



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

**CAMPUS MONTECILLO**

POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD  
GANADERÍA

**“EFECTO MACHO” Y SU RELACIÓN CON EL ANESTRO POSTPARTO  
EN LA OVEJA PELIBUEY AMAMANTANDO**

**FRANCISCO CRUZ ESPINOZA**

**TESIS**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS**

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2011

La presente tesis titulada “ ‘Efecto macho’ y su relación con el anestro postparto en la oveja Pelibuey amamantando” realizada por el alumno Francisco CRUZ ESPINOZA, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD**

**GANADERIA**

**CONSEJO PARTICULAR**

CONSEJERO



---

Dr. Carlos NARCISO GAYTÁN

ASESOR



---

Dr. Jaime GALLEGOS SÁNCHEZ

ASESOR



---

Dr. Arturo PRÓ MARTÍNEZ

ASESOR



---

M.C. Carlos SÁNCHEZ DEL REAL

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Noviembre de 2011.

## ***AGRADECIMIENTOS***

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el financiamiento a mis estudios de Maestría.

Al Colegio de Postgraduados, por darme la oportunidad de realizar mis estudios de maestría, y por el financiamiento otorgado a través del Fideicomiso (No. 167304/2009), a la línea de investigación LPI-5 y al Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (LaROCa).

Al Dr. Carlos Narciso Gaytán, por la dirección de esta tesis, confianza y amistad.

Al Dr. Jaime Gallegos Sánchez, por su dedicación, valiosas observaciones, por el tiempo invertido para la realización y la redacción final de esta tesis y principalmente por su confianza, apoyo e invaluable amistad.

Al Dr. Arturo Pró Martínez y al M.C. Carlos Sánchez del Real, por su tiempo, dedicación y valiosas observaciones para la redacción final de esta tesis.

Al Dr. Humberto Vaquera Huerta, por su valiosísimo apoyo en el análisis estadístico de los datos y por su amistad.

Al Dr. José Herrera Haro por sus consejos y su amistad en el transcurso de mi estancia.

Al M.C. José Antonio Hernández Marín, por su apoyo incondicional en la fase experimental y observaciones en la redacción de esta tesis ¡Es grande Señorón!.

Al personal académico y administrativo del programa de Ganadería del Colegio de Postgraduados, de manera especial a Lupita.

A David Arellano Espejel, por ser una gran persona y amigo.

Al M.C. Juan José Escobar, por su amistad y el apoyo que me brindo en este tiempo.

A Valdenicy Mendoça Sena, por hacerme compañía a la distancia y apoyarme siempre.

A Todas las personas que participaron apoyándome sin ningún compromiso más que el deseo de verme superándome día con día.

## **DEDICATORIA**

### ***A Dios***

Por caminar siempre a mi lado, y darme la opción de hacer lo que a mi criterio es lo mejor.

### ***A mis padres***

#### **Don Manuel Cruz Alcalá**

Por inculcar en mi vida valores morales, ser ejemplo de rectitud, honestidad y ser un hombre cabal en toda la extensión de la palabra.

#### **Doña Francisca Espinoza López**

Porque siempre has estado al pendiente de mi desde el nacimiento, porque siempre has sabido como consolarme cuando mi corazón lo ha necesitado, porque has sabido darme una lección de vida cuando la he requerido, porque me enseñaste a confiar y entregarme siempre en el amor...por ser una guía en la vida y siempre impulsarme para seguir adelante.

### ***A mis hermanos***

#### **María de Jesús, Marianita<sup>†</sup>, Manuel y Alicia Cruz Espinoza**

Porque siempre hemos estado juntos en alma y corazón apoyándonos de manera incondicional en todos los aspectos.

### ***A mis amigos...***

A todos los que me bendicen con su amistad y que siempre han estado en los momentos buenos pero también en los más difíciles...siempre están en mi corazón.

### ***A las mujeres que ame...que amo...y a las que he de amar.***

## “EFECTO MACHO” Y SU RELACIÓN CON EL ANESTRO POSTPARTO EN LA OVEJA PELIBUEY AMAMANTANDO

Cruz Espinoza Francisco, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2011

Se realizaron dos experimentos para evaluar el “efecto macho” y el amamantamiento en el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en ovejas Pelibuey. En el experimento 1, se utilizaron 73 ovejas, que se distribuyeron al azar en cuatro tratamientos: T<sub>1</sub>, amamantamiento continuo sin macho (n=18), crías con madres durante todo el experimento; T<sub>2</sub>, amamantamiento continuo con macho (n=18), igual que T<sub>1</sub> más “efecto macho” (07:00 a 07:30 h y de 16:00 a 16:30 h); T<sub>3</sub>, amamantamiento controlado con macho (n=18), las crías tuvieron contacto con sus madres en dos periodos (08:00 a 08:30 h y de 18:00 a 18:30 h); y, T<sub>4</sub>, amamantamiento controlado sin macho (n=19). En el experimento 2, se utilizaron 108 ovejas, distribuidas al azar en dos tratamientos: T<sub>1</sub>, amamantamiento continuo con macho (n=53), crías junto con sus madres durante toda la fase experimental más “efecto macho” (07:00 a 07:30 h y de 16:00 a 16:30 h); y T<sub>2</sub>, amamantamiento controlado con macho (n=55), igual que T<sub>1</sub>, solo que las crías tenían contacto con sus madre en dos periodos (08:00 a 08:30 h y de 18:00 a 18:30 h). El estudio se realizó durante noviembre-febrero de 2009-2010 (experimento 1) y en noviembre-enero 2010-2011 (experimento 2). En el experimento 1, se observó que las ovejas de T<sub>3</sub> ovularon a los  $27.72 \pm 0.56$  d postparto ( $p < 0.05$ ) diferente de las ovejas de T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>4</sub>. Las ovejas de T<sub>3</sub> ovularon el 100% siendo diferente de las de T<sub>4</sub> ( $p < 0.05$ ). En el experimento 2, se observó que las ovejas con T<sub>2</sub>, presentaron el primer estro a los  $34.02 \pm 1.28$  ( $p < 0.05$ ) diferente de las de T<sub>1</sub>, pero no al segundo estro ( $p > 0.05$ ) ( $52.19 \pm 1.58$  y  $48.36 \pm 1.17$  d; T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> respectivamente). No se observaron diferencias ( $p > 0.05$ ) en el porcentaje de ovulación con T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, al primer y segundo celo; tampoco en el porcentaje de gestación total (58.49 y 67.27 %), porcentaje de parición total (54.72 y 63.64 %), prolificidad total (1.79 y 1.74) y fecundidad (0.98 y 1.11). Por lo anterior, se concluye que en las ovejas Pelibuey amamantando, el “efecto macho” induce el restablecimiento ovárico más temprano.

**Palabras clave:** ovinos, bioestimulación, periodo postparto, ovulación, amamantamiento.

# **“MALE EFFECT” AND ITS RELATION WITH THE POSTPARTUM ANESTRUS IN PELIBUEY NURSING EWE.**

Cruz Espinoza Francisco, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2011

To evaluate the “male effect” and the suckling on the reestablishment of the ovarian activity postpartum in Pelibuey ewes, two experiments were conducted. In experiment 1, 73 ewes were distributed at random into four treatments: T1, continuous suckling without male (n=18), the lambs remained with their mothers throughout the experiment; T2, continuous suckling with male (n=18) just as T1 plus the “male effect” (07:00 to 07:30 h and 16:00 to 16:30 h); T3, controlled suckling with male (n=18), the lambs had contact with their mothers in two periods (08:00 to 08:30 h and 18:00 to 18:30 h) and, T4, controlled suckling without male (n=19). In experiment 2, 108 ewes were distributed at random in two treatments: T1, continuous suckling with male (n=53), lambs along with their mothers during all the experimental phase plus the “male effect” (07: 00 to 07:30 h and 16:00 to 16:30 h); and T2, controlled suckling with male (n=55), just as in T1, only that the lambs had contact with their mothers in two periods (08: 00 to 08:30 h and 18:00 to 18:30 h). The study was carried out from November 2009 to February 2010 (experiment 1) and from November 2010 to January 2011 (experiment 2). In experiment 1, it was observed that the ewes of T3 ovulated  $27,72 \pm 0,56$  d postpartum different ( $p < 0.05$ ) from the ewes of T1, T2 and T4. All of the ewes of T3 ovulated compared to those of T4 ( $p < 0.05$ ). In experiment 2, it was observed that the ewes of T2 displayed first oestrus  $34,02 \pm 1.28$  different ( $p < 0.05$ ) from the T1 ewes, but not in the second oestrus ( $p > 0.05$ ) ( $52.19 \pm 1.58$  and  $48.36 \pm 1.17$  d; T<sub>1</sub> and T<sub>2</sub> respectively). Differences were not observed ( $p > 0.05$ ) in the percentage of ovulation with T1 and T2, to first and the second estrus; neither in the percentage of total gestation (58,49 and 67,27%), percentage of total deliveries (54,72 and 63,64%), total prolificacy (1,79 and 1.74) and fecundity (0,98 and 1.11). In conclusion, in Pelibuey nursing ewes the “male effect” induces an early ovarian reestablishment activity.

**KEY WORDS:** Sheep, bioestimulation, postpartum period, ovulation, suckling.

## CONTENIDO

	Página
<b>I. INTRODUCCIÓN GENERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1</b> Introducción .....	2
<b>2.2</b> Endocrinología del anestro postparto .....	3
<b>2.3</b> Factores que afectan en la oveja el periodo postparto .....	4
<b>2.3.1</b> Amamantamiento .....	4
<b>2.3.1.1</b> Mecanismo de acción del amamantamiento para la inhibición del restablecimiento de la actividad ovárica postparto en las ovejas .....	5
<b>2.3.2</b> Efecto macho .....	7
<b>2.3.2.1</b> Factores asociados que modifican la respuesta al efecto macho .....	8
<b>2.3.2.1.1</b> Intensidad y duración del estímulo .....	9
<b>2.3.2.1.2</b> Estado nutricional del macho .....	9
<b>2.3.2.1.3</b> Profundidad del anestro .....	10
<b>2.3.2.2</b> Efecto macho en el anestro postparto .....	10
<b>III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>12</b>
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>

<b>4.1 EXPERIMENTO I</b> .....	13
4.1.1 Localización del área de estudio .....	13
4.1.2 Tipo de animales .....	13
4.1.3 Tratamientos .....	13
4.1.4 Manejo de los animales durante el periodo experimental .....	14
4.1.5 Toma de muestras .....	14
4.1.6 Variables evaluadas .....	15
4.1.7 Análisis estadístico .....	15
<b>4.2 EXPERIMENTO II</b> .....	16
4.2.1 Localización del área de estudio .....	16
4.2.2 Tipo de animales .....	16
4.2.3 Tratamientos .....	16
4.2.4 Manejo de los animales durante el periodo experimental .....	16
4.2.5 Toma de datos .....	17
4.2.6 Variables evaluadas .....	17
4.2.7 Análisis estadístico .....	18
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	19
<b>5.1 EXPERIMENTO I</b> .....	19
5.1.1 Restablecimiento de la actividad ovárica .....	19
5.1.2 Cambios de peso de las ovejas Pelibuey .....	22
5.1.3 Cambios de peso de los corderos .....	23



<b>5.1.4</b> Conclusión .....	24
<b>5.2 EXPERIMENTO II</b> .....	25
<b>5.2.1</b> Restablecimiento de la actividad ovárica .....	25
<b>5.2.2</b> Porcentaje de ovulación en ovejas Pelibuey en el postparto, primer y segundo celo ....	26
<b>5.2.3</b> Cambios de peso de las ovejas Pelibuey .....	28
<b>5.2.4</b> Cambios de peso de los corderos .....	29
<b>5.2.5</b> Conclusión .....	30
<b>VI. LITERATURA CITADA</b> .....	31
<b>VII. ANEXOS</b> .....	39

## LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1 Comportamiento reproductivo durante el periodo postparto de ovejas Pelibuey sometidas a dos modalidades de amamantamiento con y sin efecto macho.....	19
Cuadro 2 Comportamiento reproductivo durante el periodo postparto de ovejas Pelibuey sometidas a dos modalidades de amamantamiento con efecto macho.....	25
Cuadro 3 Porcentaje de ovulación en el primer y segundo estro, gestación total, parición total, prolificidad y fecundidad en ovejas Pelibuey sometidas a dos modalidades de amamantamiento con efecto macho .....	27

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Curva de supervivencia de probabilidad acumulada de restablecimiento de la actividad ovárica durante el periodo postparto de ovejas Pelibuey asignadas a dos modalidades de amamantamiento con y sin efecto macho.....	21
Figura 2 Ganancia en peso corporal de ovejas Pelibuey bajo dos modalidades de amamantamiento (24 h y 30 min dos veces al día) con y sin efecto macho.....	22
Figura 3 Ganancia en peso corporal de corderos Pelibuey bajo dos modalidades de amamantamiento (24 h y 30 min dos veces al día) con y sin efecto macho.....	23
Figura 4 Curva de supervivencia de probabilidad acumulada de restablecimiento de la actividad ovárica durante el periodo postparto de ovejas Pelibuey asignadas a dos modalidades de amamantamiento con efecto macho. ....	26
Figura 5 Ganancia en peso corporal promedio (kg) de ovejas Pelibuey bajo dos modalidades de amamantamiento (24 h y 30 min dos veces al día) con y sin efecto macho.....	28
Figura 6 Ganancia en peso corporal promedio (kg) de corderos Pelibuey bajo dos modalidades de amamantamiento (24 h y 30 min dos veces al día) con y sin efecto macho.....	29

## I. INTRODUCCIÓN GENERAL

En México, la actividad ovina ha crecido en los estados del norte, pero es la región centro la que más aporta al inventario ovino del país. Para 2010, el inventario se estimó en 8,105,562 de cabezas, con una tasa de crecimiento media anual de 1%. Sin embargo, con este ritmo de crecimiento no es suficiente para satisfacer la demanda nacional, ya que solo se alcanza a cubrir el 40% del consumo nacional aparente en el territorio nacional (SIAP-SAGARPA, 2011). En algunos países de América, los ovinos de pelo se distribuyen, por lo general en climas cálidos húmedos y sub-húmedos y en las regiones tropicales y subtropicales, debido al potencial de producción, adaptación a diferentes climas y a los sistemas de manejo (Quintal, 1990; González-Reyna y Solís, 2001). La raza Pelibuey se encuentra en casi todo el territorio nacional, por sus características: tamaño pequeño, rusticidad, poca o nula estacionalidad y una buena prolificidad (González *et al.*, 1996). La producción es afectada por la baja productividad de las explotaciones, el área donde se desarrolla la actividad y el mercado centralizado para el consumo de la carne. En la actualidad, los sistemas de manejo desarrollados para ganado ovino, influyen en la sincronización de los eventos fisiológicos; esto ayuda a programar los partos y por ende, la disponibilidad de ganado para abasto. Por tal motivo, es necesario generar estrategias novedosas para mejorar la eficiencia reproductiva de la raza de pelo. Un factor que puede ocasionar pérdidas a los productores por condicionar la eficiencia reproductiva, es la duración del anestro postparto en los rumiantes (Pérez-Hernández *et al.*, 2001). Burke *et al.* (1996) encontraron que al usar fuentes de ácidos grasos, específicamente el ácido linoléico, se induce el desarrollo folicular, se acorta el anestro postparto en ganado productor de leche, y se retorna a la actividad ovárica cíclica en menor tiempo; no obstante, este fenómeno está escasamente documentado en ovinos. El control del amamantamiento es otro factor que puede reducir el tiempo entre el parto y la primera ovulación (Morales-Terán *et al.*, 2004) y por otro lado, se tiene información que el “efecto macho” estimula positivamente el restablecimiento de la secreción pulsátil de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH)/hormona luteinizante (LH) durante el anestro estacional (Mandiki *et al.*, 1993). Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio fue comprobar si el “efecto macho” y el control del amamantamiento tienen efecto en el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en la oveja Pelibuey.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Introducción

El anestro postparto (APP) es el factor principal que condiciona la reproducción en los ovinos pelo. El reinicio temprano de la ciclicidad estral después del parto es de gran importancia para la eficiencia reproductiva en rumiantes, ya que el intervalo entre partos es tal vez el principal indicador que se utiliza para las evaluaciones reproductivas de un rebaño.

