



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

GANADERÍA

**ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL ANESTRO POSTPARTO EN
OVEJAS PELIBUEY**

GLADIS MORALES TERÁN

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTORA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2010

La presente tesis titulada “Estrategias de manejo del anestro postparto en ovejas Pelibuey” realizada por la alumna Gladis MORALES TERÁN, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTORA EN CIENCIAS

RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

GANADERÍA

CONSEJO PARTICULAR

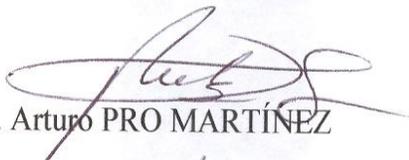
CONSEJERO

Dr. Jaime GALLEGOS SÁCHEZ



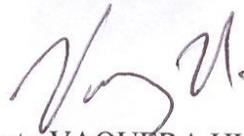
ASESOR

Dr. Arturo PRO MARTÍNEZ



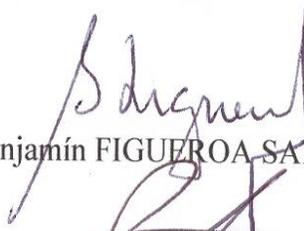
ASESOR

Dr. Humberto VAQUERA HUERTA



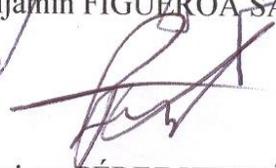
ASESOR

Dr. Benjamín FIGUEROA SANDOVAL



ASESOR

Dr. Ponciano PÉREZ HERNÁNDEZ



Montecillo, Texcoco, Estado de México, Julio de 2010.

ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL ANESTRO POSTPARTO EN OVEJAS PELIBUEY

Gladis Morales Terán, Dra.
Colegio de Postgraduados, 2010

Se realizaron tres experimentos para determinar el efecto del amamantamiento y su interacción con el efecto macho, el efecto del destete y el efecto del suplemento de aceite de soya durante el periodo postparto (PP) en la eficiencia reproductiva de ovejas Pelibuey. En el experimento 1, a los 7 d postparto, cuatro tratamientos se asignaron al azar a las ovejas con sus crías: amamantamiento continuo (AC), amamantamiento controlado (Ac), amamantamiento continuo con macho (ACCM) y amamantamiento controlado con macho (AcCM). A partir del día 7 al día 60 postparto, se tomaron muestras de progesterona dos veces por semana y por medio del ultrasonido se realizó el registro del día a que emergen los folículos 4-5mm y folículos preovulatorio (FP; >6mm). El peso corporal de ovejas y corderos se registró cada 7 d hasta el destete. Se determinó el intervalo parto primera-ovulación (IPPO), porcentaje de ovulación y cambios de peso en ovejas y corderos. En el experimento 2, se indujo la actividad estral en ovejas con AC, Ac, ACCM y AcCM a los 60 d postparto, se determinó el porcentaje de estros, gestación y la prolificidad. En el experimento 3, el suplemento con aceite de soya (AS) ó concentrado comercial (CC) se proporcionó a ovejas en amamantamiento continuo (AC) y amamantamiento controlado (Ac), del día 0 al día 42 PP: ACCC, ACAS, AcCC y AcAS. A partir del día 8 PP hasta el día 32 PP, las ovejas se examinaron cada 2 días por ultrasonografía, registrando el día de emergencia del primer folículo preovulatorio con diámetro (FP; >6mm); en el día 33 PP se indujo la actividad estral, se determinó el porcentaje de estros, el porcentaje de gestación, prolificidad y cambios de peso vivo en ovejas y corderos. El porcentaje de ovejas que ovularon en el experimento 1 fue mayor para AcCM (100%; $p \leq 0.05$), así como el IPPO (42.07 ± 2.8 d; $p \leq 0.05$). No se encontraron diferencias en el peso corporal de las ovejas y corderos ($p > 0.05$). En el experimento 2, el porcentaje de estros fue diferente ($p \leq 0.05$), observándose el menor porcentaje de estros en ACCM (64.28 %) comparado con Ac, AcCM y AC (92.85, 92.85 y 100%). El porcentaje de gestación y prolificidad no fueron diferentes entre tratamientos ($p < 0.05$). En el experimento 3 la emergencia del primer FP en las ovejas no mostró diferencias entre tratamientos ($p > 0.05$). Las ovejas en AcAS y ACAS tuvieron un mayor porcentaje de estros (87.50 y 93.75 %; $p \leq 0.05$). La tasa de gestación no fue diferente entre tratamientos ($p > 0.05$), hubo mayor prolificidad en las ovejas con AcAS y AcCC (1.14 ± 0.15 y 1.08 ± 0.20 ; $p \leq 0.05$). La pérdida de peso fue más evidente en ovejas con ACAS y ACCC. Los corderos en Ac tuvieron pesos mayores que los corderos con AC ($p \leq 0.0001$). En el experimento 1, el control del amamantamiento más efecto macho incrementa el porcentaje de ovejas Pelibuey que reinician la actividad reproductiva antes de los 60 d postparto sin afectar el peso corporal de ovejas y corderos. En el experimento 2, realizar el destete a los 60 d postparto las ovejas con amamantamiento continuo responden mejor a la inducción de estros y en el experimento 3, el control del amamantamiento junto con la suplementación con aceite de soya mejora los parámetros reproductivos en ovejas de pelo.

Palabras clave: amamantamiento, efecto macho, desarrollo folicular, aceite se soya, postparto.

