviour and productive performance of ewe lambs at and after puberty. *J. Agric. Sci. Cambridge*. 90:83-91.
- Eloy, A. M. X., Simplicio, A. A. and Foote, W. C. 1990. Reproduction in sheep. In: Shelton, W., Figuereido, E. A. P. (Eds.), *Hair Sheep Production in Tropical and Subtropical Regions*. United States Agency for International Development, Davis, CA. pp 97-111.
- Elrod, C. C., Van Amburgh, M. and Butler, W. R. 1993. Alterations of pH in response to increase dietary protein in cattle are unique to the uterus. *J. Anim Sci.* 71:702-706.
- Eppleston, J., Evans, G. and Roberts, E. M. 1991. Effect of time of PMSG and GnRH on the time of ovulation, LH secretion and reproductive performance after intrauterine insemination with frozen ram semen. *Anim. Reprod. Sci.* 26:227-237.
- Espinoza, R. F. O. y Esquivel, D. V. 1995. Inseminación intrauterina en ovejas Suffolk. Tesis de Licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 56 p.

- Fahey, J., Boland, M. P. and O'Callaghan, D. 1998. Effects of dietary urea on embryo development in superovulated donor ewes and on embryo survival following transfer in recipient ewes. *Proceeding of the British Society of Animal Science*. p 182 (Abstract).
- Flores, M. L. M., Cuadra, S. C., Trejo, G. A., Lima, C. M. y Ramírez, B. E. 1991. Comparación de la fertilidad y prolificidad en ovejas adultas encastadas de razas cara negra, inducidas al estro utilizando dos dosis de PMSG e inseminadas a tiempo fijo con semen fresco. *EN: Memorias del IV Congreso Nacional de Producción Ovina*. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. pp 175-177.
- Fuentes, J. L. y Perón, N. 1996. Efecto de la época del año sobre la tasa ovulatoria y niveles de progesterona sanguínea en ovejas Pelibuey. *Rev. Cub. Reprod. Anim.* 22:27-29.
- Gallegos-Sánchez, J., Pérez, H. P y Albarrán de la Ll, A. 1999. Neuroendocrinología del ciclo reproductivo de la Oveja. *I Curso Internacional de Fisiología de la Reproducción de Rumiantes*. Montecillo, Edo de México. pp 1-26.
- García E. 1987. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. 4^a. Ed. México, D. F. 217 p.
- Gonzalez, A. Murphy, B. D. Foote, W. C. and Ortega, G. 1992. Circannual estrous variations and ovulation rate in Pelibuey ewes. *Small Rumin. Res.* 8:225-232.
- Gonzalez-Reyna, A., Valencia, M. J., Foote, W.C. and Murphy, B. D. 1991. Hair sheep in Mexico: Reproduction in the pelibuey or Tabasco sheep. *Animal Breeding Abstracts*. 59:509-524.
- Gordon, I. 1989. *Control en la Crianza en los Animales de Granja*. Ed. CECSA. México. D. F. 203 p.

- Gunn, R. G. 1989. Influencia de la nutrición sobre el comportamiento reproductivo de las ovejas. En: W. Haresing (Editor) Producción Ovina. pp. 104-115.
- Gunn, R. G. and Doney, J. M. 1975. The interaction of nutrition and body condition at mating on ovulation rate and early embryo mortality in Scottish Blackface ewes. *J. Agric. Sci. Cambr.* 85:465-470.
- Gunn R. G. and Doney, J. M. 1979. Fertility in Cheviot Ewes. I. The effects of body condition at mating on ovulation rate and early embryo mortality in North and South Country Cheviot ewes. *Anim. Prod.* 29:11-16.
- Gunn, R. G., Smith, W. F., Senior, A. J., Barthram, E. and Sim, D. A. 1983. Pre-mating pasture intake and reproductive responses in North Country Cheviot ewes in different body conditions. *Anim. Prod.* 36:509 (Abstract).
- Gunn, R. G., Doney, J. M. and Smith, W. F. 1984. The effect of different durations and times of high-level feeding prior to mating on the reproductive performance of Scottish Blackface ewes. *Anim. Prod.* 39:99-105.
- Gunn, R. G., Maxwell, T. J., Sim, D. A., Jones, J. R. and James M. E. 1991. The effects of level of nutrition prior to mating on the reproductive performance of ewes of two welsh breeds in different levels of body condition. *Anim. Prod.* 52:157-163.
- Hafez, E. S. E. 1952. Studies on the breeding season and reproduction of the ewe. *J. Agric. Sci. Camb.* 42:189-265.
- Hafez, E. S. E. 1996. Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. Sexta edición. McGraw Hill Interamericana. 542 p.