El periodo postparto se caracteriza por ser un periodo de inactividad ovárica y quiescencia sexual (Wise *et al.*, 1986) antes de iniciar los ciclos reproductivos. Se identifica por la no ciclicidad de la oveja y su duración está determinada por varios factores como raza, época de parto, condición corporal al momento del parto, nutrición y amamantamiento.

La lactancia es un inhibidor de la actividad ovárica postparto en la mayoría de las especies de mamíferos, y varía el impacto del estímulo del amamantamiento entre ellas (McNeilly, 2001). En ovejas, el amamantamiento es el principal factor que potencializa la inhibición de secreción de las hormonas GnRH/LH durante el APP y que prolonga el intervalo parto-primera ovulación (Morales-Terán *et al.*, 2011). Este efecto puede ser contrarrestado con diferentes estrategias del manejo del amamantamiento. El amamantamiento es el principal estímulo que inhibe la actividad ovárica, induciendo un período de no ovulación, que después de la estacionalidad, es el mecanismo fisiológico más potente para retrasar el restablecimiento de la actividad ovárica postparto (Martín y Banchemo, 1999). Por lo anterior, un buen manejo del amamantamiento puede reducir el tiempo que transcurre entre el parto y la primera ovulación (Mandiki *et al.*, 1989; Morales-Terán *et al.*, 2004). Pérez *et al.* (2009) reportaron que al restringir el tiempo de amamantamiento a un periodo de 30 min al día disminuye el intervalo entre el parto y la primera ovulación, al igual que Morales-Terán *et al.* (2004) pero con la diferencia de que la restricción del amamantamiento fue 30 min dos veces al día.

Valencia *et al.* (2006) encontraron que la introducción del macho en los corrales de las ovejas Pelibuey durante el periodo de Primavera-Verano, mostraron una actividad estral durante dicho periodo, mientras que en ausencia del macho, la actividad ovárica disminuyó. Estudios realizados con ganado bovino revelan que la interacción del manejo del amamantamiento con la presencia del macho estimula la secreción pulsátil de GnRH/LH e induce la ovulación, reduce el

intervalo parto-primera ovulación (IPPO) e incrementa el porcentaje de vacas que ovulan (Pérez-Hernández y Gallegos-Sánchez 2010).

## **2.2 Endocrinología del anestro postparto**

La secreción pulsátil de GnRH está ampliamente correlaciona con la secreción de LH hipofisiaria; esto es, que un pulso de GnRH provoca un pulso de LH (Caraty, *et al.*, 1989; Karsch *et al.*, 1993). En el periodo postparto, la hipófisis anterior presenta una disminución en el contenido de LH y hormona folículo estimulante (FSH) al final de la preñez y en el periodo temprano postparto, debido a una fuerte retroalimentación negativa de los estrógenos. El contenido de GnRH del hipotálamo es normal, pero la hipófisis anterior es menos sensitiva a la liberación de LH inducida por GnRH durante este período (Nett *et al.*, 1988).

La concentración de FSH es baja en cierto periodo de tiempo después del parto, y luego asciende alrededor del día 5 postparto, este incremento inicia el reclutamiento y selección de un folículo dominante (FD). La inadecuada frecuencia de los pulsos de LH resulta en una baja producción de andrógenos en el folículo, ocasiona que el aumento del estradiol antes del estro no ocurra, y que el FD que está al final de su diferenciación sufra atresia. La ovulación del FD se da solo cuando un pulso de LH ocurre cada 40-60 minutos para estimular la producción máxima de estradiol, existe una retroalimentación positiva del estradiol y ocurre un pico preovulatorio de LH y FSH al iniciarse la luteólisis por efecto de la prostaglandina F<sub>2</sub> $\alpha$  (PGF<sub>2</sub> $\alpha$ ) liberada por el endometrio uterino, así la concentración plasmática de progesterona desciende. La disminución de progesterona circulante favorece la secreción tónica de LH, de tal forma que la frecuencia de los pulsos se incrementa progresivamente, hasta alcanzar un pulso cada hora. El aumento en la frecuencia de secreción de LH estimula la síntesis de estradiol en los folículos en proceso de maduración, e incrementa su concentración en la circulación general. El incremento progresivo del estradiol, ejercido por un mecanismo de retroalimentación positiva a nivel hipotalámico, estimula la secreción hormonal y esto origina la descarga preovulatoria de GnRH/LH (Barrell *et al.*, 1992; Gallegos-Sánchez *et al.*, 1999).

La FSH es la principal responsable del reclutamiento y selección de un folículo preovulatorio y la exposición de éste a la actividad estrogénica, junto con el aumento de la frecuencia de secreción de pulsos de LH, son la clave para la maduración final del folículo

preovulatorio; por lo que el ovario no es limitante para el reinicio de la ciclicidad ovárica después del parto (Williams, 1990; Roche *et al.*, 1992; Opsomer *et al.*, 1996). El aumento en la concentración sérica basal y el inicio de un patrón episódico en la liberación de LH, preceden al inicio de la ciclicidad estral y por ende el desarrollo folicular en el período postparto (Lamming *et al.*, 1981). Durante el APP, hay una fuerte retroalimentación negativa del estradiol, así como una alta concentración de opioides en el hipotálamo, debido principalmente al efecto del amamantamiento, en la oveja la presencia del cordero retrasa el reinicio de la actividad ovulatoria y su separación parcial o total adelanta el primer estro y ovulación postparto. Probablemente el incremento de estradiol durante la gestación pueda inducir cambios en el ambiente neuronal, a nivel de las neuronas productoras de GnRH, por lo que es necesario un periodo de recuperación antes de que restablezcan su función normal. El amamantamiento es un factor que limita la recuperación del eje hipotalámico hipofisiario por efecto de los péptidos opioides endógenos (POEs), sistema que se establece al final de la gestación y del período temprano postparto (Gordon *et al.*, 1987), y que actúan directamente en las neuronas productoras de GnRH (Leshin *et al.*, 1991). La concentración de opioides disminuye conforme el periodo postparto avanza y la frecuencia de amamantamiento disminuye (Cuthaw *et al.*, 1992). Sin embargo, se puede involucrar al sistema dopaminérgico con el efecto de retroalimentación negativa del estradiol para disminuir la secreción pulsátil de GnRH y LH (Griffith y Williams, 1996).

## **2.3 Factores que afectan en la oveja el periodo postparto**

### **2.3.1 Amamantamiento**

Durante el período postparto, las ovejas adultas están sujetas a fuertes estímulos negativos que no permiten el reinicio de la actividad reproductiva después del parto. Después de la estacionalidad y la lactación, el amamantamiento es uno de los mecanismos más potentes para retardar la reanudación de la ciclicidad estral postparto (Martín y Banchemo, 1999).

Schirar *et al.* (1989) reportaron que ovejas destetadas al parto presentaron estro a los 22 días posparto, 13 días antes que ovejas amamantando uno o varios corderos, lo cual no se relacionó con la duración del APP. En ovejas productoras de lana destetadas al parto, se encontró que los ciclos estrales se presentaron alrededor de 14 a 35 d postparto (Mandiki *et al.*, 1989;

Shirar *et al.*, 1989). Por lo tanto, la LH es el factor que limita el reinicio de la actividad ovárica durante el postparto, esto indica que el amamantamiento potencializa la inhibición de la secreción pulsátil de la LH.

Para la evaluar el efecto de la intensidad y frecuencia del amamantamiento en el restablecimiento de la actividad ovárica en la oveja Pelibuey, se han realizado diversos experimentos; por ejemplo, Morales-Terán *et al.* (2004) y Morales-Terán *et al.* (2011) encontraron una relación directa entre tiempo de amamantamiento y aumento del intervalo parto primera ovulación. Al comparando cuatro edades al destete, Álvarez *et al.* (1984) encontraron un marcado efecto en el IPPO (48.6, 77.3, 84.2 y 98.4 días en 30, 60, 90 y 120 días al destete, respectivamente) y observaron que el IPPO se incrementa en relación directa en aumento del tiempo de lactación.

### **2.3.1.1 Mecanismo de acción del amamantamiento para la inhibición del restablecimiento de la actividad ovárica postparto en las ovejas.**

El mecanismo por el cual la actividad reproductiva postparto existe en ovejas a causa del amamantamiento, aún se desconoce. Se sabe que, el principal efecto del amamantamiento es la disminución de la secreción de GnRH y por lo tanto de LH (Williams *et al.*, 1996; Yavas y Walton, 2000). Durante el amamantamiento, en vacas *Bos indicus* y *Bos indicus* X *Bos taurus*, el estradiol ejerce un efecto de retroalimentación negativa a nivel hipotalámico y disminuye la secreción pulsátil de GnRH y LH; se sugiere que los POEs participan como neurotransmisores inhibitorios intermediarios a nivel central entre la hormona esteroide y las neuronas productoras de GnRH (Gallegos-Sánchez *et al.*, 2005). McNeilly (1997) sugirió que la secreción de GnRH es afectada por el amamantamiento al modificar la secreción de prolactina, la concentración de opioides y la dopamina en hipotálamo. Por otra parte, Schirar *et al.* (1990) encontraron que la amplitud y frecuencia de la secreción pulsátil de LH es mayor, y se incrementan más rápido en ovejas no amamantando que en aquellas que están amamantando.

En la oveja, la LH y FSH en hipófisis disminuye durante la gestación y permanece en niveles bajos durante el periodo postparto temprano (Moss *et al.*, 1980). Pero, la FSH no limita la maduración folicular durante el periodo postparto en ovejas (Clarke *et al.*, 1984) ya que en pocos días se restablece su secreción (Schirar *et al.*, 1990). Por el contrario, el aumento en la frecuencia



de secreción pulsátil de LH induce la ovulación (Baird, 1978), se restablece y mantiene la actividad ovulatoria postparto (McLeod *et al.*, 1982; McNeilly *et al.*, 1982; Wright *et al.*, 1983). Williams *et al.* (1987) demostraron que el amamantamiento durante la etapa temprana del periodo postparto inhibe la secreción pulsátil de LH, al disminuirse la frecuencia (García-Winder *et al.*, 1986).

Nett (1987) propuso que existen dos etapas en el restablecimiento postparto de la secreción pulsátil de LH. En la primera, aumenta la frecuencia de secreción pulsátil de GnRH y la concentración de LH en sangre. Sin embargo, este incremento es insuficiente para restablecer la ciclicidad postparto, pero si induce ovulación, dando lugar a una función lútea anormal (cuerpos lúteos de vida media corta). Al final del ciclo corto, el aumento en la concentración de FSH estimula el crecimiento folicular y la alta frecuencia de secreción pulsátil de LH, induce la síntesis de estradiol a nivel folicular. Por lo que estas variaciones fisiológicas en la secreción de LH, conducen a un estado final de crecimiento folicular, ovulación y el desarrollo de un cuerpo lúteo normal (Schirar *et al.*, 1990).

La inhibición de la secreción de GnRH en el hipotálamo es sugerida por algunos autores (Gordon *et al.*, 1987; Zalesky *et al.*, 1990) que se realiza por opioides endógenos, retrasando así la presentación del primer estro postparto, al inhibir la secreción pulsátil de GnRH de manera indirecta a nivel de neuronas productoras de este decapeptido (Leshin *et al.*, 1991). Se propone que los opioides pudieran actuar en dos momentos: inmediatamente después del parto; al resultar ser una experiencia dolorosa y estresante para el animal, que se asocia a altas concentraciones periféricas de opioides (Smart *et al.*, 1994); y en el amamantamiento, induciendo la liberación de  $\beta$ -endorfinas en el hipotálamo que pudieran inhibir la secreción de GnRH en ovejas lactando (Gordon *et al.*, 1987).

Malvens y Hundgens (1987) bloquearon receptores a opioides mediante un antagonista (nolaxona) y observaron que hubo un incremento en la secreción de LH entre los días 7 – 26 y una disminución en la secreción de prolactina en ovejas en el postparto, pero no se han observado modificaciones en la respuesta del nolaxone por el amamantamiento (Malvens y Hundgens, 1987; Newton *et al.*, 1988) sugiriendo así, que el amamantamiento puede no inhibir la liberación de LH por mecanismos asociados con péptidos opioides en la etapa del postparto. Las vías neuronales por medio de las cuales el amamantamiento ejerce su efecto inhibitorio durante

el anestro lactacional se desconocen aún (Gallegos *et al.*, 2005).