STRATEGIES FOR POSTPARTUM ANOESTRUS MANAGEMENT IN PELIBUEY EWES

Gladis Morales Terán, Dra.
Colegio de Postgraduados, 2010

Three experiments were done to determine the effect of nursing and its interaction with the effect of the male, the effect of weaning, and the effect of soy oil supplements during postpartum (PP) on the reproductive effectiveness of Pelibuey ewes. In experiment 1, at 7 d postpartum, four treatments were randomly assigned to ewes with their young: continuous nursing (AC), Controlled nursing (Ac), Continuous nursing with the male (ACCM), and controlled nursing with the male (AcCM). From day 7 to day 60 postpartum, progesterone samples were taken twice a week, and a registry of the day when the 4-5 mm follicles and preovulation follicles (FP; > 6mm) emerge, with the aid of ultrasound. Body weight of ewes and lambs was registered every 7 d until weaning. The birthing / first ovulation interval (IPPO) was determined, as well as the percentage of ovulation, and weight changes in ewes and lambs. In experiment 2, oestrus activity was induced in ewes with AC, Ac, ACCM and AcCM at 60 d postpartum, and oestrus, gestation, and prolificacy percentages were determined. In experiment 3, the soy oil supplement (AS) or commercial concentrate (CC) was given to ewes in continuous nursing (AC) and controlled nursing (Ac); from day 0 to day 42 PP: ACCC, ACAS, AcCC, and AcAS. From day 8 PP up to day 32 PP, the ewes were examined through ultrasound every two days, registering the day of emergence of the first preovulation follicle with a diameter (FP; >6mm). On day 33 PP, oestrus activity was induced, the percentage of oestrus, the percentage of gestation, prolificacy, and live weight changes in ewes and lambs were determined. The percentage of ewes that ovulated in experiment 1 was greater for AcCM (100%; $p \leq 0.05$), as well as IPPO (42.07 ± 2.8 d; $p \leq 0.05$). No weight differences were found in ewes or lambs ($p \leq 0.05$). In experiment 2, the percentage of oestrus was different ($p \leq 0.05$), there being a lower percentage of oestrus in ACCM (64.28%) than in Ac, AcCM, and AC (92.85, 92.85, and 100%). The gestation and prolificacy percentages were not different among treatments ($p < 0.05$). In experiment 3, the emergence of the first FP in ewes showed no differences among treatments ($p > 0.05$). Ewes with AcAS and ACAS had a greater percentage of oestrus (87.50 and 92.75%; $p \leq 0.05$). The gestation ratio was not different among treatments ($p > 0.05$). There was a greater prolificacy in ewes with AcAS and AcCC (1.14 ± 0.15 and 1.08 ± 0.20 ; $p \leq 0.05$). Loss of body weight was more evident in ewes with ACAS and ACCC. Lambs with Ac had greater body weight than lambs with AC ($p \leq 0.0001$). In experiment 1, nursing control plus the male effect increases the percentage of Pelibuey ewes that reinitiate their reproductive activity before 60 d postpartum, without affecting body weight of ewes or lambs. In experiment 2, weaning at 60 d postpartum improves the induction of oestrus in ewes with continuous nursing; and in experiment 3, nursing control together with soy oil supplementation improves the reproductive parameters in Pelibuey ewes.

Key words: nursing, male effect, follicle development, soy oil, postpartum.

AGRADECIMIENTOS

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

Al Colegio de Postgraduados, por darme la oportunidad de realizar mis estudios de doctorado.

A la línea de investigación SPAPFAP-11 por el financiamiento para la investigación

Al Dr. Jaime Gallegos Sánchez por la dirección de esta tesis y principalmente por sus consejos, confianza, apoyo y amistad.

A los Doctores, Arturo Pro Martínez, Benjamín Figueroa Sandoval, Ponciano Pérez Hernández, Humberto Vaquera Huerta, Juan Salazar Ortiz, C. Alejandra Herrera Corredor y Cesar Cortez Romero, por su tiempo, dedicación y valiosas observaciones para la redacción final de esta tesis.

Al Dr. José del Carmen Rodríguez Castillo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) por facilitar el equipo de ultrasonido para realizar esta investigación.

Al MC. Carlos Guillermo Germán Alarcón por su amistad y apoyo incondicional en la fase experimental.

Al MC. Gerónimo Bulbarela García y Dra. C. Alejandra Herrera-Corredor, por sus consejos, amistad y apoyo en la fase experimental de esta investigación.

Al personal académico y administrativo del programa de ganadería del Colegio de Postgraduados, en especial a los estudiantes y trabajadores de la Roca.

A las secretarías de Enlace del Programa de Ganadería, en especial a la secretaria Lupita, por su gran amistad y apoyo brindado en todo momento.

DEDICATORIA

A Dios

Por estar siempre a mi lado, llenándome de esperanza, gozo y paz.

A mis padres

Benjamín Morales Andrade † y Elia Terán Moreno †

Por darme la vida, guiarme por un buen camino y ser la razón de mi existencia.

A mis hermanos

Arquímedes, Abigail, Ulises y Elia

Por todos los momentos tan hermosos que hemos compartido, por su gran amistad y apoyo brindado en todo momento.

A mis hermanitas

Indira †, Dagnia Sabina † y Aurora †

Por haber tenido la dicha de convivir momentos muy felices.

A mis sobrinos (as)

Por ser tan maravillosos y darme momentos de mucha felicidad.

A mis cuñados (as)

Gracias por su apoyo, amistad.

A mis amigos (as)

Por darme la oportunidad de conocerlos, brindarme su valiosa amistad y por compartir momentos agradables y tristes, mil gracias.

A la memoria de:

Violeta Vidal Valdés †

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA: Factores que afectan el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en la oveja.....	3
2.1 Introducción.....	3
2.2 Periodo Postparto.....	5
2.3 Endocrinología del periodo postparto.....	5
2.4. Factores que Afectan el Anestro Postparto en la Oveja	7
2.4.1. Efecto del amamantamiento	7
2.4.1.1 Mecanismos de acción del amamantamiento para inhibir la actividad reproductiva postparto en la oveja.....	9
2.4.2 Efecto macho	11
2.4.2.1. Factores que modifican la respuesta al efecto macho	14
2.4.2.1.1 Intensidad y duración del estímulo.....	14
2.4.2.1.2. Profundidad del anestro	15
2.4.2.2. Estímulo por efecto macho en el anestro postparto	16
2.4.2.3. Desarrollo folicular y efecto macho	17
2.4.3. Nutrición	19
2.4.3.1. Ácidos grasos esenciales y reinicio de actividad ovárica postparto.....	19
2.4.3.2. Aspectos prácticos del uso de grasas y aceites para acortar el anestro postparto y estimular la función reproductiva en rumiantes.....	21
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
IV. ESTUDIOS REALIZADOS	27
4.1 Estudio I: amamantamiento controlado y efecto macho en el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en la oveja Pelibuey.....	27
4.1.1 Resumen	27
4.1.2 Introducción	29
4.1.3 Materiales y métodos	30
4.1.3.1 Ubicación	30
4.1.3.2 Animales y alimentación	30
4.1.3.3 Tratamientos	30
4.1.3.4 Manejo del amamantamiento	31
4.1.3.5 Manejo del macho	31
4.1.3.6 Desarrollo folicular en el periodo postparto.....	31
4.1.3.7 Muestras sanguíneas	32
4.1.3.8 Variables estudiadas	32
4.1.3.9 Análisis estadístico	33
4.1.4 Resultados y discusión	34
4.1.4.1 Folículos con diámetro 4-5 mm y día de emergencia del primer	

folículo preovulatorio (FP).....	34
4.1.4.2 Porcentaje de ovejas que ovulan y primera ovulación postparto.....	36
4.1.4.3 Cambios de peso corporal en las ovejas	39
4.1.4.4 Cambios de peso de los corderos	41
4.1.5 Conclusiones	42
4.2. Estudio II: amamantamiento controlado y efecto macho, con destete (60 días postparto) en la eficiencia reproductiva de la oveja.....	43
4.2.1 Resumen	43
4.2.2. Introducción.....	44
4.2.3 Materiales y métodos	45
4.2.3.1 Ubicación	45
4.2.3.2 Animales y alimentación	45
4.2.3.3 Tratamientos	46
4.2.3.4 Inducción de la actividad estral	46
4.2.3.5 Variables estudiadas	47
4.2.3.6 Análisis estadístico	47
4.2.4 Resultados y discusión	48
4.2.4.1 Porcentaje de estros después de la inducción del estro	48
4.2.4.2 Porcentaje de gestación y prolificidad	49
4.2.5 Conclusiones	50
4.3 Estudio III: amamantamiento controlado y la eficiencia reproductiva en ovejas postparto suplementadas con aceite de soya.....	51
4.3.1 Resumen	51
4.3.2 Introducción	53
4.3.3 Materiales y métodos	54
4.3.3.1 Animales	54
4.3.3.2 Alimentación y suplementación	54
4.3.3.3 Tratamientos	55
4.3.3.4 Día de emergencia del primer folículo preovulatorio (FP).....	55
4.3.3.5 Inducción de la actividad estral y manejo reproductivo de las ovejas.....	55
4.3.3.6 Variables estudiadas	56
4.3.3.7 Análisis estadístico	56
4.3.4 Resultados y discusión	58
4.3.4.1 Días emergencia del primer FP (>6 mm)	58
4.3.4.2 Porcentaje de estros después de la inducción de la actividad estral.....	61
4.3.4.3 Porcentaje de gestación y prolificidad	62
4.3.4.4 Peso vivo de las ovejas en el periodo postparto	63
4.3.4.5 Peso vivo de los corderos	64
4.3.4.6 Conclusiones	66
V. DISCUSION GENERAL	67