- Haresing, W. 1981. The influence of nutrition on reproduction in the ewes. I. Effects on ovulation rate, follicle development and luteinizing hormone release. *Animal Prod.* 32:197-202.
- Haresing, W. 1989. Producción Ovina. Primera edición. Editorial A. G. T. Editor. México, D. F.
- Heredia, A. M., Quintal, F. J. y Rodríguez, R. O. L. 1985. Evaluación de dos escalas de condición corporal por medio del comportamiento reproductivo de la oveja Pelibuey. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria en México. pp 217.
- Hulet, C. V., Price, D. A. and Foote, W. C. 1974. Effects of month of breeding and feed level on ovulation and lambing rates of Panama ewes. *J. Anim. Sci.* 39:73-78.
- Husein, M. Q., Bailey, M. T., Ababneh, M. M., Romano, J. E., Crabo, B. G. and Wheaton, J. E. 1998. Effect of eCG on the pregnancy rate of ewes transervically inseminated with frozen-thawed semen outside the breeding season. *Theriogenology*. 49:997-1005.
- Langford, G. A. 1986. Influence of body weight and number of inseminations on fertility of progestogen-treated ewe lambs raised in controlled environments. *J. Anim. Sci.* 62:1058-1062.
- Lindsay, D. R., Martin, G. B. and Williams, I. H. 1993. Nutrition and reproduction. In: *Reproduction in Domesticated Animals*. Edited by King, G. J. World Animals Science Series. Chapter 17. pp 459-491. Elsevier Science Publishers.
- Martín, G. M. y Banchemo, H. G. 1999. Nutrición y Reproducción en Rumiantes. En: *Memorias del Curso Internacional: Fisiología de la Reproducción en Rumiantes*. Montecillo, Edo de México 27-58.

- Martínez R. R. D. 1998. Estudio sobre la estacionalidad reproductiva de la oveja Pelibuey del tropico humedo mexicano. Tesis de Doctorado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. 199 p.
- Martínez, R. R. D. 1999. Patrones reproductivos de la oveja Pelibuey en el trópico mexicano. *Agrociencia* 33:75-80.
- McEvoy, T. G., Robinson, J. J., Aitken, R. P., Findlay, P. A. and Robertson, I. S. 1997. Dietary excesses of urea influence the viability and metabolism of preimplantacion sheep embryos and may affect fetal growth among survivors. *Anim. Reprod. Sci.* 47:71-90.
- McNeilly, A. S., Jonassen, J. A. and Rhind, S. M. 1987. Reduced ovarian follicular development as a consequence of low body condition in ewes. *Acta Endocrinol. (Copenhagen)* 115:75-83.
- McNeilly, A. S., Picton, H.M., Campbell, B. K. and Baird, D. T. 1991. Gonadotropic control of follicle growth in the ewe. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 43:177-186.
- McShane, T. M. and Keisler, D. H. 1991. Effects of dietary energy on ovarian function, estrogen suppression of luteinising hormone and follicle-stimulating hormone and competency of the gonadotropin surge. *Biol. of Reprod.* 45:486-492.
- Molina, A., Gallego, L., Torres, A. y Vergara, H. 1994. Effect of mating season and level of body reseres on fertility and prolificacy of Manchega ewes. *Small Rumin. Res.* 14:209-217.
- Montgomery G. M., Kelly, R. W., Davis, G. H. and Allison, A. J. 1985. Ovulation rate and oestrus in Booroola genotypes: some effects of age, season and nutrition. In: *Genetics of Reproduction in Sheep*. Edited by Lamb, R.B and D. W. Robinson. Garden City Press Ltd. England. pp 237-243.