### **2.3.2 Efecto macho**

Se puede decir que el “efecto macho” constituye un estímulo socio-sexual, y el principal efecto es el de iniciar la actividad reproductiva en la oveja. El primer estudio respecto al efecto del carnero en la respuesta de las ovejas lo realizaron Underwood y Davenport (1944) quienes demostraron que existe una relación entre la fecha de introducción del carnero al rebaño y la época de partos, sugiriendo que las montas ocurren entre 20 y 25 días después del primer contacto entre los animales de sexo diferente. Se han encontrado resultados similares para activar el sistema reproductivo de ovejas en anestro con “efecto macho” y con tratamientos hormonales (Boly *et al.*, 2000).

La introducción del carnero resulta en un rápido aumento en la frecuencia de liberación de LH, seguida de un pico preovulatorio de la misma gonadotropina y ovulación (Álvarez y Zarco, 2001). El incremento en la frecuencia de pulsos de LH es la principal respuesta a la introducción de los carneros, éste incremento en la frecuencia de LH se mantiene por al menos 12 horas, sin embargo, la amplitud de los pulsos disminuye después de una o dos horas, como consecuencia de una disminución de la LH almacenada en la hipófisis o porque los incrementos en los niveles de estradiol inducida por los pulsos más frecuentes de LH, reduce la respuesta de la hipófisis a los pulsos de GnRH. El incremento en la frecuencia de pulsos de LH es el paso crítico en el “efecto macho”, debe ser de una magnitud suficiente y ser mantenido por suficiente tiempo si el proceso olfatorio es exitoso (Álvarez y Zarco, 2001). En todos los estados reproductivos, incluyendo el anestro estacional y lactacional, la secreción tónica de LH se caracteriza por la liberación de pulsos discretos, los cuales están controlados por pulsos discretos de GnRH. En ovejas anovulatorias, estos pulsos no son liberados con frecuencia, porque están inhibidos por los bajos niveles de estrógenos por lo que la principal causa de la no ciclicidad es la respuesta del hipotálamo a la retroalimentación negativa que ejerce el estradiol (Martín *et al.*, 1986).

De acuerdo con algunos reportes, no es necesario un contacto directo para que las ovejas respondan al carnero. El olor de la lana y el “cebo” de un carnero intacto son suficientes para obtener una respuesta en términos de ovulación en las ovejas. Sin embargo, esta información aún

es contradictoria (Herrera *et al.*, 2005).

La mayoría de los mamíferos tienen dos sistemas olfatorios (Martin *et al.*, 1986), el sistema principal, recibe los sensores de entrada desde el órgano vomeronasal (órgano de Jacobson) y conecta a otros sitios en el cerebro, vía los bulbos olfatorios accesorios. Ambos sistemas están conectados al hipotálamo y provocan una respuesta neuroendocrina inmediata que se refleja en cambios de la secreción pulsátil de GnRH/LH (Mandiki *et al.*, 1993). Obteniendo la descarga preovulatoria de LH entre las 3 y 30 horas, después de la introducción de los machos, estableciéndose la ovulación entre las 24 y 60 horas. Estas conexiones son importantes para el control de la actividad reproductiva, ya que controlan la secreción pulsátil de GnRH/LH, y se cree que los efectos de las feromonas pueden ser regulados a través de dichas conexiones (Martin *et al.*, 1986).

### **2.3.2.1 Factores asociados que modifican la respuesta al efecto macho.**

La condición corporal de las hembras y del macho, la libido y la proporción macho-hembras, son algunos factores de los que depende la respuesta al “efecto macho”. En cabras, la condición reproductiva de los machos parece ser el factor limitante que determina la respuesta de las hembras al “efecto macho” (Flores *et al.*, 2000).

Walkden-Brown *et al.* (1993) señalaron que el intervalo entre la introducción de los machos y la primera ovulación, la manifestación de señales de estro durante dicha ovulación y la frecuencia de ciclos cortos después de la inducción de ovulación no constituyen valores fijos, si no que están sujetos a variaciones, lo que sugiere que el “efecto macho” no representa un fenómeno de “sí o no” y que las características de la respuesta están determinadas por la integración de gran cantidad de factores que pueden clasificarse en dos categorías: el complejo intensidad-duración del estímulo y la profundidad del anestro en hembras.

El mecanismo mediante el cual el macho proporciona el estímulo es a través de feromonas, señales de comportamiento, táctiles y visuales, que actúan en una ruta “sinérgica”. Los experimentos han mostrado resultados contradictorios respecto a la importancia de estas señales, pero esto puede ser consecuencia de usar ovejas en diferentes estados de receptividad o fisiológicos. La introducción de carneros en los corrales de las ovejas en estro, puede incrementar los niveles de LH y, consecuentemente, la secreción de testosterona en el carnero; lo

que influncia positivamente la producción de feromonas (Knight *et al.*, 1998). Un periodo de 24-48 h de experiencia sexual con ovejas en estro antes del contacto con aquellas en anestro, fue suficiente para incrementar la libido de los carneros. Para determinar si el comportamiento sexual de los machos contribuye en la eficacia del “efecto macho” en ovejas Rambouillet anovulatorias, Perkins y Fitzgerald (1994) expusieron a carneros con alto y bajo comportamiento sexual. El 95% de las ovejas expuestas a los carneros con alta libido, ovularon, comparativamente con el grupo de carneros con baja libido (78%;  $P < 0.02$ ) y solo el 18% de ovejas aisladas presentaron ovulación.

#### **2.3.2.1.1 Intensidad y duración del estímulo**

La intensidad del estímulo del carnero modifica la proporción de ovejas que responde con ovulación (Knigh *et al.*, 1998). Cuando se permite un grado de contacto alto entre las hembras y los machos, se considera que el estímulo adquiere mayor intensidad, esto se logra cuando existe un mayor contacto físico total en los animales (Chemineau, 1987). La proporción de machos en la población de hembras es otro factor que puede alterar la intensidad del estímulo. Chemineau (1987) reportó que el incremento en el número de machos aumenta la tasa de ovulación al favorecer la mayor cantidad de interacciones directas que una hembra puede experimentar con los carneros. Es lógico pensar que un mayor número de machos introducidos incrementan las fuentes directas de feromonas y otros estímulos asociados con los sementales.

Referente a la duración del estímulo, Martin *et al.* (1986) reportaron que por mucho tiempo se ha considerado que los machos deben de permanecer de manera continua después de su introducción con las hembras, por lo menos 5 días para que estas puedan presentar una actividad estral y ovulatoria. Esto contrasta con lo que reportaron Walkden-Brown *et al.* (1993) quienes demostraron que la presencia continua de los machos no es necesaria para estimular la actividad sexual en cabras sometidas al “efecto macho”.

#### **2.3.2.1.2 Estado nutricional del macho**

El estado nutricional del macho es un factor importante en la determinación de la respuesta ovulatoria, ya que al no haber carencias nutricionales, el macho manifiesta una mayor actividad de cortejo y niveles superiores de testosterona que se ve reflejado en un aumento de la intensidad del estímulo (Walkden *et al.*, 1993). Aunque los efectos de la edad y la raza del

macho pueden ser una consecuencia, también las variaciones de la libido del semental, representan una causa de variación importante en la respuesta obtenida (Knigh y Gibb, 1990).

### **2.3.2.1.3 Profundidad del anestro**

La eficiencia del “efecto macho” está relacionada, también, con la “profundidad” del anestro de las hembras, de modo que cuando la introducción de los machos se realiza durante la época de anestro “profundo”, la primera ovulación se retrasa al compararla con la que se obtiene mediante la introducción de machos con hembras en anestro superficial (Scott y Johnstone, 1994). Así también, la respuesta al “efecto macho” es más rápida cuando se realiza al final del anestro que cuando se realiza a la mitad del anestro estacional. Esto es porque la hembra se encuentra en la etapa de transición a la época reproductiva.

En un experimento realizado por Thomas *et al.* (1984) observaron que algunas razas son menos sensibles a la retroalimentación negativa del estradiol que otras; la respuesta que se tiene con el estímulo del macho es mayor en razas con poca estacionalidad (Dorset) comparado con razas con una estacionalidad más marcada (Hampshire). Heredia *et al.* (2003) evaluaron el “efecto macho” en el anestro estacional de ovejas Pelibuey, en donde la presencia continua del macho en el rebaño, contribuye a incrementar la proporción de estros; así también, la introducción repentina del macho (Valencia *et al.*, 2006) reduce los efectos negativos de estradiol durante el anestro estacional, e incrementa la proporción de hembras ciclando al reducir la duración del anestro estacional.

### **2.3.2.2 Efecto del macho en el anestro postparto**

Los periodos de tiempo en que las ovejas no presentan estro, independientemente del anestro estacional, son la gestación y el periodo temprano postparto. La información existente respecto al uso del “efecto macho” para inducir estro durante el periodo postparto es poca. Sin embargo, existen algunas investigaciones que muestran que el intervalo parto–concepción puede reducirse con la introducción de carneros a los corrales de las ovejas después del parto durante el otoño (Wright *et al.*, 1989) y durante la primavera (Ungerfeld *et al.*, 2001). La introducción de los carneros parece no afectar la involución uterina de las ovejas y se especula que la tasa de concepción es baja, probablemente al efecto del amamantamiento y la baja condición corporal postparto (Wright *et al.*, 1990).

La respuesta de las ovejas al macho durante el periodo postparto depende del tiempo transcurrido después del parto. En ovejas que parieron durante la estación no reproductiva, Khaldi (1984) observó que el porcentaje de hembras que ovularon con la introducción del carnero fue alto después de los 75 días, comparándolas con aquellas que tenían solo 15, 30, 45 o 60 días después del parto. Cappai *et al.* (1984) reportaron que el “efecto macho” en ovejas Sarda se relaciona con la alta producción de leche, reduciendo la tasa de ovulación y retardando el pico preovulatorio de LH.

Goodfrey *et al.* (1998) no encontraron diferencias a los días del primer estro, al exponer a las ovejas paridas en julio y noviembre al carnero ( $39.3 \pm 3.1$  días vs  $44.2 \pm 3.8$  días); tampoco hubo efecto en la involución uterina por efecto del macho. Sin embargo, las ovejas expuestas al carnero tuvieron concentraciones más altas de progesterona ( $1\text{ng mL}^{-1}$ ) en un tiempo postparto más corto con respecto a las que no tuvieron contacto con el carnero ( $p < 0.006$ ;  $32.2 \pm 2.4$  días vs  $42.1 \pm 2.3$  días).

Hamadeh *et al.* (2001) encontraron que en ovejas Awassi amamantando durante 45 días y ovejas destetadas a los 14 días expuestas al carnero continuamente por 70 días y de manera intermitente por 45 días en la primavera, no encontraron diferencias ( $p > 0.05$ ) en cuanto al porcentaje de ovejas que presentaron estro al momento del destete (40, 32 y 33 % respectivamente para cada grupo). La concentración de LH no fue influenciada por el tiempo de destete, por lo que concluyeron que las ovejas Awassi no responden a la presencia del carnero y al destete temprano en términos de un mejoramiento en el comportamiento reproductivo.

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El APP es una estrategia evolutiva que asegura la supervivencia de la cría al incrementar la atención de la madre sobre ésta (Arroyo *et al.*, 2009). En ovejas disminuye la respuesta reproductiva lo que ocasiona pérdidas económicas a los productores (Morales-Terán *et al.*, 2011).

La lactancia es un inhibidor de la actividad ovárica postparto en la mayoría de las especies de mamíferos y el impacto del estímulo del amamantamiento varía entre ellas (McNeilly, 2001). En ovejas, el amamantamiento es el principal factor que potencializa el efecto inhibitorio del estradiol durante el periodo postparto induciendo la inhibición de la secreción pulsátil de GnRH/LH prolongando el IPPO (Morales-Terán *et al.*, 2011). Este efecto se puede contrarrestar con el manejo del amamantamiento. En la oveja la presencia del cordero retrasa el reinicio de la actividad ovulatoria y su separación parcial o total adelanta el primer estro y ovulación postparto (Arroyo *et al.*, 2009). Pérez *et al.* (2009) encontraron que restringir el tiempo de amamantamiento a un periodo de 30 min al día, disminuye el intervalo entre parto-primera ovulación, al igual que Morales-Terán *et al.* (2004) con una restricción del amamantamiento dos veces al día por 30 min en cada ocasión.

El objetivo planteado fue:

1). Comprobar si el “efecto macho” y el control del amamantamiento tienen efecto en el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en la oveja Pelibuey.

La hipótesis planteada fue:

1). La interacción del “efecto macho” y el tipo de amamantamiento disminuyen el IPPO e incrementan el porcentaje de ovulación en ovejas Pelibuey sometidas a este efecto, antes que aquellas sin el “efecto macho”.

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 EXPERIMENTO I**

#### **4.1.1 Localización del área de estudio**

El estudio se realizó durante noviembre de 2009 a febrero de 2010, en las instalaciones del Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (LaROCa) del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, estado de México. Se localiza a 19° 29' latitud Norte y 98° 53' longitud Oeste, a una altitud de 2250 m. El clima es Cb (wo) (w) (i ' ) g, templado húmedo con lluvias en verano y una precipitación anual de 636.5 mm, donde el porcentaje de lluvias invernales es menor al 5 % total. La temperatura media anual es 15.2 °C (García, 1988).

#### **4.1.2 Tipo de animales**

Se utilizaron 73 ovejas adultas de la raza Pelibuey, con una edad promedio de  $2.5 \pm 0.5$  años, con un peso vivo promedio de  $48.6 \pm 4.7$  kg y condición corporal de 3.5 (escala de 1 a 5; Russel *et al.*, 1969) y sus respectivos corderos, con un peso al nacimiento de  $3.01 \pm 0.65$  kg provenientes de partos simples y múltiples.

