

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

GANADERÍA

**“EFECTO MACHO” EN LA OVULACIÓN POSTPARTO
DE OVEJAS PELIBUEY AMAMANTANDO**

MA. ISABEL MONTIEL CASTELÁN

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

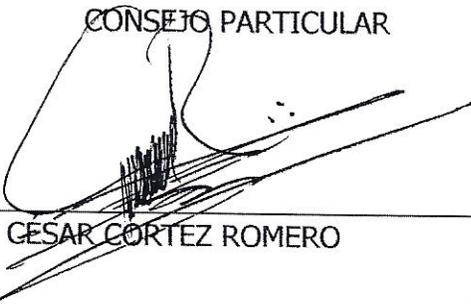
2014

La presente tesis titulada: **"EFECTO MACHO" EN LA OVULACIÓN POSTPARTO DE OVEJAS PELIBUEY AMAMANTANDO** realizada por la alumna: MA. ISABEL MONTIEL CASTELÁN bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERÍA

CONSEJO PARTICULAR

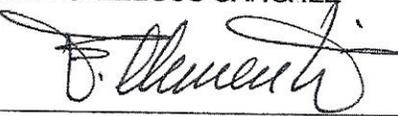
CONSEJERO

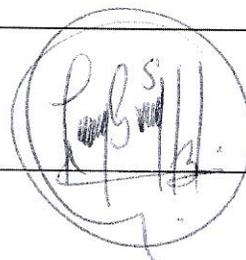

DR. CÉSAR CORTEZ ROMERO

ASESOR

DR. JAIME GALLEGOS SÁNCHEZ

ASESOR


DR. FERNANDO CLEMENTE SÁNCHEZ



Montecillo, Texcoco, Estado de México, Enero de 2014.

"EFECTO MACHO" EN LA OVULACIÓN POSTPARTO DE OVEJAS PELIBUEY AMAMANTANDO

Montiel Castelán Ma. Isabel, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2014.

Se realizaron dos experimentos para evaluar el efecto del amamantamiento y "efecto macho" en la ovulación en el periodo postparto (PP) en la oveja Pelibuey. En el experimento 1, a los 10 días postparto, dos tratamientos se asignaron al azar a las ovejas con sus crías: Amamantamiento continuo (AC) y amamantamiento controlado (Ac). En AC, las crías permanecieron todo el tiempo con ellas (24h d⁻¹) y en Ac, crías permanecieron por dos periodo de 30 min d⁻¹ (08:00 a 08:30 h y de 17:00 a 17:30 h). En el experimento 2, se hizo el mismo sistema de manejo de amamantamiento que en experimento 1, al azar se conformaron cuatro grupos; amamantamiento continuo (AC), amamantamiento continuo con "efecto macho" (AC+EM), amamantamiento controlado (Ac) y amamantamiento controlado con "efecto macho" (Ac+EM). En el día 24 PP se sincronizaron con CIDR por 9 días, al retiro del dispositivo se empezó el "efecto macho" (cada 6 h por 3 d). A partir del día 7 al 45 postparto, se tomaron muestras de sangre para determinar progesterona en plasma en ambos experimentos, así como el registro cada semana de peso corporal de ovejas y corderos desde el parto hasta el destete (60 d). En el experimento 1 se observó, que las ovejas con Ac ovularon 52.50 %, siendo diferente ($p < 0.05$) de las de AC. En el experimento 2, el porcentaje de ovejas que ovularon fue menor en AC (47.37 %; $p < 0.05$) comparado con AC+EM, Ac y Ac+EM (95, 85 y 95 %, respectivamente). Los cambios de peso corporal de ovejas y corderos no fueron diferentes ($p > 0.05$) entre tratamientos; sin embargo, fue evidente la pérdida de peso en corderos con Ac+EM. Por lo anterior, se concluye que el amamantamiento controlado restablece la actividad ovárica en la oveja Pelibuey y el "efecto macho" induce y sincroniza la ovulación sin afectar el peso corporal de ovejas y corderos.

Palabras clave: amamantamiento, efecto macho, ovulación, periodo postparto, ovejas Pelibuey.

“MALE EFFECT” ON POST-PARTUM OVULATION IN SUCKLING PELIBUEY EWES

Montiel Castelán Ma. Isabel, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2014.

Two experiments were carried out to evaluate the effect of suckling and “male effect” on ovulation in the post-partum period (PP) of Pelibuey ewes. In experiment 1, 10 days post-partum, two treatments were randomly assigned to ewes and their offspring: continuous suckling (AC) and controlled suckling (Ac). In AC, the lambs remained continuously with the ewes (24h d⁻¹), while in Ac, the lambs were placed with the ewes for two 30 min d⁻¹ periods (08:00 to 08:30 h and 17:00 to 17:30 h). In experiment 2, the same suckling treatments as in experiment 1 were used. Four groups were randomly formed: continuous suckling (AC), continuous suckling with “male effect” (AC+EM), controlled suckling (Ac), and controlled suckling with “male effect” (Ac+EM). On day 24 PP, the ewes were synchronized with CIDR for 9 days and the “male effect” was started after removing the device (every 6 h for 3 d). From day 7 to 45 PP, blood samples were taken to determine progesterone in plasma in both experiments. A weekly registry was kept of the weight of the ewes and lambs from birthing to weaning (60 d). In experiment 1, it was observed that the ewes under Ac ovulated 52.50%, being different from ($p < 0.05$) those under AC. In experiment 2, the percentage of ovulating ewes was lower in AC (47.37%) as compared against AC+EM, Ac, and Ac+EM (95, 85, and 95 %, respectively). Changes in body weight of both ewes and lambs were not different ($p > 0.05$) among treatments; however, there was an evident weight loss in lambs under Ac+EM. Because of this, it is concluded that controlled suckling reestablishes ovarian activity in Pelibuey ewes, while the “male effect” induces and synchronizes ovulation without affecting body weight of ewes and lambs.

Key words: suckling, male effect, ovulation, post-partum period, Pelibuey ewes.

AGRADECIMIENTO

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.

A la línea de investigación 5: Biotecnología Microbiana, Vegetal y Animal (LPI-5) para el financiamiento de la investigación.

Al Dr. César Cortez Romero, por la dirección de esta tesis, valiosos comentarios y observaciones de la misma, por su confianza, apoyo y amistad.

Al Dr. Jaime Gallegos Sánchez, por sus enseñanzas, comentarios en la redacción de esta tesis, por su apoyo, confianza y amistad.

Al Dr. Fernando Clemente Sánchez, por su tiempo dedicado a la revisión de la tesis, por su apoyo y amistad.

A la MVZ Clara Murcia Mejía, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por su apoyo en el análisis de progesterona (P4), para complementar esta investigación.

Al Dr. Humberto Vaquera Huerta, por su apoyo en el análisis estadístico de esta investigación.

A mis compañeros del Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (LaRoca), principalmente a Zadi Méndez Roblero, por tu amistad y apoyo en la fase experimental de esta investigación.

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento de mi vida.

A mis padres;

Lucía Castelán Mata; Por ser amiga y compañera, por confiar en mí, por enseñarme el camino de la vida, por tus consejos, el amor que me has dado y por tu apoyo incondicional en toda mi vida.

Norberto Montiel León; Por el ejemplo de lucha y trabajo constante para ser alguien en la vida, por tu apoyo incondicional y por creer en mí.

No me equivoco a decir; que son los mejores papás del mundo, son mi orgullo y fuerza en la vida. Gracias, porque aunque lejos han estado a mi lado. **Los amo!**

A mis hermanos; Andrés, Luis Antonio y Juan José; por su cariño y apoyo que siempre me han brindado. **Los quiero muchísimo!**

A mis cuñadas, por su amistad y formar parte de mi familia. **A mis sobrino(a)s**, que alegran mi existencia.

A ti **Gustavo** mi amor, que has sido amigo y compañero, que me has ayudado a continuar, haciéndome vivir los mejores momentos de mi vida. Gracias por tu apoyo, comprensión, cariño y amor. **Te amo genito!**

A mis amigo(a)s; Miriam, Liliana, Pamela, Zadi, Rosendo, Filiberto, César y José Luis, gracias por el gran equipo que logramos llegar a ser hasta el final del camino y que hasta el momento seguimos siendo amigo(a)s, **gracias por su amistad!**

CONTENIDO	Página
I. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1. Introducción.....	2
2.2. Características de la oveja Pelibuey.....	2
2.3. Crecimiento folicular y ovulación.....	3
2.4. Desarrollo folicular y “efecto macho”.....	5
2.5. Inducción y sincronización de la ovulación en el postparto.....	6
2.6. Periodo postparto.....	7
2.7. Endocrinología del periodo postparto.....	8
2.8. Factores que afectan el periodo postparto en la oveja.....	10
2.8.1. Amamantamiento.....	10
2.8.2. “Efecto macho”.....	11
2.8.2.1. Modalidades del “efecto macho”.....	11
2.8.2.2. Ventajas y desventajas del “efecto macho”.....	13
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
IV. ESTUDIOS REALIZADOS.....	17
4.1. EXPERIMENTO I.....	17
4.1.1. Resumen.....	17
4.1.2. Introducción.....	18
4.1.3. Materiales y métodos.....	18
4.1.3.1. Localización del área de estudio.....	18
4.1.3.2. Animales.....	19
4.1.3.3. Tratamientos.....	19
4.1.3.4. Manejo del amamantamiento.....	19

4.1.3.5. Alimentación de los animales durante el periodo experimental.....	20
4.1.3.6. Muestras para determinar progesterona en plasma.....	20
4.1.3.7. Variables evaluadas.....	21
4.1.3.8. Análisis estadístico.....	21
4.1.4. Resultados y discusión.....	22
4.1.4.1. Ovejas que ovularon de 21 a 24 días postparto.....	22
4.1.4.2. Cambios de peso de las ovejas	23
4.1.4.3. Cambios de peso de los corderos.....	25
4.1.5. Conclusión.....	26
4.2. EXPERIMENTO II.....	27
4.2.1. Resumen.....	27
4.2.2. Introducción.....	28
4.2.3. Materiales y métodos.....	28
4.2.3.1. Localización del área de estudio.....	28
4.2.3.2. Animales.....	29
4.2.3.3. Tratamientos.....	29
4.2.3.4. Manejo del amamantamiento.....	29
4.2.3.5. Manejo del macho	30
4.2.3.6. Protocolo de sincronización del estro.....	30
4.2.3.7. Alimentación de los animales durante el periodo experimental.....	31
4.2.3.8. Variables evaluadas.....	31
4.2.3.9. Análisis estadístico.....	32
4.2.4. Resultados y discusión.....	33
4.2.4.1. Tasa ovulatoria después de 24 días postparto.....	33
4.2.4.2. Cambios de peso en las ovejas	36
4.2.4.3. Cambios de peso en los corderos.....	37
4.2.5. Conclusión.....	39

V. CONCLUSION GENERAL.....	39
VI. RECOMENDACIONES.....	39
VII. LITERATURA CITADA.....	41
VIII. ANEXOS.....	54

LISTA DE CUADROS

Página

Cuadro 1. Estudios realizados del comportamiento reproductivo en ovejas Pelibuey sometidos a dos modalidades de amamantamiento con “efecto macho” durante el periodo postparto.....	12
Cuadro 2. Comportamiento reproductivo de ovejas Pelibuey sometidas a dos modalidades de amamantamiento continuo (AC) ó controlado (Ac) durante el periodo postparto.....	22
Cuadro 3. Cambios de peso corporal en ovejas Pelibuey sometidas a amamantamiento continuo (AC) ó controlado (Ac) durante el periodo postparto.....	24
Cuadro 4. Cambios de peso corporal en corderos manejados con amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac) durante el periodo postparto.....	25
Cuadro 5. Comportamiento reproductivo en ovejas Pelibuey sometidas a amamantamiento continuo (AC) ó controlado (Ac) con “efecto macho” (AC+EM y Ac+EM) durante el periodo postparto.....	34
Cuadro 6. Cambios de peso corporal en ovejas Pelibuey bajo las modalidades de amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac), con y sin “efecto macho” (EM), durante el periodo postparto.....	36

Cuadro 7. Cambios de peso corderos manejados con amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac), con y sin “efecto macho” (EM) durante el periodo postparto.....	37
--	----

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Representación esquemática de los tratamientos en el experimento (Experimento I).....	20
Figura 2. Cambios de peso corporal de ovejas manejadas con amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac) durante el periodo postparto.....	25
Figura 3. Cambios de peso corporal de corderos manejados con amamantamiento continuo y controlado (AC y Ac).....	26
Figura 4. Representación esquemática de los tratamientos y sincronización del estro (Experimento II).....	30
Figura 5. Cambios de peso corporal de ovejas manejadas con amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac), con y sin efecto macho (EM), durante el periodo postparto.....	36
Figura 6. Cambios de peso corporal de corderos manejados con amamantamiento continuo y controlado (AC y Ac), con y sin efecto macho (EM) durante el periodo postparto.....	38

I. INTRODUCCIÓN GENERAL

La ovinocultura en México es una actividad que en los últimos años ha tomado relevancia. Actualmente la orientación de dicha actividad es primordialmente hacia la producción de carne, obteniéndose altos precios en pie y canal en comparación con otras especies pecuarias (SIAP-SAGARPA, 2009). El inventario a nivel nacional es de 8, 219,386 cabezas de ovinos, ocupando los primeros tres lugares los estados de México (1,307, 371), Hidalgo (1,099, 773) y Veracruz (665,145); sin embargo, la producción es insuficiente y enfrenta éste gran reto de ser eficiente en la demanda de carne en nuestro país, ya que las proyecciones para la producción y consumo hasta 2020 tiende a ir en aumento (SIAP-SAGARPA, 2012). Por lo anterior, es importante buscar estrategias y alternativas en la producción ovina, por mencionar algunas; incrementar el número de corderos nacidos o bien incrementar la frecuencia de partos. Para lograr esto, es importante buscar solución a los diferentes problemas que se presentan en los rebaños. Uno de los principales problemas que disminuyen la producción en rumiantes, son los eventos endocrinos que tienen lugar durante el periodo posparto, que modifican la eficiencia reproductiva. Además, intervienen factores como raza, época de parto, condición corporal, nutrición y amamantamiento (Wattermann, 1980; Morales-Terán *et al.*, 2004). Al respecto, durante el anestro postparto hay cambios que están relacionados con el amamantamiento, ya que retarda la ovulación debido al bloqueo del pulso generador de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH; Arroyo *et al.*, 2009). Por eso, se han buscado herramientas que permitan obtener mejor eficiencia reproductiva, tratando de reducir el intervalo parto a la primera ovulación (IPPO), recurriendo al manejo del amamantamiento en sus diferentes modalidades y al “efecto macho”.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Introducción

Después del parto, los mecanismos neuroendócrinos que inducen la ovulación se interrumpen, conduciendo al anestro postparto (Smart *et al.*, 1994), periodo que se define como el intervalo entre el parto y el restablecimiento de la actividad ovulatoria cíclica y ciclos estrales regulares (Arroyo *et al.*, 2009).