VI. CONCLUSIONES GENERALES	75
VII. LITERATURA CITADA	76
VIII. ANEXO	88

LISTA DE CUADROS

	Páginas	
Cuadro 1	Día de emergencia del primer folículo con diámetro 4-5 mm en ovejas Pelibuey, manejadas en amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac) con y sin efecto macho (ACCM y AcCM).....	35
Cuadro 2	Día emergencia del primer folículo preovulatorio, antes de la ovulación o hasta el día 38 postparto en ovejas Pelibuey, manejadas con amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac) con y sin presencia del macho (ACCM y AcCM).....	36
Cuadro 3	Comportamiento reproductivo postparto en ovejas Pelibuey sometidas a amamantamiento continuo (AC) ó controlado (Ac) con o sin efecto macho (ACCM y AcCM).....	37
Cuadro 4	Porcentaje de estros en ovejas Pelibuey manejadas con amamantamiento continuo (AC) o controlado (Ac) con o sin presencia del macho (ACCM y AcCM).....	48
Cuadro 5	Porcentaje de gestación y prolificidad en ovejas Pelibuey manejadas con amamantamiento continuo (AC) o controlado (Ac) con o sin presencia del macho (ACCM y AcCM).....	50
Cuadro 6	Día a la emergencia del primer folículo preovulatorio el día 32 postparto en ovejas Pelibuey manejadas con amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac) suplementadas con aceite de soya.....	59
Cuadro 7	Porcentaje de estros en ovejas Pelibuey manejadas con amamantamiento continuo (AC) o controlado (Ac) suplementadas con aceite de soya (ACAS y AcAS) y con concentrado comercial (ACCC y AcCC).....	61
Cuadro 8	Porcentaje de gestación y prolificidad en ovejas Pelibuey manejadas con amamantamiento continuo (AC) o controlado (Ac) suplementadas con aceite de soya (ACAS y AcAS) y concentrado comercial (ACCC y AcCC).....	63

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1	Posibles vías neuronales por las cuales el amamantamiento ejerce su efecto inhibitorio durante el periodo postparto en las ovejas..... 9
Figura 2	Niveles plasmáticos de LH con relación al momento de la introducción del macho en hembras anéstricas. Nótese que los valores de LH se elevan inmediatamente después de la introducción del macho..... 12
Figura 3	Vías olfatorias por las cuales el efecto macho ejerce el estímulo en las hembras..... 13
Figura 4	Efecto de la época del año sobre la recaída al estado de anestro en ovejas inducidas mediante el efecto macho. Las hembras retornan al anestro en mayores proporciones y con mayor rapidez conforme el solsticio de verano se acerca..... 14
Figura 5	Curva de supervivencia del restablecimiento de la actividad ovárica postparto en ovejas Pelibuey, manejadas con amamantamiento continuo (AC) o controlado (Ac) con o sin presencia del macho..... 39
Figura 6	Peso corporal de ovejas Pelibuey, manejadas con amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac) con o sin presencia del macho (ACCM y AcCM)..... 40
Figura 7	Peso vivo (kg) de corderos Pelibuey, con amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac) con y sin presencia del macho (ACCM y AcCM)..... 42
Figura 8	Cambios de peso vivo de ovejas Pelibuey manejadas en amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac) suplementadas con aceite de soya (ACAS y AcAS) y concentrado comercial (ACCC y AcCC)..... 63
Figura 9	Peso vivo de los corderos manejados con amamantamiento continuo y controlado..... 65

I. INTRODUCCIÓN GENERAL

Durante los últimos años, la Industria Ovina Mexicana se ha fortalecido en su producción interna, principalmente en los estados del norte. El inventario nacional ovino para 2008 se estimaba en 7,757,267 cabezas, con una tasa media de crecimiento anual de 1%; sin embargo, esto no ha sido suficiente para cubrir la demanda de carne de esta especie en el país (SIAP-SAGARPA, 2008). A pesar de que la producción ovina nacional representa menos del 1% de todas las carnes producidas en México, existen varios factores que han hecho de esta industria, una alternativa redituable tanto para los ganaderos tradicionales de otras especies, como para productores agrícolas que buscan la reconversión de sus cosechas. El reto es encontrar aquellas estrategias que permitan obtener el mejor ingreso al menor costo posible, siempre con el objetivo de estar dentro del mercado y a su vez, abriendo nuevos canales de comercialización.

Tradicionalmente, los ovinos de lana explotados de una manera extensiva en vastas regiones del norte del país y los pequeños rebaños de la zona centro han proveído a los grandes mercados de consumo de borregos aledaños a la Ciudad de México. Ambos tipos de explotación tienen como común denominador los bajos índices productivos relacionados con la escasa o nula tecnificación. Como consecuencia del buen precio y demanda que tiene la carne de ovino, ha provocado que los productores adopten los sistemas tecnificados, buscando la máxima utilidad en función al potencial de la especie ovina y con la finalidad de mejorar su relación costo-beneficio. Sin embargo, en las regiones tropicales y subtropicales del país, el borrego de pelo, dada su elevada tasa reproductiva, su rusticidad y su adaptabilidad a cualquier medio, ha tenido, al contrario de sus parientes lanados, un crecimiento tanto en cantidad como en área poblada, ya que actualmente se encuentra prácticamente en toda la República Mexicana.

Actualmente, los sistemas de manejo desarrollados para la especie ovina influyen en forma definitiva en la sincronización de las épocas de nacimiento y por lo tanto en la disponibilidad de ganado para abasto. Lo anterior demanda generar nuevas estrategias de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva de esta especie.