#### **4.1.3 Tratamientos**

Todas las ovejas fueron asignadas al azar a uno de cuatro tratamientos, combinando el efecto del amamantamiento con el de efecto macho: T<sub>1</sub>, amamantamiento continuo (AC) sin efecto macho (SM; n = 18), T<sub>2</sub>, AC con efecto macho (CM; n = 18), T<sub>3</sub>, amamantamiento controlado (Ac)+CM (n = 18) y T<sub>4</sub>, Ac-SM (n = 19). Durante el experimento las ovejas con AC con y sin efecto macho (CM y SM, respectivamente) permanecieron las 24 horas del día con sus crías. Los tratamientos de Ac CM y SM, las hembras permanecieron con sus corderos durante dos periodos de 30 min d<sup>-1</sup> (8:00 a 8:30 y 18:00 a 18:30 h); el resto del tiempo permanecieron separados. El destete se realizó a los  $62.85 \pm 4.79$  días para los cuatro tratamientos. La introducción del macho a los corrales de las hembras con los tratamientos CM fue por la mañana (07:00-07:30) y por la tarde (16:00 a 16:30) a partir del día 10 postparto durante todo el periodo experimental.



El manejo del amamantamiento se inició a los 10 días de edad de los corderos, con la finalidad de permitir el consumo *ad libitum* de calostro y leche durante los primeros días de edad y evitar posibles problemas de salud durante el experimento

#### **4.1.4 Manejo de los animales durante el periodo experimental**

Durante el experimento, las ovejas y los corderos se alojaron en corrales provistos con sombra, comederos, bebederos y piso de tierra. Las ovejas consumieron una dieta comercial (Borrega Plus; Alimentos Unión Tepexpan®) con un mínimo de 15% de Proteína Cruda, 3% de Grasa Cruda y un máximo de 10% de Fibra Cruda, 7% de Cenizas, 12% de Humedad y por diferencia 53% de E.L.N. ( $1.2 \text{ kg d}^{-1}$ ), con forraje de buena calidad (libre acceso). Los corderos se alimentaron con la leche de sus madres y con una ración de alimento comercial (C18: Inicia Corderos; MaltaCleyton®) con 18% de Proteína, ofrecida a libre acceso.

La diferencia de la separación entre las ovejas y los corderos de los tratamientos de Ac CM y SM fue mayor a 100 m, de manera que las madres no observaron a sus crías durante el tiempo en el cual no estuvieron amamantando.

#### **4.1.5 Toma de muestras**

Para determinar el restablecimiento de la actividad ovárica postparto, se tomaron muestras de sangre a todas las ovejas, vía punción de la vena yugular, desde el día 10 postparto. Se utilizaron tubos vacutainer sin anticoagulante. La colección se realizó dos veces por semana (lunes y viernes) a las 9:00 h e inmediatamente después, se centrifugó a 2500 g por 20 min; el suero se separó por decantación y las muestras se almacenaron a  $-20 \text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta su análisis.

La progesterona se determinó por radioinmunoanálisis en fase sólida (Srikandakumar *et al.*, 1986). Se consideró que una oveja restableció su actividad ovárica cuando dos muestras consecutivas tuvieron  $0.5 \text{ ng mL}^{-1}$  o más de  $1 \text{ ng mL}^{-1}$  de progesterona en una sola muestra.

Las ovejas y los corderos se pesaron cada semana (7:30 – 8:30 h), desde el parto hasta los  $62.85 \pm 4.79$  días postparto, con la finalidad de determinar la ganancia de peso de las crías y los cambios de peso de las ovejas.

#### 4.1.6 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: **Intervalo parto – restablecimiento de la actividad ovárica:** Periodo transcurrido desde el parto hasta el reinicio de la actividad ovárica en la oveja (progesterona  $> 0.5 \text{ ng mL}^{-1}$  en dos muestras consecutivas de suero sanguíneo o mayores a  $1 \text{ ng mL}^{-1}$  en una sola muestra). **Cambio de peso en las ovejas:** Diferencia en el peso de las ovejas desde el parto hasta los  $62.85 \pm 4.79$  días postparto. **Cambio de peso en los corderos:** Ganancia de peso vivo de los corderos desde el nacimiento hasta los  $62.85 \pm 4.79$  días de edad.

#### 4.1.7 Análisis estadístico

La variable días al estro, se analizó con el método de comparación de curvas de supervivencia Log-Rank, se utilizó el procedimiento LifeTest (SAS, 2011). Para investigar la mejor combinación de los niveles de estudio se utilizó el método de Bonferroni (SAS, 2011).

Para investigar el efecto de los factores de estudio (efecto macho y amamantamiento) sobre el peso de las crías y de las hembras durante el experimento, se utilizó el modelo de análisis de varianza completamente al azar con arreglo factorial 2X2 por el procedimiento GLM (SAS, 2011). Se realizó la prueba Tukey ( $\alpha=0.05$ ; Steel y Torrie, 1992) para medias de tratamientos. El modelo experimental utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Valor observado de la variable respuesta.

$\mu$  = Constante que caracteriza a la población.

$A_i$  = Efecto fijo del tipo de amamantamiento en su  $i$ -ésimo nivel ( $i = AC, Ac$ ).

$B_j$  = Efecto fijo de la presencia o ausencia del macho en su  $j$ -ésimo nivel ( $j = CM, SM$ ).

$AB_{ij}$  = Efecto de la interacción tipo de amamantamiento por presencia o ausencia del macho.

$E_{ijk}$  = Error experimental asociado a  $Y_{ijk}$ ;  $E_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$

## **4.2 EXPERIMENTO II**

### **4.2.1 Localización del área de estudio**

El estudio se realizó durante noviembre de 2010 a enero de 2011, en las instalaciones del Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (LaROCa) del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, estado de México.

### **4.2.2 Tipo de animales**

Se utilizaron 108 ovejas adultas de la raza Pelibuey, con una edad promedio de  $3.0 \pm 0.5$  años, con un peso vivo promedio de  $51.2 \pm 6.5$  kg y condición corporal de 3.5 (escala de 1 a 5; Russel *et al.*, 1969) y sus respectivos corderos, con un peso al nacimiento de  $3.12 \pm 0.69$  kg provenientes de partos simples y múltiples.

### **4.2.3 Tratamientos**

Todas las ovejas fueron asignadas al azar a uno de dos tratamientos con “efecto macho”, combinando el efecto del amamantamiento con el de efecto macho: T<sub>1</sub>, Amamantamiento Continuo Con Efecto Macho (ACEM; n = 53) y T<sub>2</sub>, Amamantamiento Controlado Con Efecto Macho (AcEM; n = 55). Durante el experimento las ovejas de T<sub>1</sub> permanecieron las 24 horas del día con sus crías, en T<sub>2</sub> las hembras permanecieron con sus corderos durante dos periodos de 30 min d<sup>-1</sup> (8:00 a 8:30 y 18:00 a 18:30 h); el resto del tiempo permanecieron separados. El destete se realizó a los  $62.09 \pm 3.20$  días para los dos tratamientos. La introducción del macho a los corrales de las hembras con los tratamientos CM fue por la mañana (07:00-07:30) y por la tarde (16:00 a 16:30) a partir del día 10 postparto durante todo el periodo experimental.

El manejo del amamantamiento se inició a los 10 días de edad de los corderos, con la finalidad de permitir el consumo *ad libitum* de calostro y leche durante los primeros días de edad y evitar posibles problemas de salud durante el experimento.

### **4.2.4 Manejo de los animales durante el periodo experimental**

Durante el experimento, las ovejas y los corderos se alojaron en corrales provistos con sombra, comederos, bebederos y piso de tierra. Las ovejas consumieron una dieta comercial (Borrega Plus; Alimentos Unión Tepexpan®) con un mínimo de 15% de Proteína Cruda, 3% de

Grasa Cruda y un máximo de 10% de Fibra Cruda, 7% de Cenizas, 12% de Humedad y por diferencia 53% de E.L.N. ( $1.2 \text{ kg d}^{-1}$ ), con forraje de buena calidad (libre acceso). Los corderos se alimentaron con la leche de sus madres y con una ración de alimento comercial (C18: Inicia Corderos; MaltaCleyton®) con 18% de Proteína, ofrecida a libre acceso.

La separación entre las ovejas y los corderos de T<sub>2</sub> fue mayor a 100 m, de manera que las madres no observaron a sus crías durante el tiempo en el cual no estuvieron amamantando.

#### 4.2.5 Toma de datos

Para la determinación del restablecimiento de la actividad ovárica postparto, se introdujo al macho y se observó cuando alguna hembra presentaba comportamiento de aceptación del macho, tomando esto como inicio de estro, desde el día 10 al día 62 postparto. Se utilizaron machos provistos de mandiles de poliéster para indicar a la hembra que mostraba conducta sexual de aceptación del macho. La introducción del macho se realizó todos los días de la semana dos veces por día a las 9 y 18 h, e inmediatamente después de identificar al animal en celo, se le daba monta directa con un semental que correspondiera a la familia a la que pertenecía la hembra.

Las ovejas y corderos se pesaron semanalmente (7:30 – 8:30 h), desde el parto hasta los  $62.09 \pm 3.20$  días postparto, con la finalidad de determinar la ganancia de peso de las crías y los cambios de peso de las madres.

#### 4.2.6 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: **Intervalo parto – restablecimiento de la actividad ovárica:** Periodo transcurrido desde el parto hasta el reinicio de la actividad ovárica en la oveja (al permitir ser montada por el macho marcador). **Porcentaje Gestación:** Definida como la proporción de ovejas que no retornaron a un tercer estro. **Porcentaje de Parición:** Definido como la proporción de ovejas al parto. **Prolificidad:** definida como la relación de crías nacidas entre hembras paridas. **Fecundidad:** definida como la relación de crías nacidas entre número total de hembras en el tratamiento. **Cambio de peso en las ovejas:** Diferencia en el peso de las ovejas desde el parto hasta los  $62.09 \pm 3.20$  días postparto. **Cambio de peso en los corderos:** definido como el cambio en peso de los corderos desde el nacimiento hasta los  $62.09 \pm 3.20$  días.

#### 4.2.7 Análisis estadístico

Para investigar la variable días al 1er y 2do celo y el efecto de amamantamiento continuo y amamantamiento controlado ambos con efecto macho, se utilizó el método de comparación de curvas de supervivencia Log-Rank utilizando el procedimiento LifeTest (SAS, 2011).

Para analizar las variables de parición total y gestación total se utilizó el método de comparación de dos proporciones binomiales (Minitab16, 2011).

Para analizar las variables de prolificidad y fecundidad se utilizaron métodos de remuestreo en particular el BootStrap Paramétrico (Minitab16, 2011).

Para investigar el efecto de los factores de estudio (tipo de amamantamiento con “efecto macho”) sobre el peso de las crías y de las hembras durante el experimento, se utilizó el procedimiento GLM (SAS, 2011). Se realizó la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ; Steel y Torrie, 1992) para medias de tratamientos. El modelo del diseño experimental utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + E_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Valor observado de la variable respuesta.

$\mu$  = Media poblacional.

$A_i$  = Efecto fijo del tipo de amamantamiento en su  $i$ -ésimo nivel ( $i = AC, Ac$ ).

$E_{ijk}$  = Error experimental asociado a  $Y_{ijk}$ ;  $E_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 EXPERIMENTO I

#### 5.1.1 Restablecimiento de la actividad ovárica

En la Cuadro 1, se muestran las diferencias ( $p < 0.05$ ) encontradas entre tratamientos en relación con los días al primer incremento de progesterona ( $P_4$ ) detectado. Se observó que en las ovejas con  $T_3$  la  $P_4$  apareció mucho más rápido ( $27.72 \pm 0.56$  d) que con las ovejas de los otros tratamientos. También, entre los tratamientos se observaron diferencias ( $p < 0.01$ ) en la proporción de ovejas que ovularon. Las ovejas con  $T_2$  y  $T_3$  ovularon el 100% y con  $T_4$  sólo ovuló el 63.16% hasta los 62 d postparto (Figura 1).

**Cuadro 1.** Comportamiento reproductivo durante el periodo postparto de ovejas Pelibuey sometidas a dos modalidades de amamantamiento con y sin efecto macho.

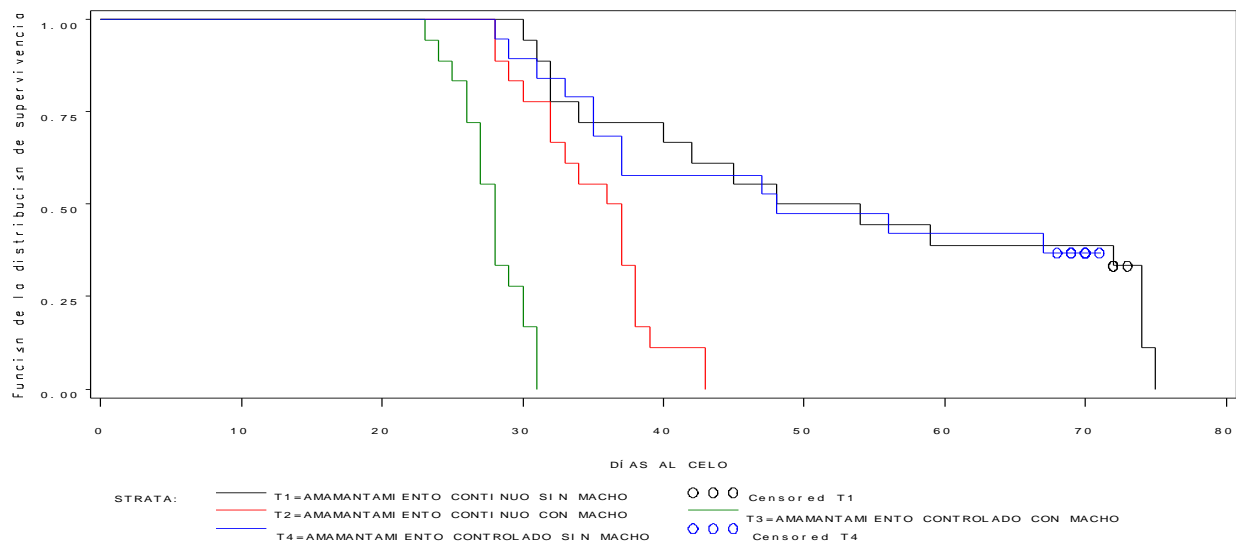
TRAT	n	PRIMER INCREMENTO DE $P_4$ (d)	OVEJAS QUE OVULARON (%)
$T_1$	18	$53.61 \pm 4.36c$	83.33ab
$T_2$	18	$35.11 \pm 1.09b$	100.00b
$T_3$	18	$27.72 \pm 0.56a$	100.00b
$T_4$	19	$50.11 \pm 3.78c$	63.16a

TRAT= Tratamiento,  $P_4$ = progesterona;  $T_1$  = Amamantamiento continuo sin macho;  $T_2$  = Amamantamiento continuo con macho;  $T_3$  = Amamantamiento controlado con macho; y  $T_4$ = Amamantamiento controlado sin macho; n= número de ovejas; d= Días.

a,b,c Medias con la misma literal en la misma columna son diferentes estadísticamente ( $p < 0.01$ ).