El amamantamiento es una etapa que garantiza la sobrevivencia de la cría; sin embargo, la presencia de la cría retrasa el reinicio de la actividad ovulatoria, provocando la inhibición de la frecuencia de pulsos de GnRH y la hormona luteinizante (LH) por efecto de los péptidos opioides endógenos y por aumento a la sensibilidad del hipotálamo al efecto negativo del estradiol (Zalesky *et al.*, 1990).

El intervalo postparto se incrementa directamente con la duración de la lactancia; de tal forma que el manejo del amamantamiento reduce el tiempo entre el parto y la primera ovulación (Morales-Terán *et al.*, 2004).

De igual forma, el “efecto macho” ha sido alternativa para reducir el anestro postparto, donde al exponer hembras en anestro provoca el rápido reinicio de la actividad reproductiva cíclica, provocando que un alto porcentaje de ovejas ovulen dentro de los primeros tres a cinco días después de la introducción del macho (Álvarez y Zarco, 2001; Morales-Terán *et al.*, 2011). Por lo que, la interacción amamantamiento y “efecto macho”, reduce los días a la primera ovulación y aumenta el porcentaje de ovejas que ovulan (Pérez-Hernández y Gallegos-Sánchez, 2010; Morales-Terán *et al.*, 2011).

2.2. Características de la oveja Pelibuey

La raza Pelibuey, también llamada Tabasco, forma parte del grupo de ovinos de pelo que distingue a México. En los últimos años, esta raza ha representado el mayor inventario de ovinos en nuestro país con 75 mil 771 ejemplares, según datos de la Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos (AMCO; (Almanza, 2007). Dicha especie ha demostrado adaptarse a diferentes condiciones ambientales; lo que favorece su crianza de forma generalizada

(Kirenia *et al.*, 2011). Se caracteriza por tener poca o nula estacionalidad reproductiva, alta prolificidad, baja mortalidad, rusticidad y resistencia a endo y ectoparásitos (González *et al.*, 2002). Además, se ha utilizado a la oveja Pelibuey como línea materna, cruzándola con sementales de razas especializadas menos prolíficas en condiciones intensivas para incrementar la producción de carne en el trópico (Macedo y Alvarado, 2005).

2.3. Crecimiento folicular y ovulación

La duración del ciclo estral de la oveja varía de 15 a 19 días (Rubianes y Ungerfeld, 1993), en promedio 17 días, siendo sus acontecimientos: el crecimiento folicular conducente de la ovulación, con una duración de 3 a 4 días, desarrollo y lisis del cuerpo lúteo con una duración de 13, 14 días (Padilla *et al.*, 1988). Este proceso es regulado por mecanismos neuroendocrinos, por medio de la secreción pulsátil de las gonadotropinas; folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH), sintetizadas por la hipótesis anterior (Pijoan, 1983; Padilla *et al.*, 1988; Hafez, 2000); eventos regulados por el hipotálamo, la hipófisis, el folículo ovárico, el cuerpo lúteo y el útero, a través de sus secreciones.

El contacto repentino del macho con las hembras en anestro hace que reciban tanto señales olfativas (feromonas) como no olfativas (contacto visual, físico o sonoro), relacionándolas con el sistema neuroendocrino, dando como resultado un aumento en la frecuencia de pulsos de LH y la ovulación, entre las 30 y 72 horas posteriores al contacto. En las ovejas en anestro, la primera ovulación tras la introducción del macho no viene acompañada de celo. El 50% de los cuerpos lúteos (CL) derivados de esta primera ovulación tienen una función y duración normales, dando lugar a un ciclo de duración normal, produciéndose una segunda ovulación acompañada de celo fértil entre los 18 y 19 días tras la introducción del macho. En el resto de las ovejas, el CL resultante de esa primera ovulación posee una menor duración (7 días) y función anormal, dando lugar a una segunda ovulación; en ocasiones también sin signos de celo y acompañada por una tercera ovulación con celo fértil que aparece alrededor del día 25 después de la introducción de los machos (Corke, 1980; Pearce y Oldham, 1984).

Durante la fase folicular (proestro y estro), la concentración de P4 es basal, como consecuencia de la lisis del cuerpo lúteo, inducida por la PGF2 α . El aumento en la frecuencia de secreción pulsátil de LH estimula la síntesis de E₂ en las células de la granulosa de los folículos en proceso de maduración y se incrementa su concentración en la circulación general. El incremento progresivo en los niveles de E₂, ejercido por un mecanismo de retroalimentación positiva a nivel hipotalámico (Padilla *et al.*, 1988) de manera directa en las neuronas GnRH a nivel del núcleo ventromedial, el cual se localiza en el área hipotalámica mediobasal e induce el pico preovulatorio de GnRH/LH y 24 horas después, la ovulación (Evans *et al.*, 2000).

El uso de ultrasonografía transrectal ha permitido comprender más claramente el desarrollo folicular durante un ciclo estral (Ginther y Kot, 1994). El crecimiento folicular ocurre en forma de oleadas de desarrollo en ovejas varía de dos a cuatro y dicho crecimiento está caracterizado por el crecimiento de una cohorte de folículos, en donde uno o más de ellos continúa creciendo y se hace dominante, mientras que los demás sufren atresia (Evans, 2003; Peter *et al.*, 2009). De tal forma, que el proceso de foliculogénesis involucra la formación de folículos pre-ovulatorios a partir de un *pool* de folículos primordiales, los cuales iniciarán su etapa de crecimiento a lo largo de la vida reproductiva. El ovario ovino prepúber contiene 40,000 a 300,000 folículos primordiales, de los cuales algunos abandonan este estadio durante la vida fetal; ya que el ovario de la oveja adulta posee, según la raza, entre 12,000 y 86,000 folículos primordiales, y entre 100 y 400 folículos en crecimiento en cada ciclo, siendo que solamente 10 a 40 son visibles en la superficie ovárica (Mariana *et al.*, 1991). Así, durante la mayor parte del ciclo estral, cada ovario en la oveja adulta contiene 10 folículos mayores a 2 mm de diámetro, de los cuales el 75% sufren atresia (Brand y De Jong, 1973).

Una onda de crecimiento comienza con el desarrollo sincrónico de un grupo o *pool* de folículos que son reclutados de la población de folículos antrales más pequeños. Luego del reclutamiento, normalmente uno (o dos) de estos folículos es seleccionado y continúa su crecimiento, mientras los más pequeños o “subordinados” regresan y entran en atresia. Durante la fase luteal

(así como durante el anestro estacional o gestacional), este folículo dominante no alcanzará la ovulación y regresará volviéndose también atrésico. En cambio durante la fase folicular, este folículo dominante continuará creciendo y finalmente alcanzará la ovulación. Tanto si el folículo dominante de una onda se vuelve atrésico como si es ovulado, deja de ejercer su dominancia y se permite así, la emergencia de un nuevo grupo de folículos; es decir, de una nueva onda folicular (Menchaca y Rubianes, 2012).

Generalmente se presentan tres oleadas foliculares durante el ciclo estral de la oveja. Antes de la emergencia de la primera oleada folicular postparto, las concentraciones plasmáticas de progesterona, las cuales están asociadas con el crecimiento del folículo dominante ($6-8 \text{ ng mL}^{-1}$ durante dos ó tres días) son inferiores a 2 ng mL^{-1} , valor insuficiente para que se presente el desarrollo y mantenimiento de la dominancia folicular (Johnson *et al.*, 1991).

2.4. Desarrollo folicular y “efecto macho”

En el periodo postparto la incidencia de ovulación de un primer folículo dominante es baja (Murphy *et al.*, 1990), debido a que en este período existe una baja concentración sérica de LH (Stagg *et al.*, 1998) producto de la alta sensibilidad del hipotálamo al efecto negativo de los estrógenos en asociación con altos niveles de péptidos opioides endógenos (Williams, 1990). De esta manera, la baja frecuencia de pulsos de LH en el período posparto conduciría a la atresia de los folículos dominantes por falta de estímulo, y por ello, a la falta de ovulación (Murphy *et al.*, 1990).

En cabras y ovejas, las interacciones socio-sexuales pueden modificar su fisiología reproductiva (Rosa y Bryant, 2002; Delgadillo *et al.*, 2006). Por ejemplo, la introducción de machos en un grupo de hembras anovulatorias logra inducir la actividad sexual de las mismas. González *et al.* (2005) al trabajar en cabras, el efecto de la administración de un progestágeno sobre la dinámica de crecimiento de folículos preovulatorios y aparición de celos por efecto macho, encontraron que el 100% de las cabras presentaron celo entre las 76 y 96 h, tratadas con progestágenos en aceite de oliva más efecto

macho, y mientras las cabras testigo que solo se les proporcionó aceite de oliva, 28.6% presentaron celo antes de las 96 h. El tamaño de los folículos en el grupo testigo aumentó hasta las 76 h, observándose signos de atresia y una disminución del tamaño a partir de ese momento. Por el contrario, en el grupo tratado con progesterona y efecto macho el crecimiento de los folículos preovulatorios continuó aumentando hasta las 96 h.

En cabras, la introducción de un macho en un grupo de hembras cíclicas al inicio de la fase lútea, modifica la duración de las oleadas foliculares y el tamaño de los folículos en hembras cíclicas (López *et al.*, 2010). En ovejas postparto con manejo de amamantamiento en sus diferentes modalidades con y sin efecto macho, Morales (2010) observó la aparición de folículos de 4-5 mm en promedio al día 19 postparto en todos los tratamientos, mientras que el primer folículo preovulatorio, tendió a emerger días antes en las ovejas que tuvieron el efecto macho. De tal manera que el amamantamiento y el efecto macho en conjunto alteran el desarrollo folicular al principio del periodo postparto.

2.5. Inducción y sincronización de la ovulación en el postparto

Los niveles de LH tienen un papel determinante en la maduración final del folículo preovulatorio (Baird, 1983) y los bajos niveles de esta hormona en anestro podrían afectar su funcionalidad, dando lugar al mantenimiento de folículos envejecidos con bajos niveles de estradiol. Esta situación, podría relacionarse con la no aparición de síntomas de celo y ovulación hasta el desarrollo de un folículo preovulatorio adecuado. Ante esta situación, se han recurrido a métodos hormonales para inducir y sincronizar el momento de la aparición del estro y la ovulación.

La inducción se refiere cuando al momento de aplicar un tratamiento, las ovejas lactantes no han ovulado desde el parto; y la sincronización, cuando las ovejas lactantes ya han manifestado actividad lútea o la están manifestando (Castillo, 2012). La sincronización del estro incrementa la cantidad de folículos reclutados, aumenta el diámetro máximo y la tasa de crecimiento de los

folículos grandes (mayores a 5 mm de diámetro) en la primera oleada folicular (Uribe *et al.*, 2008).

La inducción de la ovulación mediante el uso de hormonas se basa en progestágenos para simular la fase lútea normal. Existen tratamientos tales como: Acetato de Melengestrol (MGA; vía oral) acompañada de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG); Control Internal Drug Release (CIDR; dispositivo intravaginal) más eCG; esponja con Acetato de Fluorogestona (FGA) más eCG (Hafez, 2000; Arroyo *et al.*, 2012). Sin embargo, se cuenta con otro método, el cual es no farmacológico y que participa en la inducción a la ovulación; la bioestimulación sexual por “efecto macho”.

Del total de hembras expuestas al carnero, un porcentaje alto ovula dentro de los primeros tres a cinco días. En ovejas y cabras, la introducción del macho resulta en un rápido aumento en la frecuencia de liberación de pulsos de LH, seguido por un pico preovulatorio de la misma gonadotropina y ovulación (Álvarez y Zarco, 2001; Delgadillo *et al.*, 2008). Un requisito previo para la respuesta al estímulo es el aislamiento previo de las hembras, de manera que no haya ningún contacto con los machos. En ovejas, un aislamiento de dos semanas es suficiente para obtener una respuesta positiva (Álvarez y Zarco, 2001).

2.6. Periodo postparto

Se define como el periodo entre el parto y el restablecimiento de la actividad ovárica cíclica (Wise 1990; González *et al.*, 1991). Arroyo *et al.* (2009) lo describen como el periodo anovulatorio posterior al parto. Diversos factores participan en su duración; entre ellos, son importantes la involución uterina, el estado endocrino, la nutrición, el amamantamiento, el ambiente y la presencia de machos (González *et al.*, 1991; López e Inskeep, 1998). Estos factores estimulan o inhiben la capacidad de control del sistema endócrino sobre la formación de gametos funcionales y capacidad de gestación (López *et al.*, 1993).

El anestro postparto es una estrategia evolutiva que asegura la supervivencia de la cría al incrementar la atención de la madre; sin embargo, ocasiona el retraso del reinicio de la actividad ovulatoria (Arroyo *et al.*, 2009). En el anestro postparto, las primeras ovulaciones generalmente no van precedidas de síntomas de celo y existe por tanto, un periodo previo de la actividad ovárica (ovulatoria) anterior a la fertilidad potencial postparto. Esta fertilidad después del parto, está condicionada por el estado uterino, por su capacidad de regresión, siendo en muchos casos la limitante en el intento de fecundaciones tempranas después del parto, aunque el ovario haya recuperado su capacidad ovulatoria (López *et al.*, 1993).

2.7. Endocrinología del periodo postparto

Después del parto, los mecanismos neuroendocrinos se interrumpen, evitando la ovulación y conduciendo al anestro postparto (Smart *et al.*, 1994). La hipófisis anterior presenta una disminución en el contenido de LH y FSH al final de la preñez (Schirar *et al.*, 1990) y en el periodo temprano postparto, debido a una fuerte retroalimentación negativa de la alta concentración de estrógenos y progesterona al término de la preñez; es decir, que el contenido de GnRH del hipotálamo es normal, pero la hipófisis anterior es menos sensible a la liberación de LH inducida por GnRH durante el periodo postparto (Nett *et al.*, 1988; Wise, 1990). De tal forma que la secreción pulsátil de LH durante el anestro postparto determina el momento de la primera ovulación postparto (Arroyo *et al.*, 2009).

Después del parto hay un aumento gradual de la concentración basal de LH (Lucy, 2007). En la oveja la secreción pulsátil de LH es un requisito esencial no solo para la ovulación, sino también para el inicio y mantenimiento de la ciclicidad ovárica después del parto, lo que indica una recuperación gradual de la función de la hipófisis, así también un aumento en concentraciones plasmáticas de FSH en los primeros 5 – 10 días postparto, pero sin la aparición de una ovulación o estro (Schirar *et al.*, 1990).

Nett (1987) menciona que hay dos fases en la reanudación de la secreción de LH después del parto. En primer lugar, 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 posparto, pero si induce ovulación. Entonces, las ovulaciones tempranas, son seguidas por una función lútea anormal (cuerpos lúteos de corta duración), caracterizada por las no manifestaciones externas de estro (Wattermann, 1980; Morales, 2011). 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. El estradiol en altas concentraciones estimula de manera positiva al hipotálamo, actuando específicamente en el núcleo ventromedial del área mediobasal (Arroyo *et al.*, 2009), lo cual ocurre después del día 20 posparto (Wise *et al.*, 1990; Hafez, 2000). Además esta hormona secretada a nivel de ovario permite la involución uterina (Sheldon *et al.*, 2003). Estas variaciones fisiológicas en la frecuencia de secreción pulsátil de LH inducen la maduración folicular, la ovulación y el posterior desarrollo de un cuerpo lúteo de duración normal (Schirar *et al.*, 1990).