- Morley, F. H. W., White, D. H., Kenney, P. A. and Davis, I. F. 1978. Predicting ovulation rate from liveweight in ewes. *Agric. Syst.* 3: 27-45.
- Moses, D., Martínez, A. G., Iorio, G., Valcárcel, A., Ham, A., Pessi, H., Castañon, R., Maciá, A. and Heras de las, M. A. 1997. A large-scale program in laparoscopic intrauterine insemination with frozen-thawed semen in Australian Merino sheep in Argentina Patagonia. *Theriogenology*. 48:651-657.
- Newton, J. E., Betts, J. E. and Renée W. 1980. The effect of body condition and time of mating on the reproductive performance of Masham ewes. *Anim. Prod.* 30:253-260.
- Núñez, H. E. Y. 2000. Repetibilidad de tasa de ovulación en ovejas Suffolk y Criollas con estro sincronizado y natural. Tesis de Maestría. Producción Animal. Universidad Autónoma Chapingo. 70 p.
- Oldham, C. M. and Lindsay, D. R. 1984. The minimum period of intake of lupin grain required by ewes to increase their ovulation rate when grazing dry summer pasture. In: *Reproduction in Sheep*. Eds. D. R. Lindsay and D.T. Pearce. 274 p. (Australian Academy Science and Australian Wool Corporation, Canberra).
- O'Callaghan, D. O. and Boland, M. P. 1999. Nutritional effects on ovulation, embryo development and the establishment of pregnancy in ruminants. *Anim. Sci.* 68:299-314.
- Pedroso, R. y Bonachea, S. T. 1995. Influencia de la condición corporal sobre el comportamiento reproductivo del ganado bovino. Revisión bibliográfica. *Rev. Cub. Reprod. Anim.* 21:1-14

- Poindron, P. M., Delgadillo, J. A., Terrazas, G. A. y Soto, G. R. 1998. Conducta reproductiva y maternal de la hembra ovina. EN: Memorias: Bases de la cría Ovina IV. Tlaxcala, Tlax. pp 185-224.
- Quirke, J. F. and Hanrahan, J. P. 1977. Comparison of the survival in the uteri of adult ewes of cleaved ova from adult ewes and ewe lambs. J. Reprod. Fertil. 51:487.
- Ramón, J. P. 1993. Descripción del comportamiento reproductivo de la oveja de pelo en América. ITEA. 89A (1): 66-77.
- Randel, R. D. 1990. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. J. Anim. Sci. 68:853-862.
- Rangel, S. R. 1991. Investigations into procedures for the implementation of a multiple ovulation and embryo transfer scheme using ewe lambs. Oestrus synchronization. Ph.D. Thesis. Massey University. Palmerston North, New Zealand. 233 p.
- Rangel, S. R., Echagaray, T.J.L., Santos, L. R., Apodaca, S.C. y Ayala, O. J. 1997. Efecto de la administración de PMSG en ovejas Pelibuey sincronizadas. Memorias del IX Congreso Nacional de Producción Ovina. Queretaro, Queretaro. 2-5 junio. p 84-87.
- Rhind, S. M. 1992. Nutrition: its effects on reproductive performance and its hormonal control in female sheep and goats. In: Speedy, A. W. (Ed.), Progress in Sheep and Goat Research. CAB International. Oxford, pp. 25-51.
- Rhind, S. M., Gunn R. G., Doney, J. M. and Leslie I. D. 1984. A note on the reproductive performance of Greyface ewes in moderately fat and very fat condition at mating. Anim. Prod. 38:305-307.