Los resultados obtenidos en el presente estudio sugieren que el amamantamiento continuo sin macho y amamantamiento controlado sin macho ( $T_1$  y  $T_4$ ), inhibe el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en la oveja Pelibuey, lo que concuerda con lo reportado por Contreras *et al.* (2003), Morales-Terán *et al.* (2004), Pérez *et al.* (2009) y Morales-Terán *et al.* (2011). En la oveja, la reducción del tiempo de amamantamiento, reduce el intervalo parto-primera ovulación (Mandiki *et al.*, 1989); la secreción pulsátil de LH y FSH disminuye durante la gestación y permanece en niveles bajos durante el periodo postparto temprano (Moss *et al.*, 1980). La FSH no limita el desarrollo folicular durante el periodo postparto en ovejas (Clarke *et al.*, 1984) ya que a los pocos días después del parto, se restablece su secreción (Schirar *et al.*, 1990). La concentración de LH en hipófisis y en plasma de hembras que amamantan a su cría se

incrementa gradualmente, conforme el periodo posparto avanza, hasta alcanzar niveles similares a los existentes en ovejas ciclando (Nett *et al.*, 1988). Esto sugiere que el manejo del amamantamiento a periodos cortos durante el transcurso del día (uno o dos periodos de 30 min) y la introducción del macho con las ovejas a los pocos días después del parto, inducen un incremento en la secreción pulsátil de LH; lo que permite la ovulación de las ovejas antes del día 30 posparto. El manejo de las ovejas, corderos y machos parece ser una opción viable para reducir la duración del anestro posparto. En el presente estudio, el alto porcentaje (100%) de ovejas que ovularon antes del día 35 posparto en respuesta a la introducción del macho con las hembras a partir del día 10 posparto (T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>; Cuadro 1) indica que un adecuado manejo del amamantamiento y del “efecto macho” a los pocos días después del parto, puede estimular rápidamente el reinicio de la actividad ovárica de las ovejas Pelibuey. Resultados similares fueron reportados por Morales-Terán *et al.* (2011) en un grupo ovejas con amamantamiento controlado y exposición al macho, encontraron que el 100% de las ovejas ovularon en promedio a los 42.1±2.8 días. Este efecto también se ha reportado en ovejas de lana con y sin “efecto macho”, las ovejas expuestas al macho tuvieron un mayor porcentaje de ovulación y se observó que la respuesta fue mejor a medida que el periodo posparto avanzó (Lindsay y Signoret, 1980); lo que sugiere que el efecto inhibitorio ocasionado por el amamantamiento, disminuye a medida que el posparto avanza y la respuesta al “efecto macho” depende del tiempo que transcurre desde el momento del parto a la introducción de los machos y de la proporción de hembras que ciclan espontáneamente (Álvarez y Zarco, 2001).



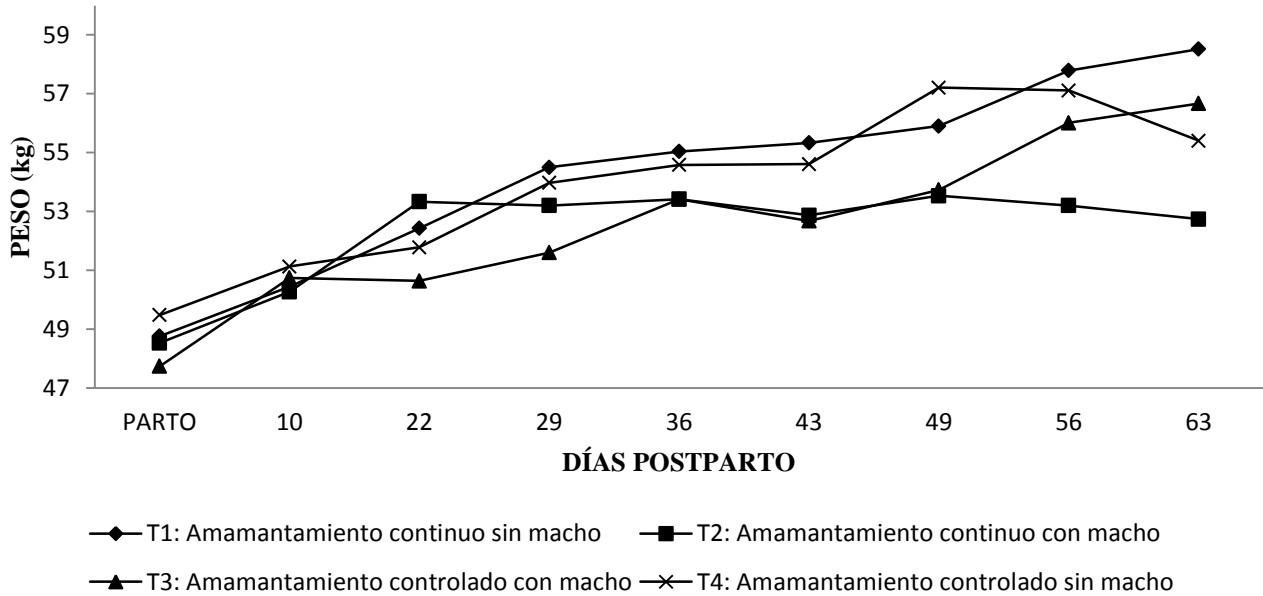
**Figura 1.** Curva de supervivencia de probabilidad acumulada de restablecimiento de la actividad ovárica durante el periodo postparto de ovejas Pelibuey asignadas a dos modalidades de amamantamiento con y sin efecto macho.

En la Figura 1 se presentan que las ovejas con tratamientos con “efecto macho” que reinician actividad ovárica primero que aquellas sin “efecto macho”. Situación que concuerda con lo reportado por Lindsay y Signoret, (1980), quienes observaron que la exposición al macho indujo un mayor porcentaje de ovejas de lana que ovularon, así como lo encontrado por Morales-Terán *et al.* (2004) y Pérez *et al.* (2009) quienes reportaron que el amamantamiento inhibe el restablecimiento de la actividad ovárica en la oveja Pelibuey.



### 5.1.2 Cambios de peso de las ovejas Pelibuey

En la Figura 2 (Anexo 1) se muestran las ganancias de peso de las ovejas durante la fase experimental. Se observó una mayor ganancia ( $p < 0.05$ ) con T<sub>1</sub>.



**Figura 2.** Ganancia en peso corporal de ovejas Pelibuey bajo dos modalidades de amamantamiento (24 h y 30 min dos veces al día) con y sin efecto macho.

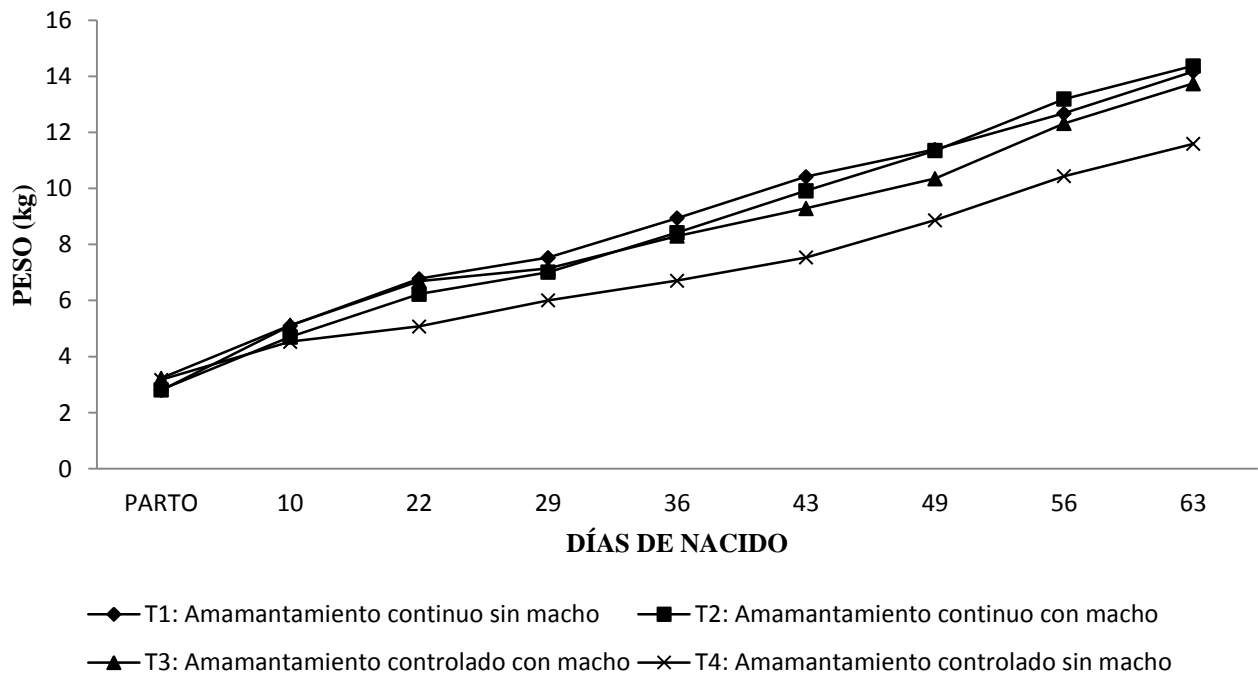
El cambio de peso vivo de las ovejas se afectó por la interacción tratamiento por periodo ( $p < 0.05$ ). En la Figura 2, se puede apreciar que las hembras con T<sub>1</sub> tuvieron mayor ganancia de peso comparadas con las de los otros tratamientos. También se observa (Figura 2) que el tratamiento con menor ganancia de peso fue el de amamantamiento continuo con la presencia del macho (T<sub>2</sub>). Este resultado se reflejó en la ganancia de peso de sus crías (Figura 3), se observó que las de mayor peso fueron las hembras de T<sub>2</sub>, probablemente por una mayor producción de leche, resultando en un menor peso corporal. La producción de leche moviliza reservas corporales (Pond *et al.*, 1995), proceso que se ve reflejado en pérdidas de peso de las hembras (Martínez *et al.*, 1998).

En el presente estudio, el amamantamiento controlado y la presencia del macho no afectaron la ganancia de peso de las ovejas, ya que en los tratamientos con amamantamiento

controlado y con “efecto macho” no se presentaron diferencias ( $p>0.05$ ), situación que concuerda con lo reportado por Morales-Terán *et al.* (2004) y Morales-Terán *et al.* (2011).

#### 5.1.4 Cambios de peso de los corderos

En las crías no hubo diferencias de peso al inicio de la fase experimental, día 10 después del nacimiento. Sin embargo, a partir de la tercera semana después del nacimiento, se encontraron diferencias significativas ( $p>0.05$ ) en corderos de los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> con respecto a los del tratamiento T<sub>4</sub> (Figura 3, Anexo 2).



**Figura 3.** Ganancia en peso corporal de corderos Pelibuey bajo dos modalidades de amamantamiento (24 h y 30 min dos veces al día) con y sin efecto macho.

Esto puede atribuirse a que los corderos con amamantamiento continuo (T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>) permanecieron todo el tiempo con sus madres y mostraron ganancia de peso, por disponer siempre de la leche producida por las ovejas (Rondón *et al.*, 1994). Morales-Terán *et al.* (2004) y Morales-Terán *et al.* (2011) reportaron resultados similares en cambio de peso en corderos Pelibuey sometidos a amamantamiento continuo y controlado por periodos de 30 min d<sup>-1</sup> y sugirieron que controlar el amamantamiento en dos periodos de 30 min d<sup>-1</sup> es suficiente para que

el cordero consuma la leche producida por su madre y presente ganancias de peso similares a las crías con los tratamientos con amamantamiento continuo. Otra ventaja que reportaron fue que las crías con amamantamiento controlado iniciaron el consumo de alimentos sólidos más temprano. Sin embargo, en el presente estudio, los corderos con T<sub>4</sub> presentaron menor peso ( $p < 0.05$ ) (Figura 3). Estos resultados son diferentes a los reportados por Morales-Terán *et al.* (2011), lo que sugiere un efecto del amamantamiento controlado en la ganancia de peso de las crías, sin embargo, es importante resaltar que T<sub>3</sub> (amamantamiento controlado con “efecto macho”) no fue diferente a T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, esto indica que a futuro se debe mejorar la estrategia de alimentación del recién nacido hasta el destete, si se pretende manejar con éxito la relación filial entre madres y crías, sin afectar el desarrollo de éstas últimas.

#### **5.1.4 CONCLUSIÓN**

El “efecto macho”, independiente del manejo del amamantamiento, provoca una disminución del intervalo parto primera ovulación y se reduce aún más con la interacción “efecto macho” x control del amamantamiento. Estos efectos provocan que el 100% de las ovejas Pelibuey ovulen durante los primeros 35 días postparto.

## 5.2 EXPERIMENTO II

### 5.2.1 Restablecimiento de la actividad ovárica

En el Cuadro 2, se muestra el comportamiento productivo postparto de ovejas Pelibuey. Se observó que las ovejas con T<sub>2</sub> presentaron el primer estro al día  $34.02 \pm 1.28$  días ( $p < 0.10$ ), posteriormente las ovejas con T<sub>1</sub> ( $p < 0.10$ ). Pero no hubo diferencias ( $p > 0.10$ ) en los días al segundo celo ( $52.19 \pm 1.58$  y  $48.36 \pm 1.17$  días; T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> respectivamente).

**Cuadro 2.** Comportamiento reproductivo durante el periodo postparto de ovejas Pelibuey sometidas a dos modalidades de amamantamiento con efecto macho.