Existen varios factores que pueden actuar, solos o en interacción, que prolongan el intervalo parto-primera ovulación (IPPO) en la oveja (López-Sebastian e Inskoop, 1998), entre los cuales la época de parto, el amamantamiento y la nutrición parecen ser los más importantes (Arroyo *et al.*, 2000; Macedo y Alvarado, 2005). Por lo que se recurre a estrategias de manejo como el control de amamantamiento (Mandiki *et al.*, 1989; Morales-Terán *et al.*, 2004) el cual ha demostrado reducir el IPPO. Así mismo, el uso de fuentes de ácidos grasos, específicamente ácido linoleico, ha mostrado promover el desarrollo folicular, así como acortar el anestro postparto en ganado productor de leche, retornando a actividad ovárica cíclica a tiempo más temprano (Burke *et al.*, 1996). Sin embargo, en los ovinos, este efecto está escasamente documentado. Por otro lado, se tiene información que el “efecto macho” estimula positivamente el restablecimiento de la secreción pulsátil de GnRH/LH durante el anestro estacional (Martín *et al.*, 1986).

Con base en lo anterior el objetivo de estos experimentos, fue probar, si el control del amamantamiento en combinación con el “efecto macho”, así como el uso de aceite de soya como fuente de ácido linoleico, estimulan el restablecimiento de la actividad ovárica postparto y mejorar así la eficiencia reproductiva de las ovejas de pelo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

FACTORES QUE AFECTAN EL RESTABLECIMIENTO DE LA ACTIVIDAD OVÁRICA POSTPARTO EN LA OVEJA

2.1. Introducción

El reinicio temprano de la ciclicidad estral después del parto es de gran importancia para la eficiencia reproductiva en rumiantes. Sin embargo, el período postparto se caracteriza por ser un período de inactividad ovárica y quiescencia sexual (Wise *et al.*, 1986) antes de comenzar los ciclos reproductivos, a lo que se denomina *anestro postparto*.

El anestro postparto, se caracteriza por la no ciclicidad de la oveja, y su duración depende de varios factores, como raza, época de parto, condición corporal al momento del parto, nutrición y amamantamiento.

En el periodo temprano postparto, la frecuencia de secreción de los pulsos de GnRH (Hormona Liberadora de las Gonadotropinas) es insuficientes para inducir la maduración folicular y el pico preovulatorio de LH (Hormona Luteinizante; Wise, 1990); de modo que, cuando ocurren ovulaciones tempranas, estas son con frecuencia seguidas por un CL de vida media corta.

Durante este período, el amamantamiento es uno de los factores que potencializa la inhibición de la secreción pulsátil de GnRH/LH (Martin y Banchemo, 1999), lo que prolonga el intervalo parto-primera ovulación (IPPO); al respecto, la restricción del amamantamiento ha sido una alternativa de manejo que ha permitido acortar este periodo en las ovejas (Morales-Terán *et al.*, 2004). Sin embargo, otros estudios señalan que el contacto con un macho activa la secreción de GnRH/LH e induce la ovulación (Martin *et al.*, 1986). Este fenómeno conocido como “*efecto macho*” representa una alternativa eficaz y de bajo costo en la inducción de ovulación en ovejas adultas (Álvarez y Zarco, 2001).

Por otro lado, la reproducción en rumiantes está estrechamente relacionada con la disponibilidad de energía, la grasa es uno de los nutrimentos que aparentemente inicia la reproducción postparto incrementando el estatus energético, o bien, por procesos independientes del consumo de energía (De Fries *et al.*, 1998). En ambos casos se ha reportado una estimulación del crecimiento folicular y función luteal. Diversos estudios sugieren que el desarrollo folicular ovárico y la función luteal observada al suplementar grasas al ganado bovino son debidos a cambios en las concentraciones séricas de hormonas metabólicas o sus metabolitos que pueden actuar a nivel eje hipotálamo – hipófisis – ovario (Lucy *et al.*, 1992), por lo que puede llegar a ser una herramienta importante de manejo para reducir el anestro postparto.

En la oveja, la función reproductiva puede ser controlada con la utilización de productos hormonales como los progestágenos (Menchaca y Rubianes, 2004), sin embargo, el alto costo de los tratamientos limita su utilización. En los rebaños ovinos, 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 estrategias de bajo costo representaría una alternativa real al uso de los progestágenos.

2.2 Periodo Postparto

El periodo postparto se define como el tiempo entre el parto y el restablecimiento de la actividad ovárica cíclica (González-Reyna *et al.*, 1991); su duración depende de la interacción de diferentes factores como la raza, edad, condición corporal en el momento del parto, época del año en que se produce el parto, nutrición, lactación, amamantamiento, involución uterina y la presencia de machos (López-Sebastián e Inskoop, 1998).

Después del parto, las hembras tienen limitada su capacidad de concebir por un tiempo variable; en la mayoría de los mamíferos, el estímulo del amamantamiento de la cría induce un período sin ciclos estrales, conocido como anestro postparto, cuya finalidad es permitir que la madre se recupere de los efectos de la preñez y que asegure la supervivencia de su cría (McNeilly, 1997). Durante este período, el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas-útero debe recuperarse en su total funcionamiento, para que se instale la nueva gestación. La extensión de este período con frecuencia resulta en pérdidas económicas para los productores (Williams *et al.*, 1996).

2.3 Endocrinología del periodo postparto.

El periodo postparto en la oveja se compone de dos fases. Primero, una fase de anestro, seguida por una fase de actividad cíclica ovárica, con uno o más ciclos lúteos sin manifestaciones externas de estro (González-Reyna *et al.*, 1987). La información acerca del primer estro postparto en la oveja es variable; ya que puede presentarse entre 25 y 60 días posteriores al parto (Castillo *et al.*, 1972; Valencia *et al.*, 1975).

La hipófisis anterior presenta una disminución en el contenido de LH y FSH al final de la preñez y en el período temprano postparto debido a una fuerte retroalimentación negativa de la alta concentración de estrógenos y progesterona al término de la preñez. El contenido de GnRH

del hipotálamo es normal pero la hipófisis anterior es menos sensitiva a la liberación de LH inducida por GnRH durante este período (Nett *et al*, 1988).

Un incremento gradual en las concentraciones periféricas de gonadotropinas, indican una recuperación en la función de la hipófisis (Restall y Starr, 1977). Crowder *et al.* (1982) encontraron que las concentraciones de FSH se incrementan con el tiempo después del parto, de igual manera Fitzgerald y Cunningham (1981) encontraron que las concentraciones en plasma de FSH gradualmente se incrementan en los primeros 5-10 días postparto, pero que fluctúa subsecuentemente sin relación al suceso de la ovulación, estro o estado del anestro postparto. La FSH es la principal responsable del reclutamiento y selección de un folículo preovulatorio y la exposición de éste a la actividad estrogénica y junto al aumento de la frecuencia de secreción de pulsos de LH son la clave para la maduración final del folículo preovulatorio; por lo que el ovario no es limitante para el reinicio de la ciclicidad ovárica después del parto (Savio *et al.*, 1990a; Williams, 1990; Roche *et al.*, 1992; Opsomer *et al.*, 1996). El aumento en la concentración sérica basal y el inicio de un patrón episódico en la liberación de LH preceden al inicio de la ciclicidad estral y por ende el desarrollo folicular en el período postparto (Lamming *et al*, 1981).