- Rhind, S. M., Leslie, I. D., Gunn, R. G. and Doney, J. M. 1986. Effects of high levels of body condition and food intake on plasma follicle stimulating hormone, luteinizing hormone, prolactin and progesterone profiles around mating in Greyface ewes. *Anim. Prod.* 43:101-107.
- Rhind, S. M., McKelvey, W. A. C., McMillen, S., Gunn, R. G. and Elston, D. A. 1989. Effect of restricted food intake, before and/or after mating, on the reproductive performance of Greyface ewes. *Anim. Prod.* 48:149-155.
- Rhind, S. M., McMiller, S. and McKelvey, W. A. 1991. Effects of levels of food intake and body condition on the sensitivity of the hypothalamus and pituitary to ovarian steroid feedback in ovariectomized ewes. *Animal Production*. 50:115-125.
- Rhind, S. M. and McNeilly, A. S. 1986. Follicle populations, ovulation rates and plasma profiles of LH, FSH and prolactin in Scottish Blackface ewes in high and low levels of body condition. *Anim. Reprod. Sci.* 10:105-115.
- Rhind, S. M. and McNeilly, A. S. 1998. Effects of level of food intake on ovarian follicle number, size and steroidogenic capacity in the ewe. *Anim. Reprod. Sci.* 52:131-138.
- Roche, J. F. 1968. Effect of the interval between withdrawal of progestagen pessaries and time of PMSG administration on oestrus and ovulation in cyclic ewes. *Ir. J. Agric. Res.* 7:1-6.
- Roche, J. F., Mackey, D. and Diskin, M. D. 2000. Reproductive management of postpartum cows. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61:703-712.
- Romano, J. E., Rodas, E., Ferreira, A., Lago, I. and Vence, A. 1996. Effects of progestagen, PMSG and artificial insemination time on fertility and prolificacy in Corriedale ewes. *Small Rum. Res.* 23:157-162.

- Rojas, R. O. y Rodríguez, R. O. L. 1995. Factores que modifican la prolificidad en ovejas Blackbelly en clima tropical. *Técnica. Pecuaria. México.* 33: 159-166.
- Rojas, R. O. y Rodríguez R. O. L. 1997. Tasa ovulatoria y presencia de folículos después del estro en ovejas Blackbelly. *Técnica. Pecuaria. México.* 35: 32-38.
- Ruegg, P. L. and Milton, R. L. 1995. Body condition score of Holstein cows on Prince Edward Island, Canada: Relationships with yield, reproductive performance, and disease. *J. Dairy Sci.* 78:552-564.
- Russel, A. J. F., Doney, J. M. and Gunn, R. G. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Camb.* 72:451-454.
- Sagar. 2000. Producción estatal de carne ovino de 1990-1999.
<http://www.sagarpa.gob.mx/sagar3.htm>.
- Salas, B. G., Rangel, S. R., Echegaray, T. J. L., Apodaca, S. C. y Ayala, O. J. 1997. Efecto de edad en la sincronización de celos en ovejas Criollas. *Memorias. IX Congreso Nacional. de Producción. Ovina. Querétaro, Qro.* 75-78.
- Sansoucy, R. 2000. New developments in the manufacture and utilization of multinutrient blocks-short communications. *Animal Production Service, Animal production and Health Division, FAO, Rome, Italy.* pp 15
<http://www.fao.org/waicent/FAOINFO/AGRICULT/Aga/AGAP/WAR>
- SAS Institute, Inc. 1988. SAS/STAT. User's guide, release 6.03. Edition, Cary, N.C.: SAS, Institute, Inc.
- Scaramuzzi, R. J. and Radford, H. M. 1983. Factors regulating ovulation rate in the ewe. *J. Reprod. Fert.* 69:353-367.