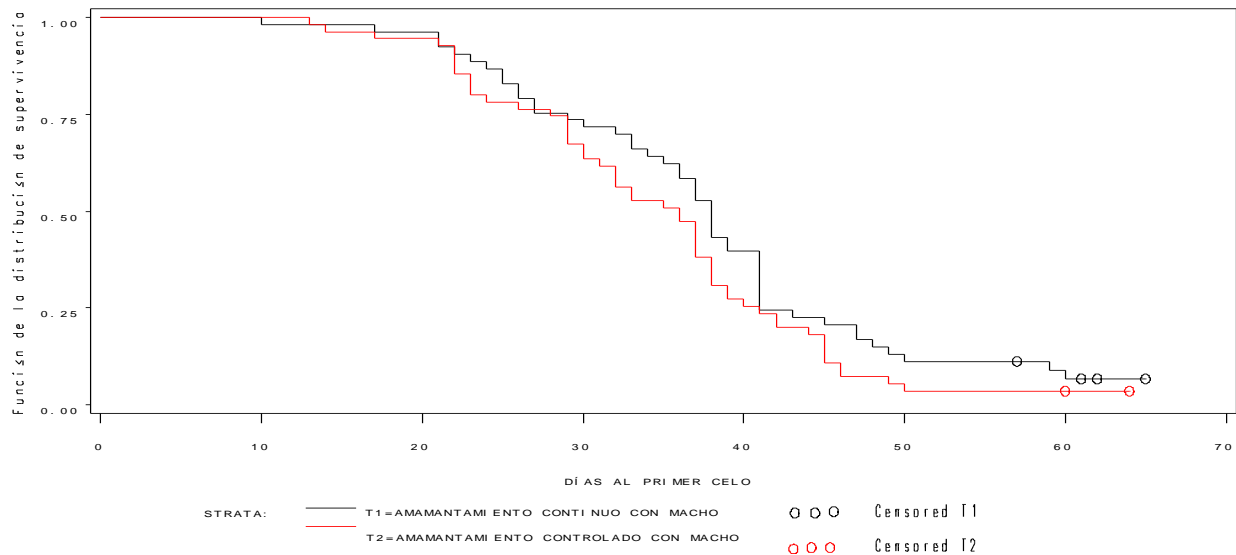
TRATAMIENTO	n	PRIMER CELO (d)	SEGUNDO CELO (d)
T <sub>1</sub>	53	$37.49 \pm 1.61a$	$52.19 \pm 1.58a$
T <sub>2</sub>	55	$34.02 \pm 1.28a$	$48.36 \pm 1.17a$

T<sub>1</sub>= Amamantamiento continuo con efecto macho y T<sub>2</sub> = Amamantamiento controlado con efecto macho; d = Días; n= Número de ovejas.

a: valores con distinta literal en la misma columna son diferentes ( $p < 0.1$ ).

Los resultados obtenidos con T<sub>1</sub> en el presente estudio, sugieren que el amamantamiento inhibe el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en la oveja Pelibuey. De acuerdo con Mandiki *et al.* (1989) la reducción del tiempo de amamantamiento reduce el intervalo parto-primera ovulación. La secreción pulsátil de LH y FSH disminuye durante la gestación y permanece en niveles bajos durante el periodo postparto temprano (Moss *et al.*, 1980). Así, el manejo del amamantamiento en periodos cortos durante el transcurso del día (uno o dos periodos de 30 min) incrementa la secreción pulsátil de LH, lo que concuerda con Morales-Terán *et al.* (2004). Por otro lado, al introducir el macho a los pocos días después del parto, con un adecuado manejo del amamantamiento, el “efecto macho” estimula rápidamente el reinicio de la actividad ovárica de las ovejas Pelibuey. (Morales-Terán *et al.*, 2011) al evaluar ovejas con amamantamiento controlado y exposición al macho, reportaron que el 100% de ellas ovularon a los  $42.1 \pm 2.8$  días; comparativamente con lo encontrado en el presente estudio, donde se observó que con T<sub>2</sub> el 96.36% de las ovejas ovularon antes del día 34 postparto ( $p > 0.10$ ), en respuesta a la introducción del macho a partir del día 10 postparto (Cuadro 2; Figura 4). En ovejas de lana con y sin efecto macho, un mayor número de ovejas ovularon cuando fueron expuestas al macho,

y se observó que la respuesta fue mejor a medida que el periodo postparto avanzó (Lindsay y Signoret, 1980). El efecto inhibitorio ocasionado por el amamantamiento disminuye a medida que el postparto avanza y, la respuesta al “efecto macho” depende del tiempo desde el parto hasta la introducción del macho y de la proporción de ovejas que ciclan espontáneamente (Álvarez y Zarco, 2001). Observaciones que concuerdan con lo reportado por Pérez *et al.* (2009) y Morales-Terán *et al.* (2011). Lo anterior, sugiere que el manejo de las ovejas, corderos y machos, puede ser una opción viable para reducir la duración del anestro postparto.



**Figura 4.** Curva de supervivencia de probabilidad acumulada de restablecimiento de la actividad ovárica durante el periodo postparto de ovejas Pelibuey asignadas a dos modalidades de amamantamiento con efecto macho.

### 5.2.2 Porcentaje de ovulación en ovejas Pelibuey en el postparto, primer y segundo celo.

No se observaron diferencias en el porcentaje de ovejas que ovularon al primer y segundo estro entre tratamientos ( $p>0.05$ ; Cuadro 3), diferente a lo que encontraron Morales-Terán *et al.* (2011) quienes reportaron que la proporción de ovejas que ovularon con amamantamiento controlado con macho fue de 92.85% respecto a las de amamantamiento continuo con macho de 64.28% ( $p<0.05$ ). En el presente estudio, posiblemente la introducción del macho influyó en el porcentaje de las ovejas que ovularon con las dos modalidades de amamantamiento, ya que fisiológicamente la no ciclicidad del anestro postparto, se refleja en una inadecuada secreción de

LH, y el estímulo del macho en ovejas en anestro postparto, induce un incremento en la frecuencia de secreción de LH, y así disminuye el efecto inhibitorio del estradiol en la secreción de LH (Martin, 1983). Por otro lado, también se puede considerar que, el número de unidades experimentales utilizadas en los tratamientos del presente estudio, fue mayor que en el realizado por Morales-Terán *et al.* (2011) lo que pudo haber reducido el error experimental entre tratamientos.

**Cuadro 3.** Porcentaje de ovulación en el primero y segundo estro, gestación total, parición total, prolificidad y fecundidad en ovejas Pelibuey sometidas a dos modalidades de amamantamiento con efecto macho.

TRAT	n	OVULACIÓN PRIMER ESTRO (%)	OVULACIÓN SEGUNDO ESTRO (%)	GESTACIÓN (%)	PARICION (%)	PROL	FEC
T <sub>1</sub>	53	92.45a	44.9a	58.49a	54.72a	1.79a	0.98a
T <sub>2</sub>	55	96.36a	49.06a	67.27a	63.64a	1.74a	1.11a

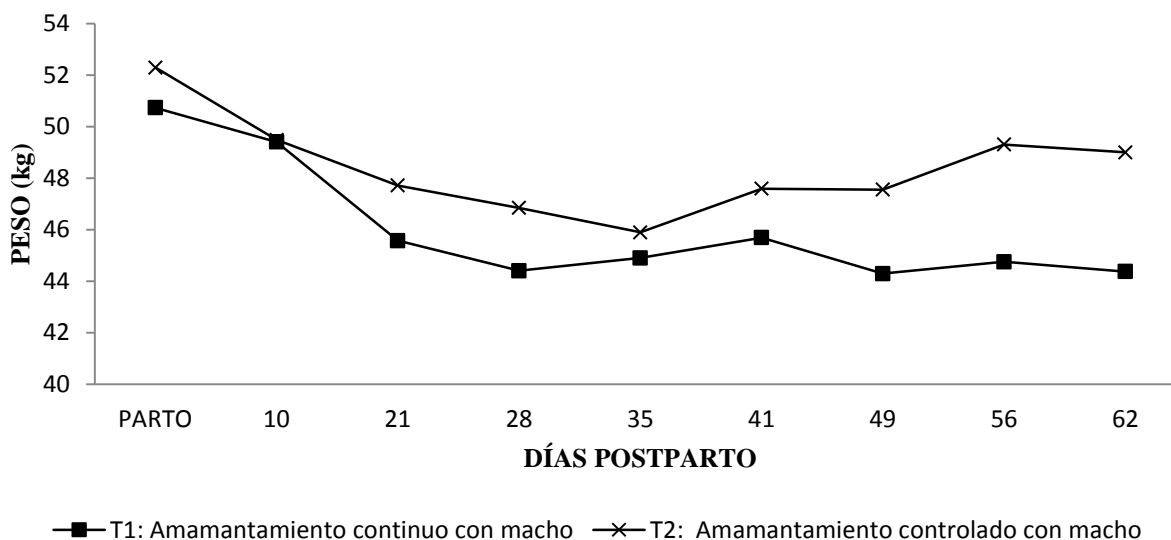
T<sub>1</sub>= Amamantamiento continuo con efecto macho; T<sub>2</sub> = Amamantamiento controlado con efecto macho; TRAT= Tratamiento; PROL= Prolificidad; FEC= Fecundidad; n= Número de ovejas.

a: valores con distinta literal en la misma columna son diferentes (p<0.05).

No se encontraron diferencias (p>0.05) en las variables porcentaje de gestación, porcentaje de parición, prolificidad, ni fecundidad (Cuadro 3). Para la reproducción postparto se requiere una secuencia de eventos fisiológicos que culminarán en el reinicio del desarrollo folicular, función luteal y vida media del cuerpo lúteo, así como la ocurrencia del comportamiento estral para el servicio a tiempo adecuado (Bono, 1997), por lo que la posibilidad biológica de una concepción después del parto se basa en un trabajo coordinado del eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero, resultando en una excelente involución uterina y un reinicio temprano de actividad ovárica (Opsomer, *et al.*, 1996). Por lo que en el presente experimento, la presencia del macho en las ovejas con diferente modalidad de amamantamiento, posiblemente influyó positivamente en el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en las ovejas de ambos tratamientos. Lo anterior, se debió probablemente a que las ovejas que perdieron menos peso durante la lactancia, tuvieron una tendencia a un incremento en la prolificidad, lo que coincide con lo descrito con McEvoy *et al.* (1997), aunque también pudo haber influido la calidad del folículo, lo que concuerda con Morales-Terán *et al.* (2011).

### 5.2.3 Cambios de peso de las ovejas Pelibuey

En la Figura 5; Anexo 3, se muestran las ganancias de peso de los dos tratamientos durante la fase experimental. Se observó una mayor pérdida de peso ( $p < 0.05$ ) con T<sub>1</sub>,

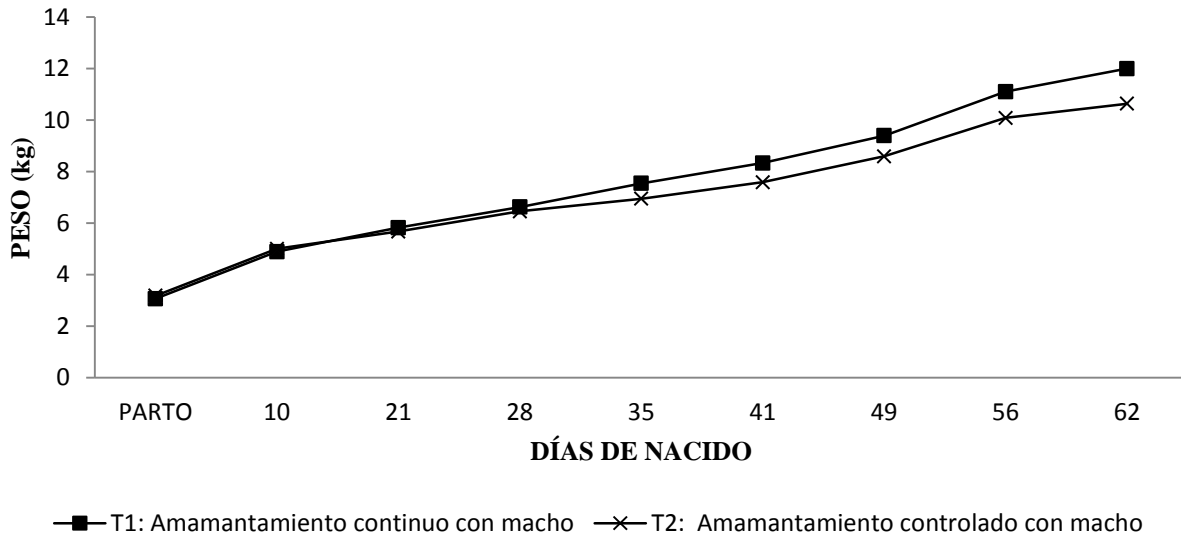


**Figura 5.** Ganancia de peso corporal promedio (kg) de ovejas Pelibuey bajo dos modalidades de amamantamiento (24 h y 30 min dos veces al día) con y sin efecto macho.

La mayor pérdida de peso se observó en las ovejas con T<sub>1</sub> en los primeros 28 días, siendo constante la pérdida hasta el día 41 y disminuyendo de nuevo hasta el final del experimento (Figura 5; Anexo 3). En las ovejas con T<sub>2</sub> se observó una variación en los pesos, siendo en el día 28 el decremento más marcado, aumentando al día 41 y posteriormente disminuyó en el día 49 para mantenerse hasta el final del experimento. Esto puede ser explicado, ya que en la lactancia las hembras movilizan las reservas corporales, al ser mayor la demanda de nutrientes para la producción de leche que el consumo de éstos (Pond *et al.*, 1995), lo cual se refleja en la pérdida de peso durante este periodo (Martínez, 1998). Loerch *et al.*, (1985) observaron que la estimulación en la producción de leche se induce por la descarga completa y frecuente de la glándula mamaria, explicando de esta manera que las ovejas con amamantamiento continuo manifestaran mayor disminución en el peso corporal debido a la continua producción de leche, originando un retraso en la actividad ovárica postparto en los animales con T<sub>1</sub>, ya que las ovejas que mantienen el peso corporal después del parto, reinician más pronto su actividad ovárica que aquellas animales que tuvieron pérdida de peso corporal (Abecia *et al.*, 1993).

#### 5.2.4 Cambios de peso de los corderos

Al analizar las ganancias de peso de las crías, se encontró que hasta el día 49 del experimento, no hubo diferencias ( $p>0.05$ ), éstas se presentaron hasta la séptima y octava semana, cuando los corderos con T<sub>1</sub> tuvieron mayor peso ( $p<0.05$ ) con respecto a los del tratamiento T<sub>2</sub> (Figura 5; Anexo 5).