En el ganado ovino, el estudio de la dinámica folicular durante el período postparto no es tan amplio como en ganado lechero, sin embargo, Al-Gubory y Martinet (1986) señalaron que en ovejas de lana el número de folículos preantrales (2- 4 mm) en cada ovario incrementa al día 5 postparto y esto se correlaciona con un incremento en la secreción de FSH después del parto. De igual manera Rubianes y Ungerfeld (1993) observaron en el día uno postparto folículos con un diámetro de 1-2 mm y en el día 5, folículos 2-4 mm y es hasta después del día 17 postparto, cuando la involución uterina se ha completado, que se observan en la superficie del ovario

folículos mayores a 4 mm. Bartlewski *et al.* (2000) por medio de ultrasonografía observaron folículos mayores a 4 mm hasta el día 21 postparto.

Durante el anestro postparto, hay una fuerte retroalimentación negativa del estradiol, así como una alta concentración de opioides en el hipotálamo, debido principalmente al efecto del amamantamiento, probablemente el incremento de estradiol durante la gestación pueda inducir cambios en el ambiente neuronal, a nivel de neuronas productoras de GnRH, por lo que es necesario un periodo de recuperación antes de que reestablezcan su función normal. El amamantamiento es un factor que limita la recuperación del eje hipotalámico hipofisiario por efecto de los opioides, sistema que se establece al final de la gestación y del período temprano postparto. La concentración de opioides disminuye conforme el periodo postparto avanza y la frecuencia de amamantamiento disminuye (Custhaw *et al.*, 1992). Sin embargo, puede involucrar al sistema dopaminérgico que junto con el efecto de retroalimentación negativa del estradiol disminuyen la secreción pulsátil de GnRH y LH (Griffith y Williams, 1996).

2.4. Factores que Afectan el Anestro Postparto en la Oveja

2.4.1. Efecto del amamantamiento

Las ovejas adultas durante el período postparto están sujetas a fuertes estímulos negativos que no permiten el reinicio de la actividad reproductiva después del parto. Uno de los factores que prolongan el IPPO es el amamantamiento (Moss *et al.*, 1980; González-Reyna *et al.*, 1991) debido a que inhibe la frecuencia de secreción de los pulsos de LH y por lo tanto la ocurrencia de la primera descarga de LH postparto (Mandiki *et al.*, 1990). De acuerdo a Martín y Banchemo (1999), el amamantamiento es el factor más potente que inhibe la función reproductiva.

En ovejas que no amamantan, los ciclos estrales retornan alrededor de 3 a 5 semanas postparto (Shirar *et al.*, 1989) y se asocian con un restablecimiento de los niveles normales de secreción de LH, receptores y respuesta a GnRH. En ovejas que están amamantando corderos, el estro puede retrasarse por tres semanas más (Mauleon y Dauzier, 1965; Shirar *et al.*, 1990), reportándose una diferencia de siete días a la presentación de la primera oleada preovulatoria de LH postparto en ovejas que no amamantaron (10 ± 2 d) comparativamente con ovejas amamantando a sus corderos (17 ± 1 d). En ovejas productoras de lana destetadas al parto, se encontró que los ciclos estrales se presentan alrededor de 14 a 35 d postparto (Mandiki *et al.*, 1989; Shirar *et al.*, 1989). Por lo tanto, la LH es el factor que limita el reinicio de la actividad ovárica durante el postparto y el amamantamiento potencializa la inhibición de la secreción pulsátil de la LH.

Por otra parte, para evaluar el efecto de la intensidad y frecuencia del amamantamiento en el restablecimiento de la actividad ovárica en la oveja Pelibuey, se han realizado diversos experimentos; así por ejemplo, Álvarez *et al.* (1984) compararon cuatro edades de destete (30, 60, 90 y 120 d) y encontraron un efecto significativo en el IPPO de 48.6, 77.3, 84.2 y 98.4 días, respectivamente. A su vez, Morales-Terán *et al.* (2004) encontraron una relación directa entre tiempo de amamantamiento y aumento del intervalo parto primera ovulación. También se sabe que la aparición del estro es independiente del número de corderos que se amamantan (Shirar *et al.*, 1989).

Es importante tomar en cuenta que en algunas razas los partos coinciden con el inicio del anestro estacional, así que, para investigar el efecto del amamantamiento y de la lactación en el retorno de la actividad ovárica, debe ser en ausencia del fotoperíodo (Rodríguez, 1999). Se conoce que en algunas razas el anestro lactacional es confundido con la estacionalidad reproductiva (McNeilly, 1994; Delgadillo *et al.*, 1998).

2.4.1.1 Mecanismos de acción del amamantamiento para inhibir la actividad reproductiva postparto en la oveja

El principal efecto del amamantamiento es, inhibir la liberación de la GnRH y por consiguiente de la LH (Schirar *et al.*, 1990; Williams *et al.*, 1996; Yavas y Walton, 2000). McNeilly (1997) sugirió que esto sucede porque el amamantamiento modifica la secreción de prolactina, la concentración de opioides y la dopamina en hipotálamo (Figura 1). Esto a su vez, afecta la secreción pulsátil de GnRH. Por otra parte, Schirar *et al.* (1990) encontraron que la amplitud y frecuencia de la secreción pulsátil de LH es mayor y se incrementan más rápido en ovejas no amamantando que en aquellas que están amamantando.

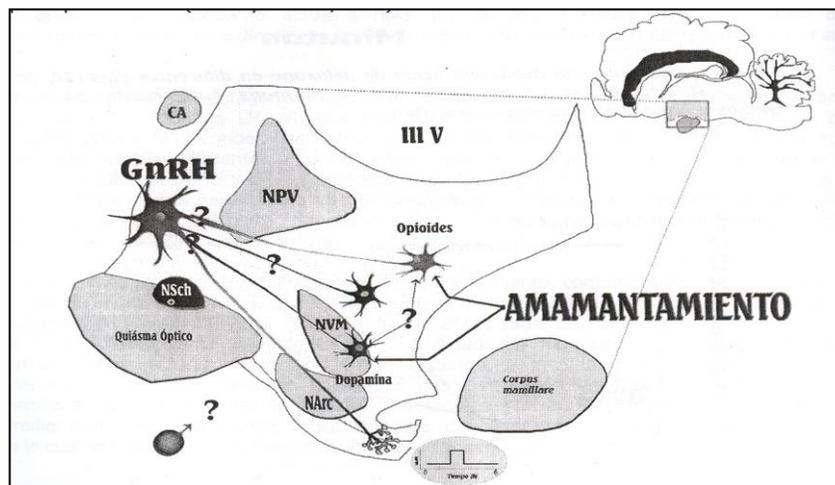


Figura 1. Posibles vías neuronales por las cuales el amamantamiento ejerce su efecto inhibitorio durante el periodo postparto en las ovejas.