El parto es una experiencia dolorosa y estresante, con asociadas altas concentraciones periféricas de los opiáceos, que se han relacionado con la supresión de las gonadotropinas después del parto (Haynes *et al.*, 1989). Los péptidos opioides endógenos (POEs), son neurotransmisores liberados a nivel central en forma aguda o crónica y sintetizados en los lóbulos frontal e intermedio de la hipófisis y en el núcleo hipotalámico A12. Los sitios de acción de este neurotransmisor, con relación a la reproducción son el área preóptica (APO), eminencia media (EM) y núcleo ventromedial (NVM). Estos neurotransmisores están implicados en el mecanismo neuroendocrino que impide la ovulación durante el periodo posparto, actúan como intermediarios entre el estradiol (E₂) y las neuronas productoras de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH); el efecto biológico de este evento es la reducción en la frecuencia de pulsos de GnRH y, por lo tanto, de la LH (Wise, 1990; Arroyo *et al.*, 2009).

2.8. Factores que afectan el periodo postparto en la oveja

2.8.1. Amamantamiento

La oveja en el pre y postparto desencadena una estrecha relación con su cría (González, 2012). Al parto, la oveja se siente atraída por ésta por la vista, oído y olfateo principalmente, debido al olor de los líquidos placentarios, donde participan feromonas como medio de comunicación y establecimiento de la relación madre-cría. El comportamiento maternal y memorización del olor del cordero están determinados por factores genéticos principalmente y modulados por la estimulación vaginal-cervical desencadenada por la expulsión fetal y del papel funcional del estradiol (Kendrick *et al.*, 1991). El amamantamiento es un proceso rápido, donde la oveja orienta a su cría hacia la ubre mediante suaves empujes con la cabeza y movimientos laterales (Poindron *et al.*, 1995). Dejando claro que los primeros días postparto el interés principal será la cría, asegurando con ello la supervivencia de ésta.

Aunado a lo anterior, el amamantamiento implica una compleja interacción madre-cría y no solamente el estímulo de la glándula mamaria (Tilbrook *et al.*, 2006). Provoca cambios endócrinos, como principal la inhibición de la síntesis de LH, considerando al amamantamiento como el factor más potente que inhibe la función reproductiva (Martín y Banchemo, 1999).

Sin embargo, el manejo del amamantamiento en rumiantes, se ha considerado una alternativa para acortar el anestro postparto (Morales *et al.*, 2004; Herrera, 2008). En trabajos realizados con ovejas, al restringir el amamantamiento 30 min 2 veces al día, disminuye el IPPO en 57.14%, comparado con amamantamiento continuo, 35.71% (Morales, 2010). Caso similar es de Castillo (2012), utilizando igual modalidades de amamantamiento en ovejas, obtuvo 89.6 % en restringido y 52.1 % en continuo; lo cual indica que el amamantamiento retrasa el restablecimiento de la actividad ovulatoria.

2.8.2. “Efecto macho”

Es un fenómeno que consiste en la introducción repentina de un macho en rebaños de ovejas que no han tenido contacto con éste (Álvarez *et al.*, 2002). Por medio de estímulos visual, olfatorio y físico, efecto bioestimulador por feromonas que emergen de descargas corporales (orina, olores, secreciones perianeales y cervicales), las cuales representan una comunicación química (Landaeta y Chenoweth, 2011), provocando el reinicio de la actividad ovárica en épocas de baja actividad reproductiva. El “efecto macho” ha sido reconocido como una forma eficaz y barata (Pearce y Oldham, 1984), para mejorar la eficiencia reproductiva en los rebaños.

Su eficiencia depende, entre otros factores, de la profundidad del anestro y de la intensidad del estímulo. Frecuentemente, el reinicio de la actividad reproductiva cíclica está marcada por ovulaciones silenciosas, actividad luteal acortada y bajas tasas de fertilidad. Esta respuesta deficitaria es consecuencia de los reducidos niveles circulantes de progesterona que caracterizan la estación de anestro. De este modo, la aplicación previa de un tratamiento progestativo podrá aumentar su eficacia inmediata. Este prepara el eje hipotálamo-hipofisis-gonadas para la acción estimuladora del “efecto macho” (Correia *et al.*, 2010).

Cruz (2011) obtuvo resultados exitosos del 100% en ovejas Pelibuey que ovularon al utilizar el efecto del amamantamiento en sus diferentes modalidades más el “efecto macho”, introduciendo este a partir del día 10 postparto. Esto indica que un adecuado manejo del amamantamiento y del “efecto macho” a los pocos días del parto, puede estimular rápidamente el reinicio de la actividad ovárica en ovejas Pelibuey (Cruz, 2011; Morales-Terán *et al.*, 2011; Castillo, 2012).

2.8.2.1. Modalidades del “efecto macho”

El efecto macho es una técnica de manejo que mejora la eficiencia reproductiva, acortando el anestro postparto (Peinado, 1999; Porras, 2005). El

contacto de las ovejas con el macho activa la secreción de la hormona luteinizante (LH) e induce la ovulación (Martin *et al.*, 1986).

Se han realizado estudios de investigación (Cuadro 1), donde el manejo del amamantamiento más el estímulo del macho tienen gran éxito en la actividad ovárica de la oveja, indicando que el control del amamantamiento disminuye el anestro postparto en la oveja Pelibuey, y que la exposición del macho estimula a las ovejas para iniciar más rápido la actividad ovárica postparto; de tal forma que la combinación de estas técnicas de manejo, reducen los días a primera ovulación y aumenta el porcentaje de ovejas que ovulan.

Cuadro 1. Estudios realizados del comportamiento reproductivo en ovejas Pelibuey sometidos a dos modalidades de amamantamiento con efecto macho durante el periodo postparto.

Tratamientos	Días postparto	Ovejas Ovularon (%)	IPPO (d)	Referencia
ACCM; n=14	7-60	64.86	50.50±3.26	(Morales, 2010)
AcCM; n=14	2 veces al día (por 30 min)	100	42.07±2.8 (P≤0.05)	
ACCM; n=53	10-34	92.45	37.49±1.61	(Cruz, 2011)
AcCM; n=55	2 veces al día (por 30 min)	96.36	(P<0.10) 34.03±1.28	
ACCM; n=12	43-45	91.7	—	(Castillo, 2012)
AcCM ; n=12	(Cada 2 h)	83.3		

ACCM = Amamantamiento continuo y efecto macho; AcCM = Amamantamiento controlado y efecto macho

Cuando el macho es retirado, solo algunas horas después de que fue introducido, la ovulación se bloquea, lo que indica que su presencia continua es el elemento principal que desencadena la presentación del pico preovulatorio de LH. Por el contrario, si el macho es retirado antes de la ovulación, la hembra retorna al anestro estacional, porque la secreción pulsátil de LH reduce su frecuencia, llegando a niveles basales de LH (Morales-Terán *et al.*, 2011).

Valencia *et al.* (2006) al exponer al macho a ovejas adultas durante un periodo de dos años (de diciembre a julio), el primer año con la presencia diaria del macho por 15 min con rotación de los mismos cada dos semanas y el segundo año sin exposición del macho en igual periodo; la actividad ovárica de las ovejas Pelibuey en los meses de anestro (abril y mayo), encontró que en ausencia del macho fue de 37 y 33%, respectivamente; resultado que fue menor a la actividad estral encontrada en las mismas ovejas en el año anterior, al ser expuestas por machos (96 y 85%) .

En relación a lo anterior, Oldham y Martin (1978) y Martínez *et al.* (1998) reportaron que la introducción repentina de carneros en un rebaño con hembras que no se encuentran ciclando y que se ha mantenido separado de los machos por al menos un mes, puede estimular la reanudación sincrónica de la actividad ovárica y el comportamiento estral de las hembras expuestas; lo que ocasiona que las ovejas exhiban estro en una mayor proporción entre 17 y 24 días después del ingreso del macho.

2.8.2.2. Ventajas y desventajas del “efecto macho”

Dentro de las ventajas que tiene el manejo del “efecto macho” es el permitir inducir y sincronizar el estro en ovejas primaras Pelibuey, en donde con una buena nutrición y buen peso se logra una fertilidad del 80% a un ciclo, agrupando los partos y facilitando su inclusión en esquemas reproductivos de los rebaños (Ramón y Sanginés, 2002). El “efecto macho” puede ser utilizado para adelantar el inicio de la pubertad (López *et al.*, 1985; Álvarez y Andrade, 2008) o adelantar el reinicio de la actividad ovárica postparto (Contreras *et al.*, 2003).

Para los rebaños ovinos, el inicio temprano de la actividad reproductiva es de gran importancia económica, el efecto macho interviene acelerando la presentación de ovulación y conducta estral en la vida de la oveja, reduciendo el intervalo desde el nacimiento de la oveja hasta que pueda ser gestada por primera vez (Álvarez y Andrade, 2008). Representa una alternativa eficaz y de bajo costo en la inducción de ovulación en ovejas adultas (Álvarez y Zarco,

2001). En las unidades de producción ovina, el inicio temprano de la actividad reproductiva es de alto interés económico, por lo que acelerar la presentación de ovulación y conducta estral en la vida de la oveja mediante una estrategia de bajo costo, representaría una alternativa real al uso de los progestágenos (Álvarez y Andrade, 2008; De Lucas, 2008).

Entre otras ventajas del “efecto macho”, es que puede ser utilizado en otras etapas fisiológicas distintas al anestro estacional, tales como el anestro prepuberal o el anestro posparto, ya que según Hawken *et al.* (2007) y Valencia *et al.* (2010) indican que la presencia del macho en ovejas y cabras cíclicas no tiene un efecto luteolítico, no sincroniza la ocurrencia de estros y no reduce la duración de la fase lútea o el ciclo estral.

La edad y la experiencia del carnero son punto clave para una buena respuesta, ya que se ha observado que los carneros adultos son mejores inductores que los carneros jóvenes en términos de ovejas que ovulan y manifiestan celo, además de obtenerse mayores tasas ovulatorias y de concepción (Murtagh *et al.*, 1984; Ungerfeld *et al.*, 2008).

El grado o profundidad del anestro es un factor que afecta negativamente a la efectividad de la respuesta, ya que hembras en anestro profundo presentan su primera ovulación más tarde que aquellas con anestro superficial (Martin *et al.*, 1986; Chemineau, 1987).

La intensidad del estímulo dado por el macho modifica la proporción de hembras que responden con ovulación. Se considera que el estímulo adquiere mayor intensidad cuando se permite un grado de contacto más alto entre las hembras y machos, lo que logra su máximo cuando existe contacto total (Chemineau, 1987; Pearce y Oldham, 1988). La proporción de machos en la población de hembras. El incremento en el número de machos aumenta la tasa de ovulación, al favorecer la mayor cantidad de interacciones directas que una hembra pueda experimentar con los sementales. Además, un mayor número de machos introducidos incrementa las fuentes directas de feromonas y otros estímulos (Chemineau, 1987).

El estado nutricional del macho es importante en la determinación de la respuesta ovulatoria. Los machos alimentados con dietas de mejor calidad manifiestan mayor capacidad para estimular la ovulación en hembras anéstricas. Esto está relacionado con la capacidad del macho para aumentar la intensidad del estímulo (líbido), ya que cuando no existen carencias nutricionales los machos manifiestan una mayor actividad de cortejo y niveles superiores de progesterona (Walkden *et al.*, 1993).

Cuando el macho es retirado sólo algunas horas después de que fue introducido, la ovulación se bloquea, de tal forma que lleva a pensar que su presencia continua es el elemento que desencadena la presencia del pico preovulatorio de LH (Signoret *et. al.*, 1982; Oldham y Pearce, 1983). Si el macho es retirado antes de la ovulación, la secreción pulsátil de LH reduce su frecuencia y los niveles de gonadotropina se tornan basales, característicos del anestro estacional (Cohen y Signoret, 1987).

La profundidad del anestro modifica también la frecuencia de aparición de estros conductuales asociados a la primera ovulación, así como la presentación de ciclos cortos, de manera que mientras más profundo es el anestro menor será la presencia de conducta estral y mayor la proporción de ciclos cortos (Chemineau, 1987).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El periodo postparto (PP), es el tiempo entre el parto y el restablecimiento de la actividad ovulatoria cíclica y ciclos estrales regulares. Etapa posterior al parto donde la inhibición de la actividad reproductiva en las hembras, es una estrategia que favorece el bienestar de la cría (Nowak *et al.*, 2000). Sin embargo, afecta la eficiencia reproductiva de la oveja, debido a que si entra más tarde en restablecer su ciclicidad para generar una nueva gestación, influirá en pérdida económica en los productores.

El amamantamiento es uno de los principales factores que evita el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en la oveja, debido al bloqueo del pulso generador de GnRH, a la supresión pulsátil de LH, con la subsecuente falta de maduración folicular (Rhodes *et al.*, 2003), donde los POEs participan en la inhibición de GnRH, durante la lactancia. Pérez-Hernández *et al.* (2001) y Morales-Térán *et al.* (2004) encontraron que la restricción del amamantamiento y la interacción “efecto macho” (Morales-Terán *et al.*, 2011; Delgadillo *et al.*, 2011), sean las alternativas que el productor pueda adaptar para reducir el anestro postparto.

Por lo que el objetivo planteado de esta investigación fue evaluar el “efecto macho” y el amamantamiento en la ovulación en el periodo postparto (PP) en la oveja Pelibuey.

La hipótesis planteada fue que el “efecto macho” y el amamantamiento inducen la ovulación en el periodo postparto (PP) en la oveja Pelibuey.

IV. ESTUDIOS REALIZADOS

4.1. EXPERIMENTO I.

Amamantamiento controlado y continuo en el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en la oveja Pelibuey

4.1.1. Resumen

El amamantamiento es un factor que afecta el periodo de anestro postparto de la oveja Pelibuey, y el manejo controlado restablece la actividad ovárica de la oveja Pelibuey. En el presente estudio se evaluó si el efecto del amamantamiento controlado o restringido restablece la ciclicidad de la oveja, sin afectar peso corporal de las crías. Se utilizaron 79 ovejas adultas de raza Pelibuey, paridas en junio de 2012, con peso vivo promedio de 56.53 ± 7.18 kg y sus respectivos corderos con peso al nacimiento promedio de 3.20 ± 0.83 kg, provenientes de partos simples, dobles y triples. Díez días después del parto las ovejas con sus crías se asignaron al azar a dos tratamientos: T₁, amamantamiento continuo (AC; n=39) T₂, amamantamiento controlado (Ac; n=40). Se tomaron muestras de sangre en las ovejas vía punción de la vena yugular para analizar concentraciones de progesterona. El peso corporal de las ovejas y corderos se registró cada semana hasta el destete. El porcentaje de ovejas que ovularon de 21 a 24 días postparto (DPP) se analizaron utilizando un modelo de regresión logística mediante el procedimiento LOGISTIC de (SAS, 2002). Tipo de amamantamiento y cambios de peso corporal de ovejas y corderos, con un modelo de mediciones repetidas, por el procedimiento GLM de (SAS, 2002) y prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$). El porcentaje de ovejas que ovularon de 21 a 24 DPP fue mayor para Ac (52.50%; $p \leq 0.05$), comparado con AC (25.64%). No se encontraron diferencias en el peso corporal de ovejas y corderos ($p > 0.05$).