**Figura 6.** Ganancia en peso corporal promedio (kg) de corderos Pelibuey bajo dos modalidades de amamantamiento (24 h y 30 min dos veces al día) con y sin efecto macho.

Esto se atribuye a que los corderos con T<sub>1</sub> estuvieron siempre con sus madres y tuvieron una mayor ganancia de peso por la disposición de la leche, por tanto, un mayor consumo (Rondón *et al.*, 1994). Se sugiere que, las ovejas produjeron mayor cantidad de leche por el estímulo de la descarga completa y frecuente de la glándula mamaria (Loerch *et al.*, 1985). La frecuencia y duración del amamantamiento disminuye con la edad de los corderos (Mandiki *et al.*, 1989), mientras que el consumo de alimento sólido se incrementa, así la cría desarrollará las condiciones del rumen, siendo capaz de aprovechar el alimento sólido del *creep feeding* (Church, 1974). Esto coincide con lo reportado por Morales-Terán *et al.* (2004) y Moralés Terán *et al.* (2011) quienes encontraron resultados similares en el cambio de peso en corderos Pelibuey y sugirieron que amamantar por dos periodos de 30 min d<sup>-1</sup> es suficiente para que el cordero consuma más leche, y pueda consumir pronto alimento sólido antes del destete.



## **CONCLUSIÓN**

El amamantamiento controlado y el efecto macho desde el día 10 postparto, no afectan el reinicio de la actividad ovárica en el primer y segundo estro, así como en los porcentajes de gestación y parición, prolificidad y fecundidad. Sin embargo, reduce el intervalo parto-primera ovulación, y se observan diferencias en el peso corporal de las ovejas y en la ganancia de peso de los corderos.

## VI. LITERATURA CITADA

- Abecia, J. A., F. Forcada y Zarazaga. 1993. Variación del peso vivo durante la lactación: Efecto sobre la reactivación cíclica y ovárica en ovejas paridas en anestro estacionario. ITEA-Producción Animal. 89A: (1): 78.
- Acosta, B., G. K. Tarnavsky, T. E. Platt, D. L. Hamernik, J. L. Brown, H. M. Schoenemann and J. J. Reeves. 1983. Nursing Enhances the Negative Effect of Estrogen on LH Release in the Cow. J ANIM SCI. 57:1530-1536.
- Álvarez, A. G., Z.M. Valencia y R.O.L. Rodríguez. 1984. Efecto del destete precoz en el comportamiento reproductivo de la oveja Pelibuey. Memorias del X Congreso Nacional de Buiatría. Acapulco, Gro. Agosto. p.178.
- Álvarez-Ramírez, L. y L.A. Zarco-Quintero. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. Veterinaria México. 32: 117-129.
- Arroyo, J., H. Magaña-Sevilla y M.A. Camacho-Escobar. 2009. Regulación neuroendócrina del anestro postparto en la oveja. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 10: 301-312.
- Baird, D.T. 1978. Pulsatile secretion of LH and ovarian estradiol during the follicular phase of the sheep estrous cycle. Biology of Reproduction, 18: 359-364.
- Bono, G. 1997. Lactation and the resumption of reproductive activity during the postpartum period in high yielding dairy cows. Agrociencia. 13(1):19-29.
- Burke, J. M., D.J. Carrol, K.E. Rowe, W.W. Thatcher and F. Stormshak. 1996. Intravascular infusion of lipid into ewes stimulates production of progesterone and prostaglandin. Biology of Reproduction. 55 : 169 – 175.
- Cappai, P., Y. Cognié & A. Branca. 1984. Use of the ram effect to induce sexual activity in Sarda ewes. In: Courot, M. (Ed.). The male in farm allimal reproduct'ion. Current Topit'.I' ill Velerinar). Medicine and Animal St'ient'e 30, 316-323.
- Caraty, A., A. Locatelli and C.B. Martin. 1989. Biphasic response in the secretion of gonadotropic releasing hormone in ovariectomized ewes injected with estradiol. J. Endocrinol. 123:375-382
- Chemineau, P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrus cycles in an ovulatory goat-a review. Liv. Prod. Sci. 17: 135-147.
- Churc, D.C. 1974. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Nutrición práctica. Vol. 3. Edit.Acribia. México. 16 pp.
- Clarke, I.J., P.J. Wright, W.A. Chamley and K. Burman. 1984. Differences in the reproductive endocrine status of ewes in the early post-partum period and during seasonal anoestrus. Journal of Reproduction and Fertility, 70:591-597.
- Contreras, I., T. Díaz, J. Arango y G. López. 2003. Efecto del amamantamiento de uno o dos

- corderos sobre la actividad ovárica postparto en ovejas mestizas de la raza West African. Universidad Central de Venezuela. Rev. Fac. Cs. Vet. 44:67-76.
- Cruz, L.C., B.S. Fernández, M.J. Escobar. Y F. Quintana. 1983. Edad al primer parto e intervalo entre partos en ovejas Tabasco en el trópico húmedo. *Veterinaria México*. 14 : 1 – 5.
- Custhaw, J.L., J.F. Hunter and G.L. Williams. 1992. Effects of transcutaneous thermal and electrical stimulation of the teat on pituitary luteinizing hormone, prolactin and oxytocin secretion in ovariectomized, estradiol-treated beef cows following acute weaning. *Theriogenol*. 37: 915-934.
- Flores, J. A., F.G. Véliz, J.A. Pérez-Villanueva, G. Martínez de la Escalera, P. Chemineau, P. Poindron, B. Malpoux and J.A. Delgadillo. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol. Rep.* 62:1409-1414
- Gallegos-Sánchez J., P.P. Hernández y A. Albarrán. 1999. Neuroendocrinología del ciclo reproductivo de la oveja. En Memorias del curso internacional en fisiología de la reproducción en rumiantes. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México. pp. 1-26.
- Gallegos-Sánchez, J., A. Herrera-Corredor, O. Tejeda-Sartorius y P. Pérez-Hernández. 2005. Manejo del anestro posparto en vacas de doble propósito. Reproducción en Rumiantes. IV Curso Internacional de Reproducción en Rumiantes. 16-18 de Agosto. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. Pp. 131-149.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koéppen. ed. México. 194 p.
- García-Winder, M., K. Imakawa., M.L. Day, D. Zalesky., D Kittok and J.E. Kinder. 1986. Effect of suckling and low doses of estradiol on luteinizing hormone secretion during the postpartum period in beef cows. *Dom. Anim. Endo.* 2: 79.
- Godfrey, R.W., M.L. Gray and J.R. Collins. 1998. The effect of ram exposure on uterine involution and luteal function during the postpartum period of hair sheep ewes in the tropics. *J. Anim. Sci.* 76:3090-3094
- González, G.E., R.H. Castillo, L.C. Cruz y M.J. Besten. 1996. Efecto del nivel de complementación sobre la ganancia de pesos de corderos Pelibuey estabulados. *Veterinaria México*. 28 (2) : 137 – 144.
- González-Reyna, A y R.J. Solís. 2001. Los sistemas de producción ovinos en México: Estado actual y perspectivas. Memoria del 1er Taller sobre ovinos de pelo del Golfo y Noreste del país, Cd. Victoria, Tamaulipas. p. 3.
- Gordon, K., M.B. Renfree, R.V. Short and I.J. Clarke. 1987. Hypothalamo-pituitary portal blood concentration of endorphin during suckling in the ewe. *J. Reprod. Fertil.* 79: 397-408
- Griffith, M.K., and G.L. Williams. 1996. Roles of maternal vision and olfaction in suckling-mediated inhibition of luteinizing hormone secretion, expression of maternal selectivity,

- and lactational performance in beef cows. *Biol. Reprod.* 54:761-768.
- Hamadeh, S.K., M. Abi Said, F. Tami and E.K. Barbour. 2001. Weaning and the ram-effect on fertility, serum luteinizing hormone and prolactin levels in spring rebreeding of postpartum Awassi ewes. Technical note. *Small Rum. Res.* 41: 191-194.
- Heredia A.M., A.A. Porras, M. Velásquez y Q.R. Bores. 2003. Evaluación del “efecto macho” y de la condición corporal sobre la estacionalidad reproductiva de la oveja Pelibuey. Memoria III Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos (ALEPRYCS). Asociación Latinoamericana de Especialistas en pequeños rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Viña del Mar, Chile.
- Herrera-Corredor. A., S.A. Miranda, G. Morales-Terán, L.J. Arroyo, G.O. Terán, V.V. Hernández, J. Peralta, C.P. Saldaña y J. Gallegos-Sánchez. 2005. Manejo reproductivo del carnero: Una revisión. Reproducción en Rumiantes. IV Curso Internacional de Reproducción en Rumiantes. 16-18 de Agosto. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. Pp. 213-259
- Karsch, F.J., G.E. Dahl, N.P. Evans, J.M. Manning, K.M. Mayfield, S.M. Moenter, D.L. Foster. 1993. Seasonal changes in gonadotropin-releasing hormone secretion in the ewe: Alteration in response to the negative feedback action of estradiol. *Biol. Reprod.* 49: 1377-1383.
- Khalidi, G. 1984. Variations saisonnières de l'activité ovarienne, du comportement d'oestrus et de la durée de l'anoestrus post-partum des femelles ovines de race Barbarine: influence du niveau alimentaire et de la présence du male. [Seasonal changes in ovarian activity, estrous behavior and postpartum anestrus length of Barbarine ewes: influences of nutritional levels and presence of males. *J These Doct es Sciences, UST Languedoc, France.*
- Knight, T.W., M. Ridland and A.J. Litherland. 1998. Effect of prior ram-ewe contact on the ability of rams to stimulate early oestrus. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production.* 58:178-180.
- Knigh, T.W. and M. Gibb. 1990. Effect of social facilitation and regulin implants on the ram's ability to stimulate ewes. *Proc. Austr. Soc. Reprod. Biol.* 22-13 (Abstract).
- Lamming, G.E., D.C. Walters and A.R. Peters. 1981. Endocrine patterns of the postpartum cow. *J. Reprod. Fertil. (Suppl. 30):*155-169.
- Leshin, L.S., L.A. Rund, R. Kraeling and T.E. Kiser. 1991. The bovine preoptic area and median eminence: sites of opioid inhibition of luteinizing hormone-releasing hormone secretion. *J. Anim. Sci.* 69:3733-3746.
- Linsay D.R. and J.P. Signoret. 1980. Influence of behavior on reproduction. In: *Proceedings of the 9th International Congress of the animal Reproduction and Artificial Insemination.* Madrid, Spain. ed. Garsi. 1:83-92.
- Malven, P.V. and R.E. Hundgens. 1987. Naloxone-reversible inhibition of luteinizing hormone

- in postpartum ewes: Effects of suckling and season. *J. Anim. Sci.* 65:196-202
- Mandiki, S.N.M., J.L. Bister and R. Paquay. 1993. Effects of hormonal manipulation on the resumption of postpartum reproductive activity in Texel ewes. *Theriogenology* 40:607-620.
- Mandiki, S.N.M., M. Fossion and R. Paquay. 1989. Daily variations in suckling behaviour and relationship between suckling intensity and lactation anestrus in Texel ewes. *App. Anim. Behav. Sci.* 29:247-255.
- Martin G.B, C.M. Oldham and D.R. Lyndsay. 1980. Increased plasma LH levels in seasonally anovular Merino ewes following the introduction of rams. *Anim Reprod Sci*; 3:125-132..
- Martin, G.B. y H.G. Banchemo. 1999. Nutrición y reproducción en ruminantes. *Memorias I Curso Internacional. Fisiología de la reproducción en rumiantes. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx.* 27-58 p
- Martin, G.B., Ch. M. Oldham, Y. Cognié and D.T. Pearce. 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction rams. A review. *Livest. Prod. Sci.* 15: 219-247.
- Martin, G.B., R.J. Scaramuzzi, and D.R. Lindsay. 1983. Effect of introduction of rams during anoestrous season on the pulsatile secretion of LH in ovariectomized ewes. *J. Reprod. Fert.* 67:47-55.
- Martínez H.P.A. 1998. Manejo alimenticio de la oveja de cría. In: *Memorias de las Bases de la Cría Ovina IV, Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinocultura, Universidad Autónoma de Tlaxcala. Tlaxcala, México.* Pp: 29-38.
- McEvoy T. G., Sinclair K. D., Staines M. E., Robinson J. J., Armstrong D. G. and Webb R. 1997. In vitro blastocyst production in relation to energy and protein intake prior to oocyte collection. *J. Reprod. Fert. Abstr. Ser.*
- McLeod, B.J., W. Haresing and G.E. Lamming. 1982. Response of seasonally anoestrous ewes to small dose multiple injections of GnRH with and without progesterone pretreatment. *Journal Reproduction and Fertility*, 65. 223-230.
- McNeilly, A.S. 1997. Lactation and Fertility. *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia.* 2:291-298
- McNeilly, A.S. 2001. Lactational control of reproduction. *Reproduction Fertility and Development*, 13: 583-590.
- McNeilly, A.S., M. O'Connell and D.T. Baird. 1982. Induction of ovulation and normal luteal function by pulsed injections of luteinizing hormone in anoestrous ewes. *Endocrinology*, 110: 1292-1299.
- Minitab 16 Statical Software. 2011. Computer software. State Collage, PA: Minitab, Inc.
- Morales-Terán, G., A. Pro-Martínez, B. Figueroa-Sandoval, C. Sánchez-del Real y J. Gallegos-Sánchez. 2004. Amamantamiento continuo o restringido y su relación con la duración del anestro postparto en ovejas Pelibuey. *Agrociencia.* 38 : 165 – 171.