En relación a esto, Nett (1987) sugirió que el primer paso para el restablecimiento de la secreción pulsátil de LH después del parto, es la restauración de la secreción pulsátil de GnRH, que a su vez, permite la recuperación del contenido de LH en hipófisis y en sangre y esto debe ocurrir aproximadamente después de los 20 días postparto. Sin embargo, al inicio

del anestro, la frecuencia de secreción de los pulsos de GnRH son insuficientes para inducir la maduración folicular y el pico preovulatorio de LH (Wise, 1990); de modo que, cuando ocurren ovulaciones tempranas, estas son con frecuencia seguidas por un CL de vida media corta, caracterizada por ciclos estrales cortos sin manifestaciones externas de estro. Posteriormente, a medida que el cordero incrementa el consumo de alimentos sólidos y depende menos del amamantamiento para su alimentación, las concentraciones de LH aumentan paulatinamente. Lo anterior estimula el crecimiento folicular y como consecuencia se estabilizan las concentraciones de estradiol. En relación a esta hormona, Mandiki *et al.* (1989) reportaron que éste puede ser un factor primario para modular el reinicio del ciclo estral; ya que, las concentraciones de E₂ son mas altas en ovejas no lactando que en ovejas lactando al inicio del postparto. Mostrándose así un patrón de secreción pulsátil de LH dependiente de estradiol (Karsch *et al.*, 1983). Este cambio en la secreción de LH conduce a un estado final del crecimiento folicular, ovulación y desarrollo de un CL normal (Shirar *et al.*, 1990).

Algunos investigadores han sugerido que a nivel de la eminencia media el amamantamiento incrementa la concentración de opioides y disminuye la liberación de GnRH (Gordon *et al.*, 1987; Zalesky *et al.*, 1990) lo que retrasa la presentación del primer estro postparto. Posteriormente Leshin *et al.* (1991) sugirieron que los opioides inhiben la secreción pulsátil de GnRH de manera directa a nivel de neuronas productoras de este decapeptido.

Se especula que los opioides pudieran actuar en dos momentos: inmediatamente después del parto; ya que éste, resulta ser una experiencia dolorosa y estresante, que se asocia a altas concentraciones periféricas de opioides (Smart *et al.*, 1994). Mientras que Gordon *et*

al. (1987) reportaron que durante el amamantamiento, se induce la liberación de β -endorfinas en el hipotálamo que pudieran inhibir la secreción de GnRH en ovejas lactando.

Para probar lo anterior, Malven y Hudgens (1987) bloquearon los receptores a opioides, mediante un antagonista de este polipéptido (naloxona), aplicándolo durante los 7, 12, 13, 18 y 19 d postparto, en ovejas amamantando y en destetadas 24 h después del parto. Se observó un aumento similar en la concentración de LH en todos los grupos, por lo que, sugirieron que el amamantamiento en la oveja puede no estar involucrado en la inhibición de LH inducido por opioides durante el período postparto.

Por su parte, Newton *et al.* (1988) en otro estudio realizado con ovejas paridas en marzo, observaron en ovejas amamantando y destetadas 17 d después del parto, que al aplicar naloxona en ambos grupos a los 20 d postparto, se incrementó la liberación de LH. Estos resultados indican que aunque los opioides reducen la secreción de LH durante el período PP, este efecto no se modifica por el amamantamiento.

2.4.2 Efecto macho

El efecto macho constituye un estímulo social que actúa para iniciar la actividad reproductiva en la oveja. El primer reporte del fenómeno “efecto macho” fue expuesto por Underwood y Davenport (1994), quienes demostraron la relación entre la fecha de introducción del carnero al rebaño y la época de partos, sugiriendo que las montas ocurren entre 20 y 25 días después del primer contacto entre los animales de indistinto sexo.

Se tiene información que el “efecto macho” estimula positivamente el restablecimiento de la secreción pulsátil de GnRH/LH durante el anestro estacional, observándose que el

tiempo desde la introducción del macho hasta el primer incremento en la LH liberada es corto, dos a cuatro minutos en ovejas (Figura 2).

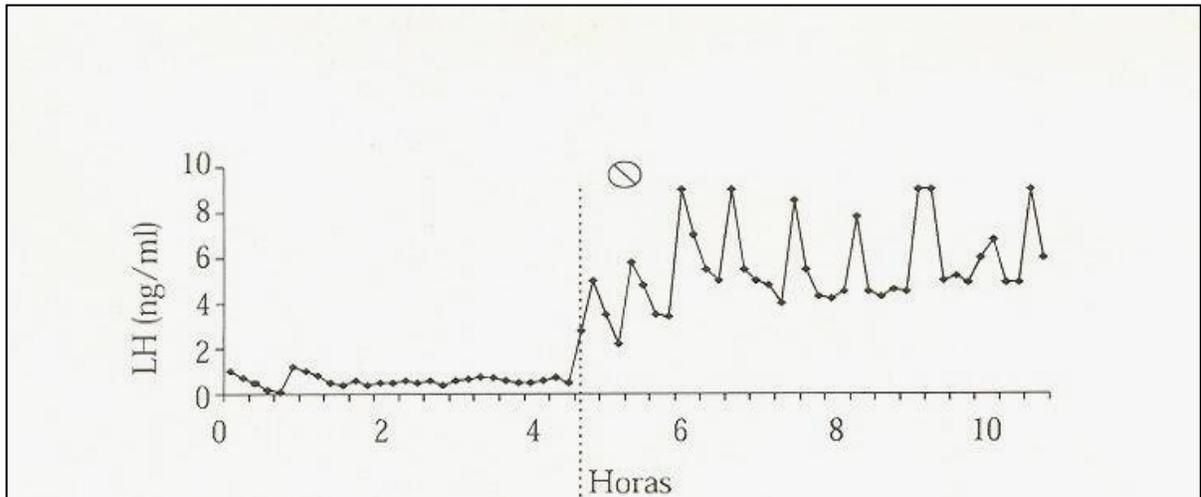


Figura 2. Niveles plasmáticos de LH con relación al momento de la introducción del macho en hembras anéstricas. Nótese que los valores de LH se elevan inmediatamente después de la introducción del macho. Tomado de Martín, *et al.*, 1986.

El mecanismo de acción es debido a feromonas del macho producidas por las glándulas sudoríparas que se encuentran en la piel, las cuales ejercen su efecto mediante dos vías olfativas claramente distintas entre sí: a) el sistema olfatorio principal (Martin *et al.*, 1986), que recibe los estímulos sensoriales desde la mucosa olfatoria y se conecta con el resto del sistema nervioso central y se conecta a través del bulbo olfatorio principal, y b) el sistema olfatorio accesorio, que recibe los estímulos del órgano y conecta a otros centros del cerebro mediante el bulbo olfatorio accesorio vomeronasal de la hembra (Figura 3), y provocan una respuesta neuroendocrina inmediata que se refleja en cambios de la secreción pulsátil de GnRH/LH (Martin *et al.*, 1980). Obteniendo la descarga preovulatoria de LH entre las 3 y 30

horas, después de la introducción de los machos, estableciéndose la ovulación entre las 24 y 60 horas.