Palabras clave: Anestro postparto, amamantamiento, ovejas Pelibuey.

4.1.2. Introducción

El amamantamiento retrasa el restablecimiento de la actividad ovulatoria, y para que restablezcan sus ciclos estrales después del parto, deben superar los efectos negativos que ejerce la gestación y el parto en el eje hipotálamo–hipófisis–gónadas, pero sobre todo el efecto inhibitorio de la presencia constante de la cría y su amamantamiento (Pérez-Hernández *et al.*, 2001); al inhibir la secreción de la hormona liberadora de Gonadotropinas (GnRH) y la hormona luteinizante (LH), lo cual impide el desarrollo folicular y la ovulación de los folículos dominantes (Schirar *et al.*, 1990).

El amamantamiento incrementa la sensibilidad del hipotálamo a la retroalimentación negativa del estradiol producido por el ovario, resultado en baja secreción de LH. A medida que el periodo postparto transcurre, el pulso generador de GnRH se vuelve menos sensible al estímulo del amamantamiento y por tanto, al efecto de retroalimentación negativa del estradiol, trayendo consigo un incremento en la secreción pulsátil de LH, por consiguiente, un pico preovulatorio de LH y una consecuente ovulación (García-Winder *et al.*, 1984).

La restricción del amamantamiento a uno (Pérez-Hernández *et al.*, 2009) y dos periodo de 30 minutos al día a partir del día 7 postparto y reducen el intervalo parto primera ovulación en 10 días en relación con ovejas que amamantan en continuamente (Morales-Terán *et al.*, 2004). Por lo que el propósito de este estudio este estudio fue evaluar el efecto del amamantamiento en sus modalidades continuo y restringido en el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en la oveja Pelibuey.

4.1.3. Materiales y métodos

4.1.3.1. Localización del área de estudio

El experimento se realizó en el laboratorio de reproducción de ovinos y caprinos (LaROCA) del Colegio de Postgraduados localizado en Montecillo, Texcoco, estado de México; a 19° 29' LN y 98° 53' LO a una altitud de 2220 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 de 15.2 °C (García, 1989).

4.1.3.2. Animales

Se utilizaron 79 ovejas adultas de raza Pelibuey, paridas en junio de 2012, con peso vivo promedio de 56.53 ± 7.18 kg y sus respectivos corderos con peso al nacimiento promedio de 3.20 ± 0.83 kg, provenientes de partos simples, dobles y triples.

4.1.3.3. Tratamientos

Diez días después del parto, las ovejas y sus crías se asignaron al azar a uno de dos tratamientos: T₁, amamantamiento continuo (AC; n=39) T₂, amamantamiento controlado (Ac; n=40).

4.1.3.4. Manejo del amamantamiento

Las ovejas del grupo de AC permanecieron las 24 h del día con sus corderos hasta el momento del destete y los corderos de las ovejas en el tratamiento Ac fueron amamantados por dos periodos de 30 min día⁻¹ (8:00 am y 5:00 pm), el resto del tiempo permanecieron separados de sus madres hasta el día 36 postparto. Las ovejas y los corderos se pesaron semanalmente desde el momento del parto hasta el destete (60 d), con la finalidad de determinar la ganancia diaria de peso (GDP) de las crías y los cambios de peso de las ovejas.

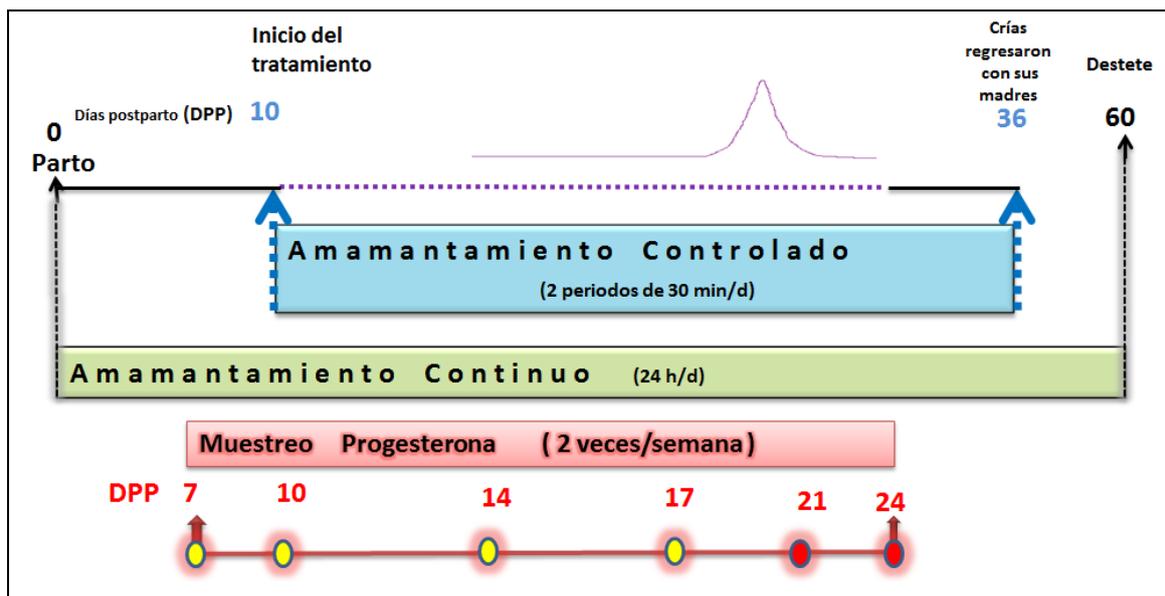


Figura 1. Representación esquemática de los tratamientos en el experimento (Experimento I).

4.1.3.5. Alimentación de los animales durante el periodo experimental

La alimentación estuvo basada en 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 kg d^{-1}), con forraje de buena calidad a libre acceso. Respecto a los corderos, se aseguró que todos ingirieran calostro durante las primeras horas de nacidos. A los diez días, los corderos con Ac fueron amamantados por dos periodos de 30 min día^{-1} . Además, todos los corderos tuvieron acceso a un concentrado en pellet (20% PC, MNA® con coccidiostato) *ab libitum*, a través del sistema de alimentación “creep feeding”, a partir del tercer día de edad. Y a partir de los 15 días de edad, se les proporcionó una dieta integral con 20% de proteína cruda, 2.7 Mcal de energía metabolizable, hasta el destete.

4.1.3.6. Muestras para determinar progesterona en plasma

La obtención de muestras sanguíneas fue vía punción de la vena yugular, desde el día 7 al día 24 postparto, utilizando tubos colectores. Las muestras de sangre se centrifugaron a $693 \times g$ durante 20 min (2500 rpm en centrífuga

Solbat ® C-600) para extraer el plasma y conservarlo a -20 °C hasta el día del análisis. Las muestras del plasma fueron analizadas en el laboratorio de endocrinología del departamento de reproducción animal de la FMVZ-UNAM. Para determinar la concentración de P4 se usaron kits para radioinmunoanálisis en fase sólida (Coat a Count®, Siemens, CA, USA). Se consideró que una oveja restableció su actividad ovárica cuando dos muestreos consecutivos tuvieron valores de 0.5 ng mL⁻¹ ó más de 1 ng mL⁻¹ de progesterona en una sola muestra.

4.1.3.7. Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron:

Ovejas que ovularon de 21 a 24 días postparto (%): Porcentaje de ovejas que ovularon antes de 24 DPP, el reinicio de la actividad ovárica en la oveja (dos muestreos consecutivos tuvieron 0.5 ng mL⁻¹ o más de 1 ng mL⁻¹ de progesterona en una sola muestra).

Cambios de peso de las ovejas (kg): Diferencia en el peso de las ovejas desde el parto hasta 60 días postparto.

Cambios de peso de los corderos (kg): Diferencia en el peso vivo de los corderos desde el nacimiento hasta los 60 días de edad.

4.1.3.8. Análisis estadístico

El porcentaje de ovejas que ovularon de 21 a 24 días postparto se analizaron utilizando un modelo de regresión logística mediante el procedimiento LOGISTIC de (SAS, 2002).

El factor del tipo de amamantamiento y cambios de peso corporal de las ovejas y corderos, se analizaron con un modelo de mediciones repetidas, por el procedimiento GLM de (SAS, 2002). Se realizó la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

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

Donde:

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

μ = Constante que caracteriza a la población

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

E_{ijk} = Error experimental asociado a Y_{ijk} ;

$E_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$.

4.1.4. Resultados y discusión

4.1.4.1. Ovejas que ovularon de 21 a 24 días postparto

En el Cuadro 2, se observan diferencias entre tratamientos, el porcentaje de ovejas que ovularon antes de los 24 días postparto fue mayor en las ovejas con amamantamiento controlado (Ac; 52.50%), comparado con ovejas en amamantamiento continuo (AC; 25.64 %; $p \leq 0.05$).

Cuadro 2. Comportamiento reproductivo de ovejas Pelibuey sometidas a dos modalidades de amamantamiento continuo (AC) ó controlado (Ac) durante el periodo postparto.

Tratamiento	N	Ovejas que ovularon (%)
Amamantamiento continuo (AC)	39	25.64 ^a (10)
Amamantamiento controlado (Ac)	40	52.50 ^b (21)

^{a, b}. Valores con distinta literal en la columna son diferentes ($p < 0.05$).

Los resultados indican que el manejo del amamantamiento por dos periodos de 30 min al día, reducen el periodo de anestro postparto, datos que coinciden con los reportados por Morales-Terán *et al.* (2004), quienes aplicando mismas modalidades de amamantamiento obtuvieron un 88.8% de ovejas que ovularon en Ac con respecto al 70.0% en AC ($p \leq 0.05$). Pérez-Hernández *et al.* (2009) en un estudio similar obtiene valores relevantes manejando amamantamiento continuo (AC; la cría permanece las 24h con la madre), restringido (Ac; con un periodo de 30 min día⁻¹) y destete precoz (DP; donde las crías fueron separadas completamente de las madres al día 7 postparto), obtuvieron con

DP un 70.0% de ovejas que ovularon durante los primeros 56 días postparto, comparado con AC y Ac 18.80 % y 25.0%, respectivamente ($p \leq 0.05$), observando que la restricción del contacto de la cría con la madre permite reanudar la actividad cíclica de la oveja Pelibuey. Aunque cabe mencionar que los corderos de DP presentaron mayor mortalidad, de tal manera que es importante considerar la productividad de los rebaños, así que el amamantar a los corderos por un periodo de 30 min d^{-1} , resulta eficaz para reducir el intervalo parto primera-ovulación, sin afectar a las crías.

En este estudio, el 52.50 % (21/40) de ovejas que ovularon durante los primeros 24 días postparto (DPP) con el manejo de amamantamiento controlado (Ac), porcentaje indicado por medio de la concentración de progesterona en plasma, se indujo la ovulación por medio de la restricción del amamantamiento por dos periodos de 30 min $día^{-1}$. De tal forma, que se reduce el intervalo parto primera ovulación y el efecto inhibitorio en la actividad reproductiva a causa de la relación madre-cría (Pérez-Hernández *et al.*, 2002; Contreras *et al.*, 2003; Morales-Terán *et al.*, 2004). Los autores Schirar *et al.* (1990) y González-Reyna *et al.* (1991), consideran el manejo del amamantamiento como factor clave en el restablecimiento de la actividad ovulatoria ovulatoria de la oveja. Aunado al resultado, la duración de la lactancia reduce el tiempo entre el parto y la primera ovulación, así que entre mayor sea el tiempo de amamantamiento mayor será el tiempo que tarde la oveja en restablecer su ciclicidad, debido a la participación en este periodo de los péptidos opioides (POEs), neurotransmisores que actúan como intermediarios a nivel central entre el estradiol y las neuronas productoras de GnRH, inhibiendo su síntesis, lo anterior indica una disminución en la frecuencia de secreción pulsátil de LH y por lo tanto, suprime la ovulación durante el anestro postparto en la oveja (Gallegos-Sánchez *et al.*, 2005).

4.1.4.2. Cambios de peso de las ovejas

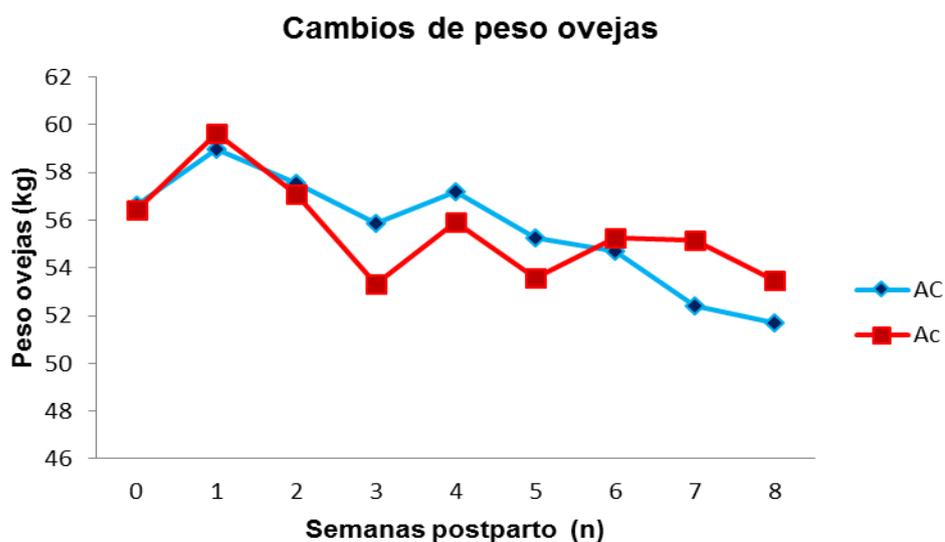
En el peso de las ovejas durante el experimento manejando las modalidades de amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac), no hubo diferencias

significativas entre tratamientos ($p > 0.05$) durante el periodo postparto (Anexo 1). No obstante, se observaron cambios de peso a lo largo de la lactancia (Cuadro 3; Figura 2), observándose que el peso corporal de las ovejas se comportó de manera similar entre los tratamientos. Dicho resultado es similar al obtenido por Arroyo *et al.* (2011) manejando mismas modalidades de amamantamiento, en el cual las ovejas no perdieron peso durante la lactancia. Caso contrario, a lo reportado por Morales-Terán *et al.* (2004), en donde las ovejas con amamantamiento continuo perdieron mayor peso comparado con las del amamantamiento controlado. Esto debido a que las ovejas con AC produjeron mayor leche, lo que implica que durante la lactancia la hembra moviliza y utiliza las reservas corporales y a mayor producción de leche ocasiona mayor remoción de reservas, lo cual implica pérdida de peso durante este periodo postparto (Martínez, 1998).