- Morales-Terán, G., C.A. Herrera-Corredor, P. Pérez-Hernández, J. Salazar-Ortiz and J. Gallegos-Sánchez J. 2011. Influence of restricted suckling and the male effect on the resumption of postpartum ovarian activity in Pelibuey sheep. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 13 (artículo por publicar).
- Moss, G.E., T.E. Adams, G.D. Niswender, and T.M. Nett. 1980. Effects of parturition and suckling on concentrations of pituitary responsiveness to GnRH in ewes. *J. Anim. Sci.* 50:496-502.
- Nett, T.M., 1987. Function of hypothalamic-hypophysial axis during the postpartum period in ewes and cows. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 34:201-213.
- Nett, T.M., D. Cermak, T. Broden, J. Manns, and G.D. Niswender. 1988. Pituitary receptors for GnRH and estradiol, and pituitary content of gonadotropins in beef cows. II. Changes during the postpartum period. *Domest. Anim. Endocrinol.* 5:81.
- Newton, G.R., K.K. Schillo and L.A. Edgerton. 1988. Effects of weaning and naloxone on luteinizing hormone secretion in postpartum ewes. *Biol. Reprod.* 39:532-535.
- Opsomer, G., P. Mijten, M. Coryn and A. de Kruif. 1996. Post-partum anoestrus in dairy cows: a review. *Veterinary Quarterly.* 18:68-75.
- Pavón M, J. Fuentes, T. Lima, T. R. Albuernes, A. Efremov, y N. Perón. 1987. Estudio de la producción de leche de la oveja Pelibuey, Pelibuey x Suffolk y Pelibuey x Corriedale y el crecimiento del nacimiento al destete de sus corderos. *Rev. Cub. De Rep. Anim.* 13 (1):39-53.
- Pérez, H.P., V.V.M. Hernández, S.B. Figueroa, H.G. Torres, R.P. Díaz y J. Gallegos-Sánchez. 2009. Efecto del tipo de amamantamiento en la actividad ovárica postparto de ovejas Pelibuey y tasas de crecimiento de corderos en los primeros 90 días de edad. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XIX, No 4, 343 – 349.*
- Pérez-Hernández P., M. Garcia-Winder, and J. Gallegos-Sánchez. 2002. Bull exposure and an increased within-day milking to suckling interval reduced postpartum anoestrus in dual purpose cows. *Anim. Reprod. Sci.* 74:111-119.
- Pérez-Hernández, P y J. Gallegos-Sánchez. 2010. Efecto macho en la reproducción de las hembras bovinas. En: *Cuadernos Científicos Girarz 8. N Madrid-Bury* (ed). Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela, Pp. 125-136.
- Pérez-Hernández, P., C. Lamothe, López-Sebastian y J. Gallegos-Sánchez. 2001. desarrollo folicular postparto de vacas doble propósito sometidas a tres modalidades de amamantamiento. II Congreso Internacional de Ganado de Doble Propósito. Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), Cuba. 246 – 251 pp.
- Perkins, A. and J.A. Fitzgerald. 1994. The behavioral component of the ram effect: The influence of Ram Sexual Behavior on the indución of estrus in anovulatory ewes. *J. Anim. Sci.* 72: 51-55.
- Pond, W. G., D.C. Church and R.R. Pond. 1995. *Basic animal nutrition and feeding.* 4ta. ed.

- John Wiley and Sons. USA. Pp: 415-443.
- Quintal, J.A., C.R. Hernández, J.H. Castillo y C.V. Segura. 1990. Manejo del pie de cría. Aportaciones del C.E. Mocochoá a la producción pecuaria. Mocochoá. Yuc. México.
- Reproduction, 18: 359-364. Barrell G.K., S.M. Moenter, A. Caraty and F.J. Karsch. 1992. Seasonal changes of gonadotropin-releasing hormone secretion in the ewe. Biol. Reprod. 46: 1130-1135.
- Roche, J. F., M. A. Crowe and M. P. Boland. 1992. Postpartum anoestrus in dairy and beef cows. Anima. Reprod. Sci. 28: 371-378.
- Rondón Z, G. Yépez, N. Navarro, J. de Combellas, y C. Arvelo C. 1994. Resultados preliminares de la evaluación del potencial de producción de leche en ovejas West African sometidas a ordeño. In: S.E.O.C. (ed). Producción Ovina y Caprina. Serie Estudios No14. Pp: 427-432.
- Russel, J.F., J. M. Doney, R. G. Gunn.1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. Journal Agriculture Science, 72:451-454.
- SAS. 2011. JMP. Statistic visual. Versión 9.2. Institute inc. Campus Drive. Cary. NC 27517.
- Schirar, A., Y. Cognie, F. Louault, N. Poulin, C. Meusnier, M. C. Levasseur and J. Martinet. 1990. Resumption of gonadotropin release during the postpartum period in suckling and non- suckling ewes. J. Rep. Fertil 88: 593-604.
- Schirar, A., Y. Cognie, F. Louault, N. Poulin, M.C. Levasseur and J. Martinet. 1989. Resumption of oestrous behavior and cyclic ovarian activity in suckling and non-suckling ewes. J. Reprod. Fertil 87: 789-794.
- Scott, I.C. and P.D. Johnstone. 1994. Variations between years in the ram effect when Coopworth or poll Dorset rams are introduced to seasonally anovular Coopworth ewes. N. Z. J. Agric. Res. 37: 187- 193.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)- Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2009. <http://infosiap.siap.gob.mx>.
- Smart, D., I. Singh, R.F. Smith and H. Dobson. 1994. Opioids and suckling in relation to inhibition of oestradiol-induced LH secretion in postpartum ewes. J. Reprod. Fertil. 101:115-119.
- Srikandakumar, A., R.H. Ingraham, M. Ellsworth, L.T. Archibald, A. Liao, and R.A. Godke. 1986. Comparison of a solid phase, no extraction radioimmunoassay for progesterone with and extraction assay for monitoring luteal function in the mare, bitch and cow. Theriogenol. 26:779-782.
- Steel y Torrie. 1992. Bioestadística. Principios y Procedimientos. Editorial Graf América. México 622 p.

- Thomas, G.B., D.T. Pearce, C.M. Oldham and G.B. Martin. 1984. Reduction of LH pulse frequency by steroids: differences between Merino and Suffolk ewes. *Proc. Aust. Soc. Reprod. Biol.* 16:95.
- Underwood, E.J. and N. Davenport. 1944. Studies in sheep husbandry in Western Australia. V. The breeding season of Merino crossbred and British breed ewes in the agricultural districts. *J Dep Agric West Austr;* 11:135-143
- Ungerfeld, R., L. Silva, M. Laca, B. Carbajal, and E. Rubianes. 2001. Fertility of estrus induced with the “ram effect” in lactating and dry Corriedale ewes during the non-breeding season. 35th Congress of the International Society of Applied Ethology. August 4- 8, Davis, C. A., USA.
- Valencia, J., A. Porras, O. Mejía, J.M. Barruecos, J. Trujillo y L. Zarco. 2006. Actividad reproductiva de la oveja Pelibuey durante la época del anestro: Influencia de la presencia del macho. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XVI, No 2, 136 – 141.*
- Walkden, B., B.J., Restall and Henniawati. 1993. The male effect in the Australian cashmere goat. 3. Enhancement with buck nutrition and use of oestrous females. *Animal Reproduction Science* 32: 69-84
- Williams, G.L. 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *J. Anim. Sci.* 68: 831-852.
- Williams, G.L., M. Kosiorowski, R.G. Osborn, J.D. Kirsch and W.D. Slinger. 1987. The postweaning rise of tonic luteinizing hormone secretion in anestrus cows is not prevented by chronic milking on the physical presence of the calf. *Biol. Reprod.* 36:1079.
- Williams, G.L., O.S. Gazal, V.G.A. Guzmán and R.L. Stanko. 1996. Mechanism regulating suckling- mediated anovulation in the cow. *Anim. Reprod. Sci.* 42:289-297.
- Wise, M.E. 1990. Gonadotropin releasing hormone secretion during the postpartum anoestrus period of the ewe. *Biol. Reprod.* 43:719-725.
- Wright, P.J., P.E. Geytenbeeck and I.J. Clarke. 1990. The influence of nutrient status of postpartum ewes on ovarian cyclicity and on the oestrus and ovulatory responses to ram introduction. *Anim. Reprod. Sci.* 23: 293-303.
- Wright, P.J., P.E. Geytenbeeck, I.J. Clarke and R.M. Hoskinson. 1989. The efficacy of ram introduction, Gn RH administration, and immunisation against androstenedione and oestrone for the induction of oestrus and ovulation in anoestrus post- partum ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 21:237-247.
- Wright, P.J., P.E. Geytenbeeck, I.J. Clarke and J.K. Findlay. 1983. LH release and luteal function in post-partum acyclic ewes after the pulsatile administration of LHRH. *Journal of Reproduction and Fertility*, 67: 257-262.
- Yavas, Y. and J.S. Waltoon. 2000. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. *Theriogenol.* 54:25-55.



Zalesky, D.D., D.W. Forrest, N.H. McArthur, J.M. Wilson, D.L. Morris and P.G. Harms. 1990. Suckling inhibits release of luteinizing hormone-releasing hormone from the bovine median eminence following ovariectomy. *J. Anim. Sci.* 68: 444-448.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Ganancia en peso corporal promedio (kg) de ovejas Pelibuey bajo dos modalidades de amamantamiento (24 h y 30 min dos veces al día) con y sin efecto macho.

TRAT	n	DÍAS POSTPARTO									GDP
		PARTO	10	22	29	36	43	49	56	63	
T <sub>1</sub>	18	48.76±1.10a	50.44±1.26a	52.43±1.30a	54.50±1.30a	55.04±1.32a	55.33±1.32a	55.90±1.29a	57.79±1.28a	58.52±1.35b	9.77±0.93b
T <sub>2</sub>	18	48.53±1.20a	50.27±1.21a	53.33±1.15a	53.20±1.12a	53.42±1.18a	52.87±1.24a	53.53±1.18a	53.20±1.19a	52.74±1.14a	4.21±0.62a
T <sub>3</sub>	18	47.74±1.18a	50.74±1.37a	50.64±1.42a	51.60±1.43a	53.42±1.44a	52.68±1.47a	53.73±1.30a	56.01±1.38a	56.67±1.45ab	6.93±0.71a
T <sub>4</sub>	19	49.48±0.96a	51.13±1.06a	51.78±1.12a	53.97±1.16a	54.58±1.15a	54.61±1.09a	57.21±1.16a	57.11±1.20a	55.40±1.20ab	5.92±0.65a

TRAT = Tratamiento; GDP = Ganancia de peso; T<sub>1</sub> = Amamantamiento continuo sin macho; T<sub>2</sub> = Amamantamiento continuo con macho; T<sub>3</sub> = Amamantamiento controlado con macho; y T<sub>4</sub> = Amamantamiento controlado sin macho; n= Número de animales. a,b Medias con la misma literal en la misma columna son diferentes estadísticamente (p<0.05).

**Anexo 2.** Ganancia en peso corporal promedio (kg) de corderos Pelibuey bajo dos modalidades de amamantamiento (24 h y 30 min dos veces al día) con y sin efecto macho

TRAT	n	DÍAS DE NACIDO									GDP
		PARTO	10	22	29	36	43	49	56	63	
T <sub>1</sub>	27	2.80±0.11a	5.10±0.19a	6.78±0.28b	7.53±0.33b	8.94±0.41b	10.42±0.54b	11.39±0.60b	12.68±0.72b	14.17±0.76b	11.37±0.74b
T <sub>2</sub>	27	2.82±0.11a	4.70±0.18a	6.23±0.24b	7.01±0.28ab	8.42±0.34b	9.92±0.41b	11.35±0.48b	13.19±0.55b	14.37±0.58b	11.55±0.55b
T <sub>3</sub>	26	3.23±0.13a	5.12±0.19a	6.69±0.28b	7.15±0.33b	8.30±0.38b	9.29±0.46b	10.35±0.53ab	12.32±0.60ab	13.74±0.63ab	10.51±0.60ab
T <sub>4</sub>	30	3.17±0.12a	4.53±0.17a	5.08±0.21a	6.01±0.25a	6.71±0.30a	7.54±0.35a	8.87±0.44a	10.44±0.50a	11.59±0.55a	8.42±0.51a

TRAT = Tratamiento; GDP = Ganancia de peso; T<sub>1</sub> = Amamantamiento continuo sin macho; T<sub>2</sub> = Amamantamiento continuo con macho; T<sub>3</sub> = Amamantamiento controlado con macho; y T<sub>4</sub> = Amamantamiento controlado sin macho; n= Número de animales. a,b Medias con la misma literal en la misma columna son diferentes estadísticamente (p<0.05).

**Anexo 3.** Ganancia en peso corporal promedio (kg) de ovejas Pelibuey bajo dos modalidades de amamantamiento (24 h y 30 min dos veces al día) con efecto macho.

TRAT	n	DÍAS POSTPARTO									GDP
		PARTO	10	21	28	36	41	49	56	62	
T <sub>1</sub>	53	50.73±0.86a	49.40±0.84a	45.57±0.83a	44.40±0.80a	44.90±0.85a	45.69±0.90a	44.20±1.02a	44.75±1.19a	44.37±1.13a	-6.36±0.90b
T <sub>2</sub>	55	52.29±0.90a	49.48±0.86a	47.71±0.92a	46.84±0.95a	45.89±0.90a	47.59±0.95a	47.55±1.44b	49.30±1.24b	49.00±1.11b	-3.3±0.75a

TRAT= Tratamiento; GDP = Ganancia de peso; T<sub>1</sub> = Amamantamiento continuo con macho; y T<sub>2</sub> = Amamantamiento controlado con macho; n= Número de animales.

**Anexo 4.** Ganancia en peso corporal promedio (kg) de corderos Pelibuey bajo dos modalidades de amamantamiento (24 h y 30 min dos veces al día) con efecto macho

TRAT	n	DÍAS DE NACIDO									GDP
		PARTO	10	21	28	35	41	49	56	62	
T <sub>1</sub>	80	3.06±0.08a	4.89±0.15a	5.82±0.19a	6.62±0.22a	7.54±0.26a	8.33±0.30a	9.39±0.35a	11.10±0.42a	11.99±0.44b	8.93±0.40b
T <sub>2</sub>	78	3.18±0.08a	5.00±0.16a	5.67±0.19a	6.45±0.21a	6.94±0.25a	7.58±0.28a	8.59±0.31a	10.08±0.32a	10.63±0.36a	7.45±0.32a

TRAT= Tratamiento; GDP = Ganancia de peso; T<sub>1</sub> = Amamantamiento continuo con macho; y T<sub>2</sub> = Amamantamiento controlado con macho; n= Número de animales.