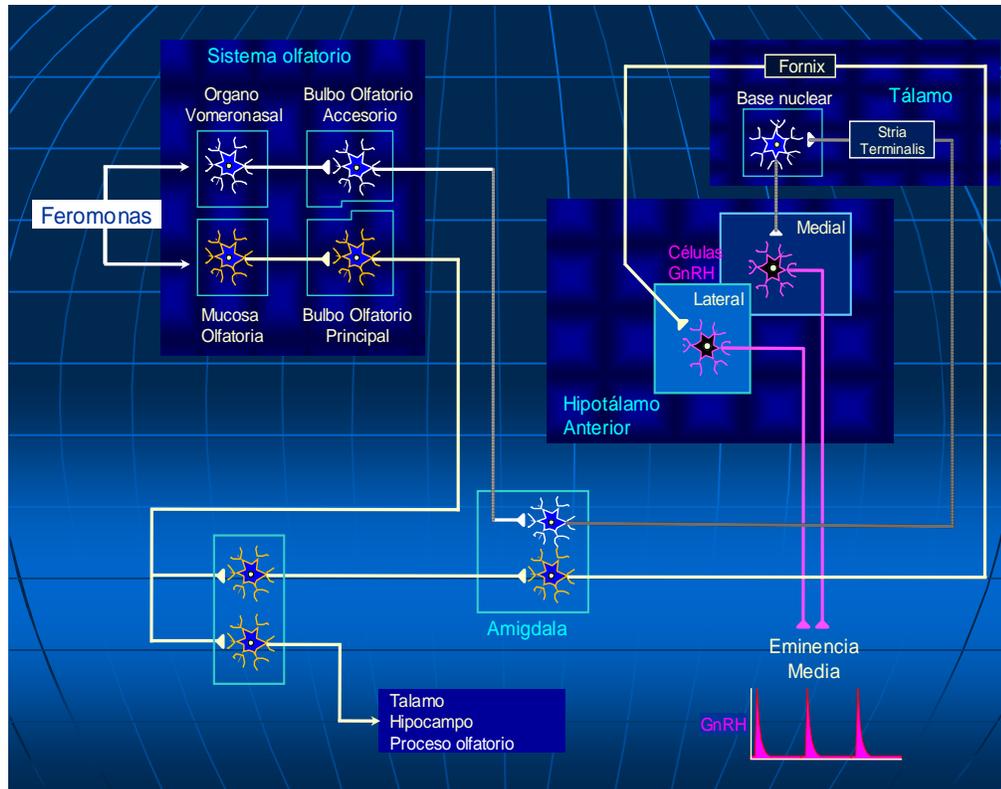


Figura 3. Vías olfatorias por las cuales el efecto macho ejerce el estímulo en las hembras (Martin *et al.*, 1986).

En algunas ovejas se presenta una recaída al estado de anestro posterior a la primera ovulación inducida por el macho, lo cual depende de la época del año (Figura 4), la duración del contacto con el macho y del estado nutricional de ambos.

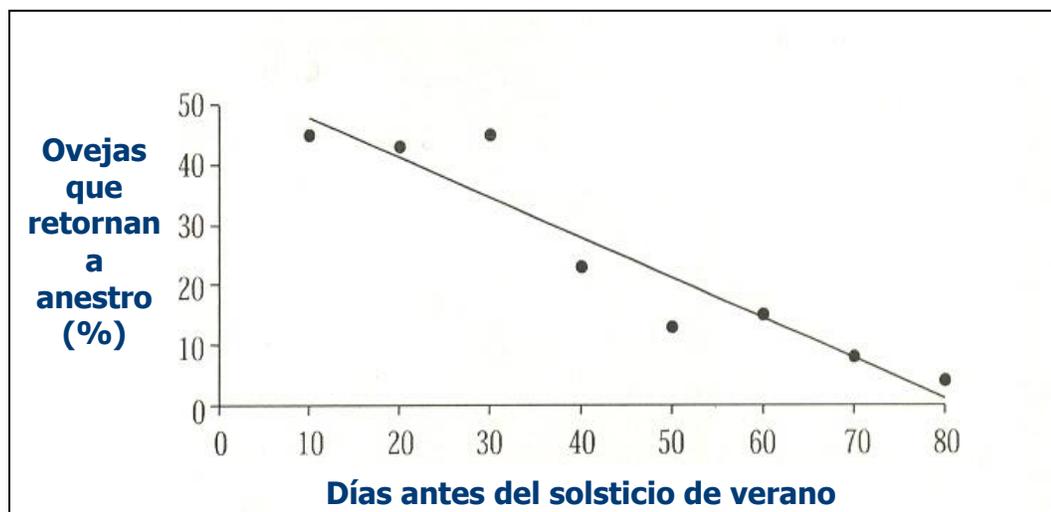


Figura 4. Efecto de la época del año sobre la recaída al estado de anestro en ovejas inducidas mediante el efecto macho. Las hembras retornan al anestro en mayores proporciones y con mayor rapidez conforme el solsticio de verano se acerca. Tomado de Álvarez y Zarco, 2001.

2.4.2.1. Factores que modifican la respuesta al efecto macho

2.4.2.1.1 Intensidad y duración del estímulo

La respuesta de la hembra al efecto macho depende de la intensidad del estímulo y de la receptividad de la hembra. Sin embargo, hay hembras que no responden a pesar de la intensidad del estímulo, debido a que hay razas con un anestro muy profundo. De otra manera, algunas hembras pueden responder a estímulos muy ligeros (razas con anestro poco profundo, al final de anestro estacional; Ungerfeld, 2003).

La intensidad del estímulo modifica la proporción de hembras que ovulan, considerándose que el estímulo adquiere mayor intensidad cuando se permite un mayor contacto entre hembras y machos (Chemineau, 1987).

La proporción de machos en la población de las hembras, es otro factor que puede alterar la intensidad del estímulo. El incremento en el número de machos aumenta la tasa de

ovulación y a su vez incrementa las fuentes directas de feromonas y otros estímulos (Chemineau, 1987).

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

En lo que se refiere a la duración del estímulo del macho, se ha observado, que cuando el macho es retirado, sólo 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.

2.4.2.1.2. Profundidad del anestro

El efecto macho puede ser observado en varias razas, pero el porcentaje de respuesta en las hembras es variable. Esta variación está relacionada, con la profundidad del anestro en las hembras, de modo que cuando la introducción de carneros se realiza en hembras que muestran periodos de anestro corto (poco profundo) la respuesta es más rápida que en aquellas hembras con anestro profundo (más prolongado). Así también la respuesta al efecto macho es más rápida cuando se realiza al final del anestro que a la mitad del anestro estacional. Esto es por que la hembra se encuentra en la etapa de transición a la época reproductiva.

Thomas *et al.* (1984) observaron que algunas razas son menos sensibles al feed back negativo del estradiol que otras; la respuesta que se tiene con el estímulo del macho es mayor

en razas (Dorset) con poca estacionalidad comparado con razas con una estacionalidad más marcada (Hampshire).

Dentro de este punto es interesante saber la respuesta de la oveja Pelibuey, ya que, algunos autores consideran que no presenta estacionalidad reproductiva, siendo capaces de reproducirse en cualquier época del año (Castillo *et al.*, 1972; Valencia *et al.*, 1981; González-Reyna *et al.*, 1991). Diferiendo de otros investigadores quienes indican que la oveja Pelibuey presenta “*periodos de actividad estral reducida*”, es decir, un anestro poco profundo (González *et al.*, 1992; Cruz *et al.*, 1994). El efecto macho en ovejas Pelibuey en anestro estacional fue evaluado por Heredia *et al.* (2003) en donde la presencia continua del macho en el rebaño contribuye a incrementar la proporción de estros, así también la introducción repentina del macho (Valencia *et al.*, 2006) reduce los efectos negativos del anestro estacional e incrementa la proporción de hembras ciclando al reducir la duración del anestro estacional.