Cuadro 3. Cambios de peso corporal en ovejas Pelibuey sometidas a amamantamiento continuo (AC) ó controlado (Ac) durante el periodo postparto.

Trat	n	Días postparto								
		PP	9	16	23	31	38	44	51	60
AC	39	56.66 ^{abc}	58.99 ^a	57.53 ^{ab}	55.85 ^{abc}	57.22 ^{ab}	55.25 ^{abc}	54.68 ^{abc}	52.43 ^{bc}	51.68 ^c
Ac	40	56.41 ^{ab}	59.62 ^a	57.09 ^{ab}	53.31 ^b	55.94 ^{ab}	53.58 ^b	55.27 ^{ab}	55.16 ^b	53.48 ^b

^{a,b,c} Valores con la misma literal en la fila no difieren estadísticamente ($p > 0.05$)



AC= Amamantamiento continuo; Ac= Amamantamiento controlado

Figura 2. Cambios de peso corporal de ovejas manejadas con amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac) durante el periodo postparto.

Este resultado, probablemente se debió a que las ovejas parieron con buena condición corporal (CC) y se mantuvo en ambos tratamientos hasta el final del experimento. Sosa *et al.* (2006) menciona que la CC que presentan las ovejas en el momento del parto, influye de manera decisiva en la recuperación de la ciclicidad ovárica. Pond *et al.* (1995) y Martínez *et al.* (1998) indican que la nutrición afecta de manera importante en este proceso debido a que durante la lactancia, la hembra utiliza las reservas corporales de energía, proteína y minerales y se ve reflejada en pérdidas de peso. De tal manera, que la alimentación durante este periodo es clave para evitar la pérdida de peso en las ovejas (Castillo, 2012).

4.1.4.3. Cambios de peso de los corderos

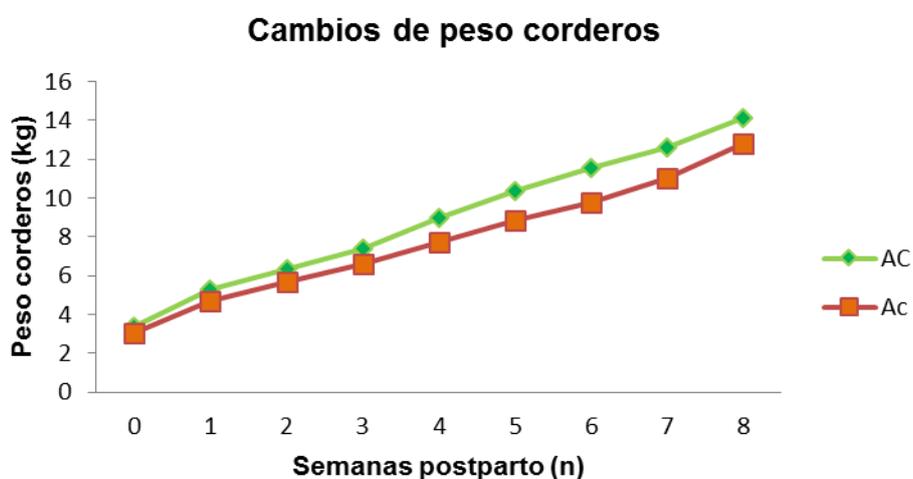
Los corderos en amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac), presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 4; Figura 3) y a través del tiempo (Anexo 2). Los corderos en Ac perdieron mayor peso comparado con el de AC. Esto es probablemente debido a que los corderos de Ac consumieron menor cantidad de leche al permanecer menos tiempo con la oveja como lo hicieron los corderos de AC. La leche representa un aporte importante de nutrientes necesarios a considerar en la ganancia de peso de las crías (Morales-Terán *et al.*, 2004; Camacho, 2007).

Cuadro 4. Cambios de peso corporal en corderos manejados con amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac) durante el periodo postparto.

Trat	n	Días postparto								
		PP	9	16	23	31	38	44	51	60
AC	70	3.35 ^a	5.26 ^a	6.35 ^a	7.39 ^a	8.96 ^a	10.35 ^a	11.56 ^a	12.6 ^a	14.13 ^a
Ac	82	3.06 ^a	4.67 ^b	5.68 ^b	6.62 ^b	7.76 ^b	8.86 ^b	9.8 ^b	11.03 ^b	12.78 ^b

^{a,b}. Valores con distinta literal en la misma columna son diferentes ($p < 0.05$)

Arroyo (2001) menciona que al restringir el amamantamiento y al destetar precozmente a los corderos se estimula el consumo de concentrado y forraje, ayudando a que se convierta en rumiante en menor tiempo. De tal manera que de acuerdo a los resultados (Cuadro 4), se recomienda ofrecer al cordero desde la primera semana de edad un alimento de mejor calidad “creed feeding”, con 17 a 19 % de proteína cruda, que sea palatable y sea ofrecido a libre acceso (Martínez *et al.*, 2010), para que su desarrollo no se vea limitado y se logre igualar el peso corporal de los corderos en AC.



AC= Amamantamiento continuo; Ac= Amamantamiento controlado

Figura 3. Cambios de peso corporal de corderos manejados con amamantamiento continuo y controlado (AC y Ac).

4.1.5. Conclusión

Los resultados obtenidos en el presente estudio, permiten concluir que controlar el amamantamiento a dos periodo de 30 minutos al día, se reduce el intervalo del anestro postparto, restableciendo la actividad ovárica en la oveja Pelibuey a partir del 24 día postparto.

4.2. EXPERIMENTO II.

Amamantamiento controlado y “efecto macho” en la ovulación de ovejas Pelibuey en periodo postparto

4.2.1. Resumen

El “efecto macho” y la interacción con el amamantamiento, influye en la reducción del anestro postparto, induciendo y sincronizando la ovulación de la oveja Pelibuey. En el presente estudio se evaluó si el “efecto macho” induce la ovulación en ovejas amamantando. Se utilizaron 79 ovejas adultas de la raza Pelibuey, paridas en junio de 2012. Las ovejas fueron asignadas al azar a uno de cuatro tratamientos con y sin “efecto macho”: T₁, amamantamiento continuo (AC; n =19) T₂, amamantamiento continuo más efecto macho (AC + EM; n = 20) T₃, amamantamiento controlado (Ac; n = 20) y T₄ amamantamiento controlado más efecto macho (Ac + EM; n = 20). Las ovejas se sincronizaron al día 24 postparto por 9 d utilizando un dispositivo intravaginal con progesterona (P4), (CIDR); además se aplicó 1 mL vía intramuscular por oveja de Lutalyse® (7.5 mg de dinoprost) 2 días antes del retiro del CIDR. El macho provisto de un mandil se les introdujo a las ovejas después del retiro de CIDR, cada 6 horas por 30 minutos. Se tomaron muestras de sangre en las ovejas, vía punción de la vena yugular para analizar concentraciones de progesterona. El porcentaje de ovejas que ovularon después de 24 días postparto se analizaron utilizando un modelo de regresión logística mediante el procedimiento LOGISTIC. Manifestación de estro y tipo de amamantamiento con el efecto macho se analizaron con un modelo completamente al azar con arreglo factorial 2X2. Cambios de peso corporal de ovejas y corderos, con un modelo de mediciones repetidas, por el procedimiento GLM y prueba de Tukey (SAS, 2002). El porcentaje de ovejas que ovularon después del retiro de dispositivo fue diferente para AC (47.37%: p≤0.05) comparado con Ac, AC+EM y Ac (85.0%, 95.0% y 95.0%, respectivamente, cuyo resultado fue similar (p>0.05). El “fecto macho” induce y sincroniza la ovulación de ovejas Pelibuey amamantando sin afectar el peso de las ovejas y corderos.

Palabras clave: Anestro postparto, ovulación, efecto macho, ovejas Pelibuey.

4.2.2. Introducción

Después del parto, los mecanismos neuroendocrinos que inducen la ovulación se interrumpen, conduciendo al anestro postparto (Smart *et al.*, 1994). Durante el amamantamiento en el periodo postparto el estradiol ejerce un efecto de retroalimentación negativa a nivel hipotalámico y disminuye la secreción de GnRH y LH, impidiendo por lo tanto la ovulación (Gallegos-Sánchez *et al.*, 2005).

Cuando la intensidad del amamantamiento se reduce, evento asociado con el desarrollo de la cría, su independencia con respecto a la leche materna y la disminución en la producción láctea, la actividad ovárica se restablece (McNeilly, 2001).

En hembras anovulatorias, como las encontradas en anestro postparto, el macho con una previa separación de las ovejas (“efecto macho”), permite en las hembras un aumento en la secreción de pulsos de LH, seguido de un pico preovulatorio y posteriormente la ovulación. Debido a que el “efecto macho” es un fenómeno multisensorial que involucra el olfato, la vista, el tacto y el oído; la máxima respuesta de las hembras se obtiene cuando todas las señales están presentes, es decir cuando el macho está en contacto directo con las hembras (Pearce y Oldham, 1988).

El amamantamiento prolonga el anestro postparto en la oveja y la presencia del macho reduce el anestro postparto en ovejas. Por lo que el objetivo del presente estudio fue evaluar el “efecto macho” y el amamantamiento en la ovulación en ovejas Pelibuey en el periodo de anestro postparto.

4.2.3. Materiales y métodos

4.2.3.1. Localización del área de estudio

El estudio se realizó durante julio de 2012, en las instalaciones del Laboratorio de Reproducción Ovinos y Caprinos (LaROCA) del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, estado de México.

4.2.3.2. Animales

Se utilizaron 79 ovejas adultas de la raza Pelibuey, paridas en junio de 2012, con peso vivo promedio de 56.53 ± 7.18 kg y sus respectivos corderos con peso al nacimiento promedio de 3.20 ± 0.28 kg provenientes de partos simples, dobles y triples.

4.2.3.3. Tratamientos

Todas las ovejas fueron asignadas al azar a uno de cuatro tratamientos con y sin “efecto macho”, combinando el efecto del amamantamiento en sus diferentes modalidades: T₁, amamantamiento continuo (AC; n =19) T₂, amamantamiento continuo más efecto macho (AC + EM; n = 20) T₃, amamantamiento controlado (Ac; n = 20) y T₄ amamantamiento controlado más efecto macho (Ac + EM; n = 20).

4.2.3.4. Manejo del amamantamiento

Las ovejas en los tratamientos AC permanecieron las 24 h del día con sus corderos hasta el momento del destete y los corderos de las ovejas en los tratamientos Ac, fueron amamantados por dos periodos de 30 min al día (8:00 am y 5:00 pm), el resto del tiempo permanecieron separados de sus madres hasta el día 36 postparto, después de haber terminado la detección de estros. Las ovejas y los corderos se pesaron semanalmente desde el momento del parto hasta el destete (60 d), con la finalidad de determinar la ganancia diaria de peso (GDP) de las crías y los cambios de peso de las ovejas.

4.2.3.5. Manejo del macho

Los machos utilizados para la bioestimulación sexual, fueron separados totalmente de las ovejas. Y para evaluar el “efecto macho”, se realizó la introducción del macho provisto de un mandil, a los corrales de las hembras con los tratamientos EM, cada 6 h por periodos de 30 min por tres días (33 al 35 postparto), a partir del retiro de CIDRs.

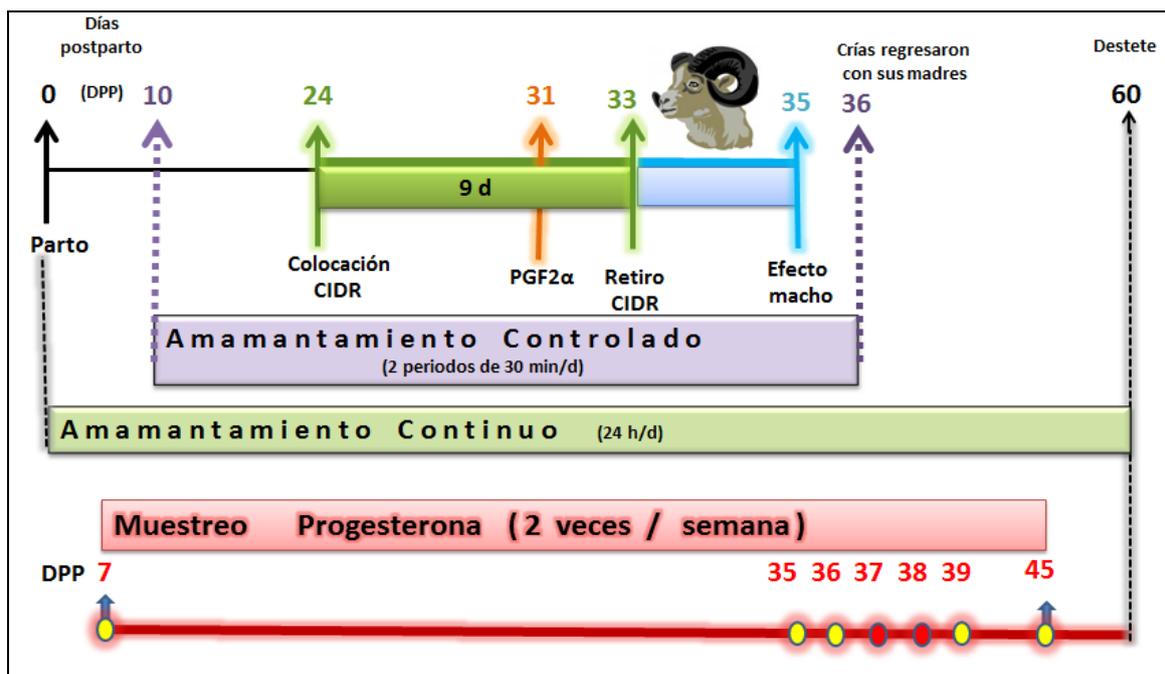


Figura 4. Representación esquemática de los tratamientos y sincronización del estro (Experimento II).

4.2.3.6. Protocolo de sincronización del estro

Se sincronizó el estro a las 79 ovejas al día 24 postparto utilizando un dispositivo intravaginal con progesterona (P4) natural de liberación controlada (CIDR, Pfizer®, 300 mg P4) por 9 días (24 al 33 días postparto), revisando a las ovejas dos veces por día la permanencia del CIDR. Además se aplicó 1 mL vía intramuscular por oveja de Lutalyse® (7.5 mg de dinoprost, Pharmacia & Upjon, Michigan, E.U.A.) 48 horas antes del retiro del CIDR, con la finalidad de lisar posibles cuerpos lúteos presentes en la oveja. Al día 33 postparto se retiró el CIDR.