- Smith, J. F. 1991. A review of recent developments on the effects of nutrition on ovulation rate (the flushing effect) with particular reference to research at Ruakura. *Proceedings of New Zealand Society of Animal Production*. 51:15-23.
- Stagg, K., Diskin, M. G., Sreenan, J. M. and Roche, J. F. 1995. Follicular development in long-term anoestrus suckler beef cows fed two levels of energy postpartum. *Anim. Reprod. Sci.* 38:49-61.
- Staples, C. R., Thatcher, W. W., Garcia-Bojalil, C. M. and Lucy, M. C. 1992. Nutritional influences on reproductive function. In: *Large Dairy Herds Management*. Van Horn, H. H and Wilcox, C. J. (Eds). American Dairy Science Association. Camp. Illinois, U. S. A. pp 382-392.
- Stewart, R. D. and Oldham, C. M. 1986. Feeding lupins to ewes for four days during the luteal phase can increase ovulation rate. *Animal Production in Australia* 16:367-370.
- Tempest, W. M. y Minter, C. M. 1994. Sincronización de celos y partos. EN: *Nuevas Técnicas de Producción Ovina*. Editado por Marai, I. F. y Owen, J. B. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Thomas D. L., Thomford, P. J., Crickman, J. G., Cobb, A. R. and Dziuk P. J. 1987. Effects of plane of nutrition and phenobarbital during the pre-mating period on reproduction in ewes fed differentially during the summer and mated in the fall. *J. Anim. Sci.* 64:1144-1152
- Thompson, J. and Meyer, H. 1994. Body condition scoring of sheep. Oregon State University Extension Services. 4 pp.

- Trejo, G. A., Pérez, R. Y. y Dueñas, S. C. 1997. Control del estro y ovulación. Memorias del curso de inseminación artificial y procesamiento del semen ovino. Querétaro, Qro. 33 p.
- Trejo, T. N. 2000. Suplementación antes del servicio y tasa de ovulación en ovejas Criollas. Tesis de Maestría. Producción Animal. Universidad Autónoma Chapingo. 74 p.
- Uribe G. M. 1997. Efecto de la edad y tiempo de administración de PMSG en la sincronización de celos en ovinos. Tesis de Licenciatura. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. 51 p.
- Urrutia, M. J., Morales, T. E. y Ochoa, C. M. A. 1991. Eficiencia reproductiva de borregas Rambouillet de distintas edades. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Tamaulipas. p 18.
- Valencia, M. and Gonzalez, E. 1983. Pelibuey sheep in México. In: Hair Sheep of Western Africa and the Americas: A genetic resource for the tropics. (edited by H.A. Fitzhugh and G.E. Bradford). Colorado USA.
- West, K. S., Meyer, H. H. and Nawaz, M. 1991 Effects of differential ewe condition at mating and early postmating nutrition on embryo survival. J. Anim. Sci. 69:3931-3938.
- Westwood, C. T., Lean, I. J. and Kellaway, R. C. 1998. Indications and implications for testing of milk urea in dairy cattle: a quantitative review Part 2. Effect of dietary protein on reproductive performance. N. Z. Vet. J. 46:123-140.
- Wolfenson, D., Roth, Z. and Medan, R. 2000. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. Anim. Reprod. Sci. 60-61:535-547.

- Wright, P. J., Williams, A. H. and Clarke, Y. J. 1988. The effects of nutrient restriction and of lamb removal on ovarian ciclicity and on the inhibitory effects of oestradiol on plasma concentration of LH and FSH in post-partum ewes. Proceedings of twentieth annual conference. Australian Society for Reproductive Biology. Inc. Newcastle, Australia. 76 p.
- Xu, Z. Z., McDonald, M. F. and McCutcheon, S. N. 1989. The effects of nutitionally-induced liveweight differences on follicular development, ovulation rate, oestrus activity and plasma follicle-stimulating hormone levels in the ewe. Anim. Reprod. Sci. 19:67-78.
- Zaiem, I., Tainturier, D., Chemli, J. et Soltani, M. 1996. Utilisation d' éponges vaginales associées á doses différentes de PMSG pour lámelioration des performances de reproduction chez la brebis noire de Thibar á contre saison. Revue Néd. Vét. 147:305-310.

BIBLIOTECA CENTRAL R. A. CH