Se realizaron en total 9 muestreos a todas las ovejas: el muestreo 6 y 7 se realizaron a los 37 y 38 días postparto, respectivamente para determinar el porcentaje de ovejas con cuerpo lúteo (funcional), mediante la detección de las concentraciones en plasma de P4 con una medición $> 1\text{ng mL}$ o bien dos mediciones consecutivas de 0.5ng mL en alguno de los muestreos; para establecer si el tiempo de amamantamiento y el “efecto macho” influyeron en el porcentaje de ovejas que ovularon después de 24 días postparto.

4.2.3.7. Alimentación de los animales durante el periodo experimental

La alimentación estuvo basada en 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 kg d^{-1}), con forraje de buena calidad a libre acceso. Respecto a los corderos estaban consumiendo un concentrado en pellet (20% PC, MNA® con coccidiostato) *ab libitum*, a través del sistema de alimentación “Creep feeding”, a partir del tercer día de edad. Y a partir de los 15 días de edad se les proporcionó una dieta integral con 20% de proteína cruda, 2.7 Mcal de energía metabolizable, hasta el destete. Los machos se alimentaron con la misma dieta de las ovejas.

4.2.3.8. Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron:

Ovejas sincronizadas que ovularon después de 24 días postparto (%):

Porcentaje de ovejas que ovularon después de 24 DPP, el reinicio de la actividad ovárica en la oveja (dos muestreos consecutivos tuvieron 0.5ng mL o más de 1ng mL de progesterona en una sola muestra).

Cambios de peso en las ovejas (kg): Diferencia en el peso de las ovejas desde el parto hasta 60 días postparto.

Cambios de peso en los corderos (kg): Ganancia de peso vivo de los corderos desde el nacimiento hasta los 60 días de edad.

4.2.3.9. Análisis estadístico

El porcentaje ovejitas sincronizadas que ovularon después de 24 días postparto se analizaron utilizando un modelo de regresión logística mediante el procedimiento LOGISTIC de (SAS, 2002).

Los factores de tipo de amamantamiento con el efecto macho se analizaron con un modelo completamente al azar con arreglo factorial 2X2. Cambios de peso corporal de las ovejitas y corderos, se analizaron con un modelo de mediciones repetidas, por el procedimiento GLM de (SAS, 2002). Se realizó la prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$).

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

Donde:

Y_{ijk} = Valor observado de la variable.

μ = 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 ($j=EM$).

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

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

Los cambios de peso corporal de ovejitas y corderos se analizaron por tratamientos por mediciones repetidas mediante el paquete estadístico SAS (2002).

$$Y_{irj} = \mu + T_i + R_{j(r)} + P_j + PT_{ji} + E_{irj}$$

Donde:

Y_{irj} = Valor de la variable respuesta del i-ésimo tratamiento en el r-ésimo animal, en la j-ésimo periodo.

μ = Constante que caracteriza a la población.

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento ($i= 1, \dots, 4$)

$R_{j(r)}$ = Efecto de la r-ésima repetición anidada en el i-ésimo tratamiento ($r=1, \dots, 20$).

$R_{j(r)} \sim N(0, \sigma^2)$.

P_j = Efecto de la j-ésima periodo ($j= 1, \dots, 13$).

PT_{ji} = Efecto de la interacción del j-ésimo periodo por el i-ésimo tratamiento.

E_{irj} = Efecto del error del i-ésimo tratamiento, en el r-ésimo animal, en el j-ésimo periodo.

$E_{irj} \sim N(0, \sigma^2)$.

4.2.4. Resultados y discusión

4.2.4.1. Tasa ovulatoria después de 24 días postparto

Respecto al manejo del amamantamiento (Cuadro 5), se observaron diferencias significativas en ovejas con amamantamiento controlado (Ac) con el 85 % de ovejas que ovularon, comparado con el 47.37% de ovejas con amamantamiento continuo (AC; $p \leq 0.05$). Para restablecer los ciclos estrales en las ovejas después del parto, deben superar los efectos negativos que ejercen la gestación y el parto en el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas, como es la presencia del cordero, que inhiben la secreción pulsátil de GnRH y por lo tanto de LH, impidiendo la ovulación (Pérez-Hernández *et al.*, 2001). Éstos resultados confirman que el manejo del amamantamiento, restringiendo las crías por dos periodos de 30 min día⁻¹, permite reducir el periodo a la primera ovulación después del parto. Éstos resultados concuerdan con lo reportado por autores que han realizado investigación en el manejo del amamantamiento (Arroyo-Ledezma *et al.*, 2000; Pérez- Hernández *et al.*, 2002; Morales-Terán *et al.*, 2004; Gallegos-Sánchez *et al.*, 2005; Camacho, 2007), indicando que el restringir al cordero por uno o dos periodo de 30 min día⁻¹, reduce el periodo de anestro postparto.

En las ovejas con estímulo del macho, el porcentaje de ovulación después de los 24 días postparto, fue similar para AC y Ac con efecto macho (AC+EM y

Ac+EM), con un 95 % de ovejas que ovularon ($p > 0.05$; cuadro 5). Esto sugiere que el efecto macho estimula inmediatamente a las ovejas, la secreción pulsátil de LH seguida por la ovulación y el comportamiento estral (Álvarez y Zarco, 2001; Delgadillo *et al.*, 2008). Por lo anterior e independientemente del factor de amamantamiento, el efecto macho induce la ovulación de las ovejas en periodo de anestro postparto.

Cuadro 5. Comportamiento reproductivo en ovejas Pelibuey sometidas a amamantamiento continuo (AC) ó controlado (Ac) con efecto macho (AC+EM y Ac+EM) durante el periodo postparto.

Tratamiento	n	Ovejas que Ovularon (%)
Amamantamiento continuo	19	47.37 ^a (9)
Amamantamiento continuo con efecto macho	20	95.00 ^b (19)
Amamantamiento controlado	20	85.00 ^b (17)
Amamantamiento controlado con efecto macho	20	95.00 ^b (19)

^{a, b.} Medias con distinta literal en la columna son diferentes ($p < 0.05$).

La integración de los tratamientos AC y Ac, donde las ovejas permanecieron aisladas totalmente del macho antes y durante el experimento, permitió en este estudio (con niveles de progesterona en plasma) determinar la ovulación de las ovejas ($\geq 1 \text{ ngmL}^{-1}$ ó dos concentraciones consecutivas $\geq 0.5 \text{ ngmL}^{-1}$ de P_4) por el efecto del macho. Los niveles de LH tienen un papel determinante en la maduración final del folículo preovulatorio (Baird, 1983) y los bajos niveles de esta hormona en anestro, podría afectar su funcionalidad, dando lugar al mantenimiento de folículos envejecidos con bajos niveles de estradiol. Esta situación podría relacionarse con la no aparición de signos de celo y ovulación hasta el desarrollo de un folículo preovulatorio adecuado (González-Bulnes *et al.*, 2005).

En un estudio realizado por Morales-Terán *et al.* (2011), manejando amamantamiento continuo y controlado con y sin efecto macho, obtuvieron un 35.7 % con AC un 64.8 % con AC+M un 57.1% con Ac y un 100% con Ac+M

de ovejas Pelibuey que ovularon durante los primeros 60 días postparto. Al respecto, la interacción del amamantamiento y el efecto macho, reducen el intervalo parto primera ovulación. En un estudio similar en ovejas con AC+EM y Ac+EM, Cruz (2011) encontró resultados de 92.45 y 96.36 %, respectivamente, de ovejas que ovularon. Datos similares a los encontrados en este experimento y complementando lo anterior, se sugiere que no es necesario realizar el manejo del amamantamiento restringido, ya que la sincronización y el efecto macho son suficientes para inducir la ovulación en el periodo postparto. Probablemente las ovejas que se encontraban en anestro postparto, se liberaba un pulso de GnRH y LH con frecuencia baja, controlados mediante el mecanismo de retroalimentación negativa por niveles mínimos de estradiol, la repentina introducción del macho con la función feromonal y multisensorial (comportamiento sexual, olor, baleos, etc.) provocó en las ovejas incremento en la frecuencia de pulsos de LH plasmática, acompañada de la ovulación (Martínez *et al.*, 1998; Álvarez y Zarco, 2001; Delgadillo *et al.*, 2008; De Lucas *et al.*, 2008).

Sin embargo, la calidad de las primeras ovulaciones tras la introducción de los machos es variable, ya que se produce la aparición de ciclos cortos con baja actividad lútea y fertilidad tanto en cabras (González-Bulnes *et al.*, 2005) como en ovejas (Álvarez y Zarco, 2001). En consecuencia, la primera ovulación inducida es silenciosa y seguida por una fase lútea corta. La fase lútea corta es seguida por un segundo pico de LH y la ovulación inducida origina un cuerpo lúteo de características normales. Las ovejas con un cuerpo lúteo de corta duración, vuelven a ovular alrededor de seis días después, en lugar de los 17 días que normalmente dura el ciclo estral. Al respecto, resulta dudosa la viabilidad de los CL producidos, si son de vida media normal o de vida media corta; esto se comprueba con la fertilidad y gestación de las ovejas, parámetro reproductivo que no se realizó en este estudio.

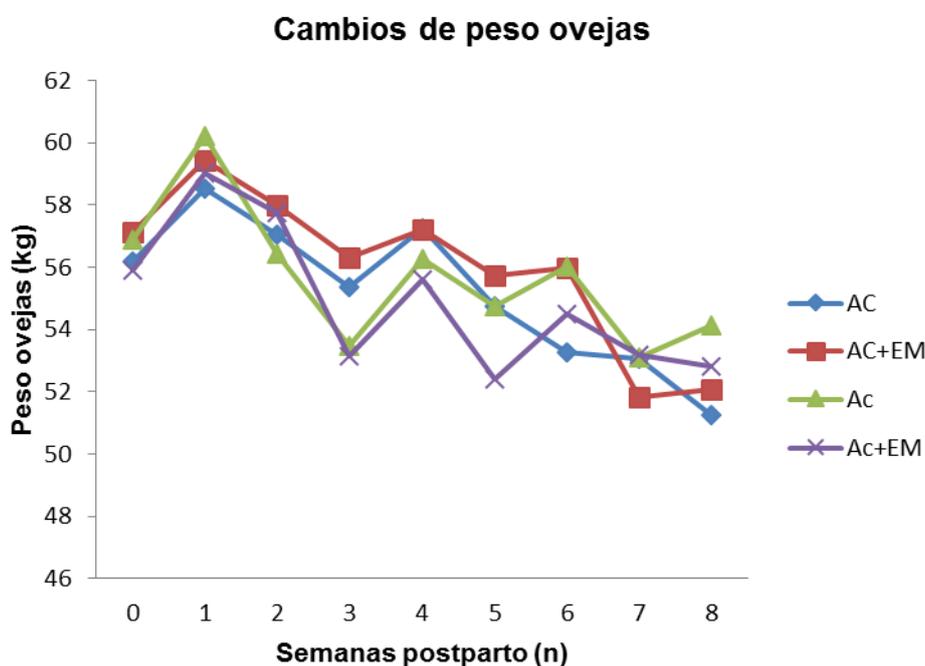
4.2.4.2. Cambios de peso en las ovejas

El peso de las ovejas bajo modalidades de AC y Ac con el efecto macho (Cuadro 6), no presentaron diferencias ($p>0.05$; Figura 5; Anexo 3) por semana, ni por la interacción semana por el tipo de tratamiento.

Cuadro 6. Cambios de peso corporal en ovejas Pelibuey bajo las modalidades de amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac), con y sin efecto macho (EM), durante el periodo postparto.

Trat	n	Días postparto									
		PP	9	16	23	31	38	44	51	60	
AC	19	56.17 ^a	58.54 ^a	57.06 ^a	55.35 ^a	57.24 ^a	54.76 ^a	53.28 ^a	53.05 ^a	51.26 ^a	
AC+EM	20	57.13 ^a	59.43 ^a	57.98 ^a	56.33 ^a	57.20 ^a	55.72 ^a	56.00 ^a	51.85 ^a	52.08 ^a	
Ac	20	56.90 ^a	60.23 ^a	56.42 ^a	53.46 ^a	56.27 ^a	54.75 ^a	56.04 ^a	53.12 ^a	54.14 ^a	
Ac+EM	20	55.91 ^a	59.01 ^a	57.75 ^a	53.15 ^a	55.61 ^a	52.41 ^a	54.50 ^a	53.20 ^a	52.82 ^a	

^a. Valores con distinta literal en la misma columna son diferentes ($p\geq 0.05$)



AC=Amamantamiento continuo; AC+EM=Amamantamiento continuo con efecto macho; Ac=Amamantamiento controlado; Ac+EM=Amamantamiento controlado con efecto macho.

Figura 5. Cambios de peso corporal de ovejas manejadas con amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac), con y sin efecto macho (EM), durante el periodo postparto.

El peso de las ovejas se comportó muy similar durante el estudio en los cuatro tratamientos ($p>0.05$). En la segunda semana del pesaje (día 9 postparto), en todas las ovejas hubo una disminución de peso hasta el destete, resultados que se relaciona con lo reportado por Martínez, (1998) la mayor producción de leche demanda mayor movilización de reservas corporales, aunado a esto Jimeno *et al.* (1997) mencionan que la evolución de la capacidad de ingestión de alimentos durante la lactancia aumenta después del parto, debido al aumento de las necesidades nutritivas para la producción de leche, provocando la movilización y remoción de reservas corporales, disminuyendo el peso y condición corporal.

El déficit nutritivo al inicio de la lactación debe ser controlado de manera que la oveja a las seis semanas no haya perdido más de 1 punto de condición corporal (CC; óptima entre 2.5-3), sobre al que se presenta al momento del parto. Cuando disminuye la condición corporal, por abajo de éste nivel, la eficiencia en la utilización de energía para la producción de leche disminuye y hay una menor eficacia de la reproducción (Robinson, 1982).

4.2.4.3. Cambios de peso en los corderos

Cuadro 7. Cambios de peso corderos manejados con amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac), con y sin efecto macho (EM) durante el periodo postparto.

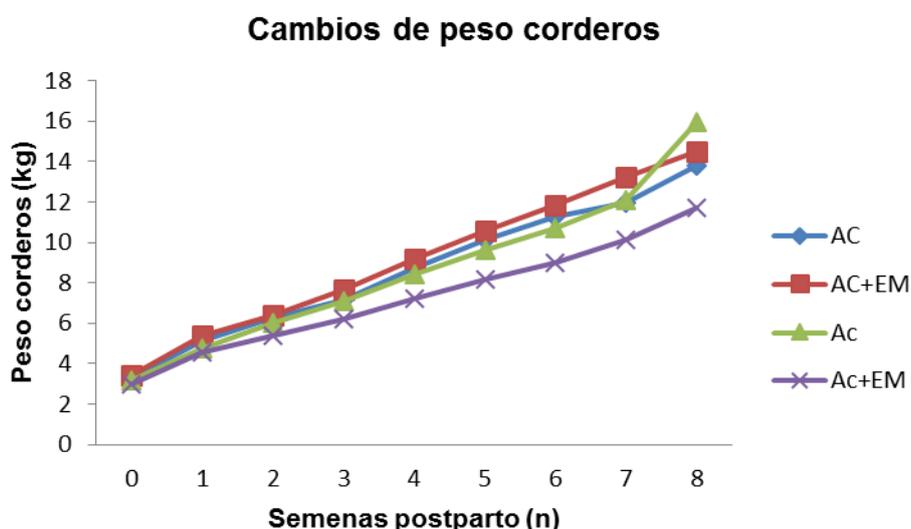
Trat	n	Días postparto								
		PN	9	16	23	31	38	44	51	60
AC	35	3.30 ^a	5.12 ^{ab}	6.27 ^{ab}	7.15 ^{ab}	8.76 ^a	10.13 ^a	11.26 ^a	11.99 ^{ab}	13.78 ^a
AC+EM	35	3.41 ^a	5.41 ^a	6.42 ^a	7.64 ^a	9.18 ^a	10.58 ^a	11.87 ^a	13.23 ^a	14.49 ^a
Ac	37	3.15 ^a	4.78 ^{ab}	6.03 ^{ab}	7.11 ^{ab}	8.44 ^{ab}	9.64 ^{ab}	10.73 ^{ab}	12.09 ^{ab}	15.96 ^{ab}
Ac+EM	45	2.99 ^a	4.58 ^b	5.4 ^b	6.21 ^b	7.21 ^b	8.2 ^b	9.01 ^b	10.12 ^b	11.71 ^b

^{a,b}. Valores con distinta literal en la misma columna son diferentes ($p<0.05$)

PN= Peso al nacimiento

Respecto al peso de los corderos, no hubo diferencias significativas entre tratamientos ($p>0.05$). Sin embargo, en el cuadro 7 se observa (Anexo 4) que

los corderos con Ac+EM (a partir del día 9 postparto hasta el destete, 60 d), el peso de los corderos fue siempre menor comparado con el AC+EM, por efecto del amamantamiento controlado o restringido, y debido al mayor consumo de leche materna por los corderos en AC (Arroyo *et al.*, 2011), por el hecho de permanecer todo el tiempo con sus madres y debido al concentrado *ad libitum* que se les proporcionó a todos los corderos desde la primera semana de nacidos.



AC=Amamantamiento continuo; AC+EM=Amamantamiento continuo con efecto macho; Ac=Amamantamiento controlado; Ac+EM=Amamantamiento controlado con efecto macho.

Figura 6. Cambios de peso corporal de corderos manejados con amamantamiento continuo y controlado (AC y Ac), con y sin efecto macho (EM) durante el periodo postparto.

Como es evidente (Figura 6), el peso de los corderos de Ac+EM comparado con AC, AC+EM y Ac, es posible mejorarlo considerando lo que mencionan los autores Jimeno *et al.* (1997) y Church *et al.* (2006), la fase entre el nacimiento y el destete del cordero es caracterizado por un rápido crecimiento y las necesidades nutricionales en corderos y animales jóvenes en general, son mayores debido a que la capacidad del conducto de intestino grueso tiene un espacio y una función limitada, tomar leche y alimentación adicional muy digerible. Por lo que se sugiere apoyar a los corderos con un sustituto de leche

y un concentrado y forraje para que estimule obtener mejores índices de crecimiento en corderos con Ac, como los reportados por Camacho (2007) y Herrera (2008), donde no encontraron diferencias significativas en el peso corporal de los corderos al manejar modalidades de amamantamiento continuo y controlado.

4.2.5. Conclusión

El efecto macho, con el control de amamantamiento incrementa el número de ovejas que ovulan, y por lo tanto, reduce el intervalo parto primera ovulación, sin afectar negativamente el peso de las ovejas y corderos.

V. CONCLUSIONES GENERALES

Con base en los resultados obtenidos, se concluye que el manejo del amamantamiento controlado a partir del día 10 postparto, amamantando por dos periodos de 30 minutos al día restablece la actividad ovárica en la oveja Pelibuey, y el uso del “efecto macho” induce y sincroniza la ovulación en ovejas Pelibuey sincronizadas y amamantando durante el periodo postparto, sin afectar peso corporal de ovejas y corderos.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones obtenidas en este estudio, se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda el uso del “efecto macho” y control del amamantamiento, para inducir la ovulación en los primeros 35-38 días postparto.
- Se recomienda apoyar a los corderos sometidos a amamantamiento controlado (Ac) con un sustituto de leche y un concentrado y forraje para que estimule y se obtengan mejores índices de crecimiento y se logre igualar el peso obtenido por corderos con amamantamiento continuo (AC).

→ Ofrecer a las ovejas una buena nutrición, durante los diferentes estados fisiológicos en los que se encuentre, tratando de cubrir sus requerimientos nutricionales.

VII. LITERATURA CITADA

- Almanza, V. A. 2007. Razas ovinas de uso comercial en México. Revista del borrego, 46p.
- Álvarez, R. L., Q. L. A. Zarco. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. Veterinaria México, 32 (2):117-129.
- Álvarez, R. L., F. Galindo y Q.L. Zarco. 2002. Fenómenos reproductivos relacionados con interacciones sociales en pequeños rumiantes. Memorias de IV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Etología Veterinaria A.C. México, D.F. pags. 71-85.
- Álvarez, L. y S. Andrade. 2008. El efecto macho reduce la edad al primer estro y ovulación en corderas Pelibuey. Archivos de Zootecnia, 57(217):91-94.
- Arroyo, L.J. 2001. Amamantamiento y su efecto en el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en ovejas Pelibuey. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo Edo. De México. 43 p.
- Arroyo-Ledezma J., J. Gallegos-Sánchez, G. A. Villa y M. J. Valencia. 2006. Sistemas neurales de retroalimentación durante el ciclo reproductivo anual de la oveja: Una revisión. Interciencia, 31(1): 8-15.
- Arroyo, J., C.H. Magaña and E.M.E. Camacho. 2009. Neuroendocrine regulation of postpartum anestrous in ewes. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 10: 301-312.
- Arroyo, J., M.A. Camacho-Escobar., N.Y. Ávila-Serrano and J.A. Hoffman. 2011. Influence of restricted female-lamb contac in length of postpartum anestrous in Pelibuey sheep. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 14: 643-648.

- Arroyo, J.L., G.U. Cortes, B.J. De la Torre y L.J. Hernández. 2012. Control Artificial de la Reproducción en Ovinos de Pelo. Memorias de Reunión Bianual sobre Reproducción Animal, Edo. De México. pags. 37-58.
- Atkinson, S. and P. Williamson. 1985. Ram-induced growth of ovarian follicles and gonadotrophin inhibition in anoestrous ewes. *Journal Reproduction and Fertility*, 73: 185-189.
- Baird, D.T. 1983. Factors regulating the growth of the preovulatory follicle in sheep and human. *Journal Reproduction and Fertility*, 69: 343-352.
- Brand, A. and W.H.R. De Jong. 1973. Qualitative and quantitative micromorphological investigations of the tertiary follicle population during the oestrus cycle in sheep. *Journal Reproduction and Fertility*, 33: 431-439.
- Camacho, R.J.C. 2007. Restricción del amamantamiento en la eficiencia reproductiva postparto de ovejas Pelibuey. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo Edo. De México. 88 p.
- Camacho, R.J.C., M.A. Pro., P.C.M. Becerril, S.B. Figueroa, G.B. Martín, J. Valencia and S.J Gallegos. 2008. Prevention of suckling improves postpartum reproductive responses to hormone treatments in Pelibuey ewes. *Animal of Reproduction Science*, 107: 85-93.
- Castillo, M.P.P. 2012. Manejo reproductivo postparto en ovejas de pelo. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. 65 p.
- Chemineau, P., 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian oestrus cycles in anovulatory goats - a review. *Livestock Production Science*, 17: 135-147.
- Church, D.G., W.G. Pond y K.R. Pond. 2006. Fundamentos de nutrición y Alimentación de Animales. 2ª Edición. Ed. Limusa wiley. México. D.F. 635 p.

- Cohen, T.J. and J.P. Signoret. 1987. Effect of short exposure to the ram on later reactivity of anoestrous ewe to the male effect. *Animal of Reproduction Science*,13: 263-268.
- Corke, D.G. 1980. Use of teasing in A. I. Programme. *Proc. Aust. Soc. Animal Production*, 13: 81-82.
- Correia, T., J. Azevedo, A. Mendoca, P. Fontes, H., Velasco R. Mauricio. M. Cardoso y R. Valentin. 2010. Utilización de diferentes tratamientos con el efecto macho en la interrupción del anestro estacional en ovejas de la raza Churra Galega Bragançana. XXXV Congreso de la SEOC. Portugal. pags. 1-4.
- Contreras, I., P. Bastidas, O. Verde, Z. Rondón, J. Arango y T. Díaz. 2003. Efecto del aislamiento del carnero durante el parto sobre la actividad ovárica postparto en ovejas West African. *Rev. Facultad de Ciencias Veterinarias*, 44: 67-76.
- Cruz, E.F. 2011. “Efecto macho” y su relación con el anestro postparto en la oveja Pelibuey amamantando. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados. 51 p.
- Delgadillo, J.A., J.A. Flores., G. Veliz, G. Duarte, J. Vielma, H. Hernández, and I.G. Fernández. 2006. Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reproduction Nutrition Development*, 391-400.
- Delgadillo, J.A., J. Vielma, J.A. Flores, F.G. Véliz, G. Duarte y H. Hernández. 2008. La calidad del estímulo emitido por el macho determina la respuesta de las cabras sometidas al efecto macho. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 9: 39-45.
- Delgadillo, J.A., R. Ungerfeld, J.A., Flores, H. Hernández and G. Fitz-Rodríguez. 2011. The ovulatory response of anoestrous goats exposed to the male effect in the subtropics is unrelated to their follicular diameter at male exposure. *Reproduction of Domestic Animals*, 46: 687-691.

- De Lucas, T.J., Q.L.A. Zarco y P.C. Vásquez. 2008. El efecto macho como inductor de la actividad reproductiva en sistemas intensivos de apareamiento de ovinos. *Veterinaria México*, 39 (2): 118-127.
- Evans, A.C.O., P. Duffy, N. Hynes and M.P. Boland. 2000. Waves of follicle development during the estrous cycle in sheep. *Theriogenology*, 53: 699-715.
- Evans, A.C.O. 2003. Characteristic of ovarian follicle development in domestic animals. *Reproduction in Domestic Animals*, 38: 240-246.
- Gallegos-Sánchez J., A. Herrera-Corredor, O. Tejeda-Sartorius y P. Pérez-Hernández. 2005. Manejo del anestro postparto en vacas de doble propósito. *Reproducción en Rumiantes. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México*. 325 p.
- Ginther, O.J. and K. Kot .1994. Follicular dynamics during the ovulatory season in goats. *Theriogenology*, 42: 987-1001.
- García, A.E.1989. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarla a las condiciones de la república mexicana).4ª ed. Instituto de Geografía. UNAM, México. 252 p.
- González, B. L.A. and S.I. Contreras. 2012. Estrategias sostenibles de manejo reproductivo en la oveja. *Memorias de Reunión Bianual sobre Reproducción Animal, Edo México*. Pags.108-121.
- González, G. R., H. G. Torres y A.M. Castillo. 2002. Crecimiento de corderos Blackbelly entre nacimiento y el peso final en el trópico húmedo de México. *Veterinaria México*, 33: 443-453.
- González-Bulnes, A., A. Díaz, B. Urrutia, J.A. Carrizosa y S.A. López. 2005. Crecimiento folicular preovulatorio en respuesta al efecto macho en cabras tratadas con progesterona en vehículo oleoso. *Sitio Argentino de Producción Animal*. 1-3 p.

- González- Reyna, A., Z.W. Valencia, W.C. Foote. and B.D. Murphy. 1991. Hair sheep in México: Reproduction in the Pelibuey sheep. *Animal Breeding Abstracts*, 59: 504-524.
- González, S.C. 2012. Comportamiento maternal en ovejas West African y mortalidad de corderos. *Mundo pecuario*, 8(1): 33-48.
- Hafez, E.S.E. y B. Hafez. 2000. *Reproducción e Inseminación Artificial en Animales*. 7ma ed. Ed. McGraw-Hill Interamericana, México, D.F. 519 p.
- Haynes, N.B., G.E. Lamming, K.P. Yang, A.N. Brooks and A.D. Finnie. (1989). Endogenous opioid peptides and farm animal reproduction. *Oxford reviews in Reproductive Biology*, 11: 111-145.
- Hawken, P.A.R., A.P. Beard, T. Esmaili, H. Kadokawa, A.C.O. Evans., D. Blache, and G.B. Martin. 2007. The introduction of rams induces an increase in pulsatile LH secretion in cyclic ewes during the breeding season. *Theriogenology*. 68: 56-66.
- Herrera, C.C.A. 2008. Efecto de la restricción del amamantamiento y el aceite de soya en el desarrollo folicular y el retorno a la actividad ovárica postparto en ovejas de pelo. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados, 109 p.
- Jhonson, S., K., P.E. Lewis and Inskeep. 1991. Steroids and cAMP in follicles of postpartum beef cow treated with norgestomet. *Journal of Animal Science*, 69: 3747-3753.
- Jimeno V., M.A. Majano y P.G. Rebollar. 1997. Interacción nutrición reproducción en los ovinos de leche. XIII Curso de especialidades FEDNA. pags. 65-79.
- Kendrick, K.M., F. Léyy and E.B. Keyerne. 1991. Importance of vaginocervical stimulation for the formation of maternal bonding in primiparous and multiparous ewes. *Physiology & Behaviour*, 50: 595.

- Kirenia P. C., N.F. Fonseca, J.A. Vázquez, R. G. Niurky., A.L. Botello J. L. Fernández., Y.R. Valera., J.P. Sánchez and M.C. Miranda. 2011. Caracterización de indicadores bioproductivos del ovino Pelibuey en el municipio de Pilón. *Redalyc, Cuba*. 12(6): 1675-7504.
- Landaeta, H.A. y P. Chenoweth. 2011. Bioestimulación o efecto macho. *Mundo Pecuario*, 2: 85-96.
- López, G.J.C., V.A. Mejía., V.S. Ramírez, H.H. Hernández, M.G. Duarte, S. J.A. Delgadillo y C.J.A. Flores. 2010. La introducción de un macho al inicio de la fase luteal modifica las características de las oleadas foliculares en las cabras cíclicas. *Revista Agraria*, 7: 41-48.
- López, S. A., M.M. Alonso y B.A. Gómez. 1985. Características del comienzo de la pubertad en corderas Manchegas mediante la estimulación por machos en estación desfavorable. *INIA*, 22: 167-181.
- López, S.A., M.J. Santiago, G. A. De Bulnes y L.M. García. 1993. Aspectos característicos de la fisiología reproductiva de la oveja. *Rev. Redalyc*, 3: 123-133.
- López, S.A. and E.K. Inskeep. 1998. Effects of lactation status, progestogen and ram exposure on response to cloprostenol in ewes during anestrus season. *Theriogenology*, 30: 279-289.
- McNeilly, A.S. 2001. Lactational control of reproduction. *Reproduction. Fertility Development*, 13: 583-590.
- Macedo, R. y A. Alvarado. 2005. Efecto de la época de monta sobre la productividad de ovejas Pelibuey bajo dos sistemas de alimentación en Colima, México. *Archivos de Zootecnia*, 54: 51-62.

- Mariana, J.C., D. Monniaux, M.A. Driancourt and P. Mauléon 1991. Folliculogenesis. In: Cupps P.T. Reproduction in domestic animals, 4 ed. Academic Press, 119-171.
- Martin, G.B., C.M. Oldham., Y. Cognié. And D.T. Pearce. 1986. The physiological response of anovulatory ewes to the introduction of rams - a review. *Livestock Production Science*, 15: 219-247.
- Martin, G.B. y H.G. Banchemo. 1999. Nutrición y reproducción en rumiantes. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. De México. 27-58 p.
- Martínez, R.R.D., L.C., G.I.R. Cruz y Q.L.A. Zarco. 1998. Influencia del carnero sobre la ocurrencia de estros en la oveja Pelibuey. *Veterinaria México*, 29(1) 1-5.
- 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 Tlaxcala. México. pags. 29-38.*
- Martínez, G.S., O. J. Aguirre, D.A.A. Gómez F.M. Ruíz, F.C. Lemus C.H. Macías, F.L.A. Moreno, M.S. Salgado y Ramírez L.M.H. 2010. Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles. Nayarit. México. pags. 1-11.
- Menchaca, A. y E. Rubianes. 2012. Avances en el control ovárico en la oveja. *Memorias Reunión Bianual sobre Reproducción Animal. Estado de México. pags. 76-83 p.*
- Morales-Terán. G., M. A. Pro, S.B Figueroa, R.C. Sánchez. y S. J. Gallegos. 2004. Amamantamiento continuo o restringido y su relación con la duración del anestro postparto en ovejas Pelibuey. *Agrociencia*, 38: 165-171.
- Morales, T.G. 2010. Estrategias de manejo del anestro postparto en ovejas Pelibuey. Tesis doctorado. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. De México. 104 p.

- Morales-Terán, G., C.C.A. Herrera, P. Pérez, O.J. Salazar y S.J. Gallegos. 2011. Influence of controlled suckling and the male effect on the resumption of postpartum ovarian activity in pelibuey sheep. *Tropical and Subtropical Agroecosystem*, 14: 493-500.
- Murphy, M.G., M.P. Boland. and J.F. Roche. 1990. Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckler cows. *Journal of Reproduction Fertility*, 90: 523-533.
- Murtagh, J.J., D.R. Gray, D.R. Lindsay, C.M. Oldham. 1984. The influence of the “ram effect” in 10–11 month-old Merino ewes on their subsequent performance when introduced to rams again at 15 months of age. *Proc. Aust., Soc. Animal Production*, 15: 490-493.
- Nett, T.M. 1987. Function of hypothalamic–hypophysial axis during the post-partum period in ewes and cows. *Journal of Reproduction and Fertility*, (Suppl.) 34: 210-213.
- Nett, T.M., D. Cermak, T. Broden, J. Manns, and G.D. Niswedwer. 1988. Pituitary receptors for GnRH and estradiol, and pituitary content of gonadotropins in beef cows. II. Changes during the postpartum period. *Domestic Animals. Endocrinology*, 5: 81 p.
- Nowak, R., R.H. Porter, F. Lévy, P. Orgeur and B. Schaal. 2000. Role of mother-young interactions in the survival of offspring in domestic mammals. *Reviews Reproduction*, 5: 153-163.
- Oldham, C.M. y G.B. Martin. 1978. Stimulation of seasonally anovular Merino ewes by rams. II. Premature regression of ram induced corpora lutea. *Animal of Reproduction Science*, 1: 291-295.
- Oldham, C.M. and D.T. Pearce .1983. Mechanism of the ram effect. *Proc. Austr. Soc. Reproduction Biology*, 15: 72-75.

- Padilla, R.F., S.G Mapes y K.F. Jimenes. 1988. Perfiles hormonales durante el ciclo estral de la oveja. *Técnica Pecuaria de México*, 26: 97-108.
- Pearce, D.T. and C.M. Oldham. 1984. The effect its mechanism and application to the management of sheep-Review. In: *Reproduction in Sheep*. Lindsay, D.R. and Pearce, D.T. (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge. pags. 26–34 p.
- Pearce, G.P. and C.M. Oldham. 1988. Importance of non-olfactory ram stimuli in mediating ram–induced ovulation in the ewe. *Journal Reproduction Fertility*, 84: 333-339.
- Peinado, G.J.1999. El “Efecto macho” (E.M.) en la mejora de la reproducción del ganado ovino. Centro de investigación y Tecnología Animal, pags 1-9.
- Pérez–Hernández, Del R. C. Sánchez. y S.J. Gallegos. 2001. Anestro postparto y alternativas de manejo del amamantamiento en vacas de doble propósito en trópico .*Archivos de Producción Sanidad Animal*, 16 (2): 250-270.
- Pérez-Hernández, P., M. García-Winder, J. Gallego-Sánchez. 2002. Postpartum anoestrus is reduce increasing the within day milking to suckling interval in dual purpose cows. *Animal Reproduction Science*, 73: 159-168.
- Pérez-Hernández, P., V.V.M. Hernández. S.B. Figueroa, H. G., Torres R. P. Díaz y S.J. Gallegos 2009. Efecto del tipo de amamantamiento en la actividad ovárica postparto de oveja Pelibuey y tasas de crecimiento de corderos en los primeros 90 días de edad. *Rev. Redalyc*, 39 (4): 343-349.
- 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, pags 125-136.
- Peter, A.T, H. Levine, M. Drost and R. Bergfelt. 2009. Compilation of classical and contemporary terminology used to describe morphological aspects of ovarian dynamics in cattle. *Theriogenology*, 71: 1343-1357.

- Pijoan, J. J. 1983. Aspectos endócrinos en diversas fases reproductivas de las ovejas: Ciclo estral. *Veterinaria México*, 14: 229-234.
- Poindron, P., M. Caba, A. Romeyer y P. Gomora 1995. El vínculo madre-cría en los rumiantes y sus consecuencias en la producción. En: *Etología y producción animal. Semin. Intern. Colegio de Posgraduados, México.* pags 23-45p.
- Pond, W. G., D.C.Church and R.R.Pond.1995. *Basic Animal Nutrition and Feeding.* J. Wiley and Sons. USA. pags. 415-443.
- Porras, A.A. 2005. Características reproductivas de la oveja Pelibuey. En: Gallegos, S.J., M.A. Pro, S.O. Tejeda and M.S.S. González (Eds.). *IV Curso Internacional sobre reproducción en rumiantes.* 22-26 de agosto. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. pags. 71-82.
- Ramón, U.J.P. y G.J.R. Sanginés. 2002. Respuesta al efecto macho de primaras Pelibuey en condiciones de pastoreo y suplementación en el trópico. *Técnica Pecuaria México*, 40:(3) 309-317.
- Rubianes, E. and R. Ungerfeld. 1993. Uterine involution and ovarian changes during early post partum in autumn-lambing Corriedale ewes. *Theriogenology*, 40(2): 365-372.
- Robinson, J. J. 1982. *Sheep and goat production.* Elsevier, Amsterdam, Holanda. pags. 103-118.
- Rhodes, F.M., S. McDougall, C.R. Burke, G.A. Verkerk and K.L. Macmillan. 2003. Invited Review: Treatment of cows with an extended postpartum anestrous interval. *Journal Dairy Science*, 86: 1876-1894.
- Rosa, H.J.D. and M. J. Bryant. 2002. The "ram effect" as a way of modifying the reproductive activity in the ewe: a review. *Small Ruminant Research*, 45: 1-16.

SAS. 2002. Versión 9.1. SAS Institute Inc. Cary. NC, USA.

Sheldon, I.M., D.E. Noakes, M. Bayliss and H. Dobson. 2003. The effect of oestradiol postpartum uterine involution in sheep. *Animal Reproduction Science*, 78: 57-70.

Schirar, A. Y., Cognié, F. Louault., N. Poulin, C. Meusnier, M.C. Levasseur and C. Meusnier. 1990. Resumption of gonadotrophin release during the post-partum period in suckling and non-suckling ewes. *Journals of Reproduction Fertility*, 88: 93-604.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2009. Producción pecuaria. <http://www.siap.gop.mx/>

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2012. Producción pecuaria, <http://www.siap.gop.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. *Journal Reproduction and Fertility*, 101: 115-119.

Signoret, J.P., W.J. Fulkerson and D.R. Lindsay. 1982. Effectiveness of testosterone-treated wethers and ewes as teasers. *Appl. Animal. Ethology*, 9: 37-45.

Stagg, K., L.J. Spicer., J.M. Sreenan J.F. Roche and M.G. Diskin. 1998. Effect of calf isolation on follicular wave dynamics, gonadotropin and metabolic hormone changes, and interval to first ovulation in beef cows fed either of two energy levels postpartum. *Biology Reproduction*, 59: 777-783.

Sosa, C., J. A. Abecia, I. Palacín, F. Forcada y A. Meikle. 2006. El reinicio de la ciclicidad ovárica postparto en ovejas está determinada por la condición corporal al parto. XXXI Jornadas Científicas y X Internacionales de la Sociedad

Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia (SEOC), Ed. Junta de León y Castilla. Zamora, España. 406 p.

Tilbrook, A.J., M.D. Turner., M.D. Ibbott and I.J. Clarke. 2006. Activation of the hypothalamo-pituitary-adrenal axis by isolation and restraint stress during lactation in ewe: effect of the presence of the lamb and suckling. *Endocrinology*, 147: 3501-3509.

Ungerfeld, R., M.A. Ramos and P.S.P. González. 2008. Ram effect: adult rams induce a greater reproductive response in anestrus ewes than yearling rams. *Animal of Reproduction Science*, 103: 271-277.

Uribe, V.L.F., E. Oba, M.I.L. Souza. 2008. Población folicular y concentraciones plasmáticas de progesterona (P₄) en ovejas sometidas a diferentes protocolos de sincronización. *Archivos de Medicina. Veterinaria*, 40: 83-88.

Valencia, J., A. Porras, O. Mejía, J.M. Berruecos, J. Trujillo y L. Zarco. 2006. Actividad reproductiva de la oveja pelibuey durante la época del anestro: Influencia de la presencia del macho. *Redalyc*, 16(2): 136-141.

Valencia, J., J. Arroyo, J. Trujillo, S.H. Magaña and L. Zarco. 2010. Exposure to the male does not exert a luteolytic effect in cyclic goats. *Journal Applied Animal Research*, 38: 181-184.

Walkden, B.S.W, B.J. Restall and Henniawati. 1993. The male effect in Australian Cashmere goat. 3. Enhancement with buck nutrition and use oestrous females. *Animal Reproduction Science*, 32: 69-84.

Wattermann, R. P. 1980. Postpartum endocrine fuction of cattle, sheep and swine. *Journal Animal Science*, 51: 2-15.

Williams, G.L. 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *Journal Animal Science*, 68: 831-852.

Wise, M.E. 1990. Gonadotropin releasing hormone secretion during the postpartum anestrous period of the ewe. *Biology Reproduction*, 43: 719-725.

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

VIII. ANEXOS

Cuadro 1. Cambios de peso corporal en ovejas Pelibuey sometidas a amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac) durante el periodo postparto.

Trat	n	Días postparto								
		PP	9	16	23	31	38	44	51	60
AC	39	56.66 ^a	58.99 ^a	57.53 ^a	55.85 ^a	57.22 ^a	55.25 ^a	54.68 ^a	52.43 ^a	51.68 ^a
Ac	40	56.41 ^a	59.62 ^a	57.09 ^a	53.31 ^a	55.94 ^a	53.58 ^a	55.27 ^a	55.16 ^a	53.48 ^a

^{a,b} Valores con la misma literal en la columna no difieren estadísticamente ($p > 0.05$)

Cuadro 2. Cambios de peso corporal corderos manejados con AC y Ac.

Trat	N	Días postparto								
		PP	9	16	23	31	38	44	51	60
AC	70	3.35 ^a	5.26 ^b	6.35 ^{bc}	7.39 ^{cd}	8.96 ^{ed}	10.35 ^{ef}	11.56 ^{fg}	12.6 ^g	14.13 ^h
Ac	82	3.06 ^a	4.67 ^{ab}	5.68 ^{bc}	6.62 ^{cd}	7.76 ^{dc}	8.86 ^{ef}	9.8 ^{fg}	11.03 ^{hg}	12.78 ^h

^{a,b,c,d,e,f,g} Valores con distinta literal en la misma fila son diferentes ($p < 0.05$)

Cuadro 3. Cambios de peso corporal ovejas Pelibuey bajo las modalidades de amamantamiento controlado (AC) y continuo (Ac) con y sin efecto macho (EM).

Trat	n	Días postparto								
		PP	9	16	23	31	38	44	51	60
AC	19	56.17 ^a	58.54 ^{ab}	57.06 ^{ab}	55.35 ^{ab}	57.24 ^{ab}	54.76 ^{ab}	53.28 ^{ab}	53.05 ^{ab}	51.26 ^b
AC+EM	20	57.13 ^a	59.43 ^a	57.98 ^a	56.33 ^a	57.20 ^a	55.72 ^a	56.00 ^a	51.85 ^a	52.08 ^a
Ac	20	56.90 ^a	60.23 ^{ab}	56.42 ^{ab}	53.46 ^{ab}	56.27 ^{ab}	54.75 ^{ab}	56.04 ^{ab}	53.12 ^b	54.14 ^b
Ac+EM	20	55.91 ^a	59.01 ^a	57.75 ^a	53.15 ^a	55.61 ^a	52.41 ^a	54.50 ^a	53.20 ^a	52.82 ^a

^{a,b} Valores con distinta literal en la misma fila son diferentes ($p < 0.05$)

Cuadro 4. Cambios de peso corderos manejados con amamantamiento continuo y controlado (AC y Ac), con y sin efecto macho (EM).

Trat	n	Días postparto								
		PP	9	16	23	31	38	44	51	60
AC	35	3.3 ^a	5.12 ^b	6.27 ^b	7.15 ^{bc}	8.76 ^{cd}	10.13 ^{ed}	11.26 ^{ef}	11.99 ^g	13.78 ^g
AC+EM	35	3.41 ^a	5.41 ^a	6.42 ^{ab}	7.64 ^{bc}	9.18 ^{cd}	10.58 ^{ed}	11.87 ^e	13.23 ^{ef}	14.49 ^f
Ac	37	3.15 ^a	4.78 ^{ab}	6.03 ^{bc}	7.11 ^c	8.44 ^{cd}	9.64 ^d	10.73 ^d	12.09 ^{ef}	15.96 ^f
Ac+EM	45	2.99 ^a	4.58 ^{ab}	5.4 ^{bc}	6.21 ^{bcd}	7.21 ^{cde}	8.2 ^{def}	9.01 ^{ef}	10.12 ^{fg}	11.71 ^g

^{a,b,c,d,e,f,g} Valores con distinta literal en la misma fila son diferentes ($p < 0.05$)