Este fenómeno puede ser usado para controlar el momento de los eventos en el proceso reproductivo: en ovejas y cabras, la introducción repentina de machos nuevos puede inducir la ovulación en hembras que se encuentran fuera de la estación reproductiva o lactando (anestro postparto; Martin *et al.*, 1986; Álvarez y Zarco, 2001).

2.4.2.2. Estímulo por efecto macho en el anestro postparto

Con respecto al efecto que tiene el uso del carnero para inducir el estro durante el anestro postparto se tiene poca información. Sin embargo, existen trabajos en donde el intervalo desde el parto a la concepción puede ser reducido cuando los carneros son introducidos a ovejas inmediatamente después del parto en el otoño (Wright *et al.*, 1989) y primavera (Ungerfeld *et al.*, 2001).

Ovejas Corriedale postparto y ovejas que parieron en meses más tempranos tuvieron una respuesta muy parecida por el efecto macho, con un número similar de hembras en estro (Ungerfeld *et al.*, 2001). Sin embargo, y coincidiendo con Wrigh *et al.* (1990), la tasa de concepción fue baja en las ovejas postparto, probablemente como una consecuencia del amamantamiento y baja condición corporal.

En borregas que parieron durante la estación no reproductiva, Khaldi (1984) observó que el porcentaje de borregas que ovularon después de la introducción del carnero fue alto a los 75 días, con respecto a los 15, 30, 45 ó 60 días después del parto.

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

2.4.2.3. Desarrollo folicular y efecto macho

El seguimiento de la dinámica folicular en ovejas estimuladas con efecto macho no ha sido documentado. Sin embargo, el uso del efecto macho es una práctica habitual en el manejo reproductivo del ganado caprino. La calidad de las primeras ovulaciones obtenidas tras la reintroducción de los machos es muy variable y, a menudo, se produce la aparición de ciclos cortos con baja actividad luteal y fertilidad. En este sentido, la administración exógena de progesterona retrasa la aparición del pico preovulatorio de LH y permite una mejor maduración de los folículos preovulatorios (Pearce *et al.*, 1985) lo que evita la aparición de ciclos cortos y reduce el intervalo entre la introducción de los machos y los primeros ciclos

fértiles. Sin embargo, otros autores (Martin *et al.*, 1986) señalan que el mecanismo de acción de la progesterona no está sólo relacionado con un retraso en el pico de LH, sino también en un efecto directo a nivel ovárico.

González-De Bulnes *et al.* (2005) determinaron el efecto de la administración de progesterona en la dinámica de crecimiento de los folículos preovulatorios y la aparición de estros en cabras sometidas al efecto macho. Los patrones de crecimiento y regresión de los folículos presentes en el ovario indicaron un descenso significativo en el número de folículos en crecimiento a lo largo del periodo de observación, tanto en el grupo tratado con progesterona como en el testigo. Sin embargo, se observaron diferencias en la dinámica de crecimiento de los folículos de tamaño preovulatorio, observándose que el tamaño de estos folículos en el grupo testigo aumentó hasta las 72h después de la introducción del macho, mostrando signos de atresia y una disminución del tamaño a partir de ese momento. Por el contrario, en el grupo tratado con progesterona, el crecimiento de los folículos preovulatorios continuó aumentando hasta las 96h, después de la introducción del macho. El crecimiento folicular en las cabras, como en otros rumiantes, se encuentra afectado por los perfiles hormonales endógenos.

Los niveles de LH tienen un papel determinante en la maduración final del folículo preovulatorio (Baird *et al.*, 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.

2.4.3. Nutrición

La relación entre la nutrición y la reproducción en rumiantes es compleja y los resultados reportados a menudo variables e inconsistentes. La condición corporal, el nivel de alimentación y el estado fisiológico (lactación, gestación) de las ovejas pueden influir nutricionalmente en la eficacia del sistema reproductivo. En la mayoría de las especies domésticas y silvestres, en algunos estados fisiológicos, el balance de energía indiscutiblemente es el más potente regulador de la función reproductiva debido a que la reproducción es muy demandante de energía. Las señales involucradas en éste proceso actúan principalmente a nivel de ovario y en menor grado en los sistemas neuroendocrinos que controlan la ovulación (Blache, 2003). Sin embargo, algunos investigadores señalaron que el reinicio de la ciclicidad ovárica postparto en ovejas está determinado por la condición corporal al parto, independientemente de la alimentación durante la lactación (Sosa *et al.*, 2006). El concepto de condición corporal se ha descrito como la relación entre grasa y tejidos no grasos en un animal vivo. La cantidad de reservas grasas tiene un efecto definitivo en la eficiencia reproductiva y productiva de los animales. Entonces el “score” de condición corporal se acepta en la producción de ovejas, como un indicador de su estatus nutricional (Caldeira *et al.*, 2007).

2.4.3.1. Ácidos grasos esenciales y reinicio de actividad ovárica postparto

La reproducción en rumiantes está estrechamente relacionada con la disponibilidad de energía; la grasa y los aceites son los nutrimentos que aparentemente inician la reproducción postparto incrementando el estatus energético, o bien, por procesos independientes del consumo de energía (De Fries *et al.*, 1998). Éstos pueden influenciar la reproducción positivamente por alterar de la función folicular y luteal del ovario vía mejoramiento del

estatus energético y por incrementar los precursores para la síntesis de hormonas reproductivas como los esteroides y las prostaglandinas (Mattos *et al.*, 2000).

Se han utilizado varias fuentes energéticas concentradas como grasas y aceites, pero particularmente las que contienen ácido linoleico (C18:2) como aceite de maíz y soya y el ácido linolénico (18:3) en los forrajes, son las que han mostrado tener mayor impacto en la reproducción en rumiantes en periodo postparto; sin embargo, su uso es más extendido en ganado lechero.

Las hipótesis manejadas respecto al mecanismo o mecanismos de acción por medio de los cuales la grasa y aceites en la dieta afectan el comportamiento reproductivo son las siguientes: 1) al disminuir el balance energético negativo los animales retornan más temprano a estro después del parto, mejorando la fertilidad por un incremento en la esteroidogénesis, 2) estimulación de la función celular ovárica por alterar la concentración de insulina y 3) estimulación o inhibición de la producción y liberación de $\text{PGF}_{2\alpha}$ la cual influencia la persistencia del CL (Lammoglia *et al.*, 1996; Stapples *et al.*, 1998; Mattos *et al.*, 2000). Esta última, es la más aceptada sobre el efecto de los ácidos grasos, particularmente el ácido linoleico en el periodo postparto. Lammonglia *et al.* (1996) señalan que las raciones que contienen altas concentraciones de ácido linoleico, el precursor del ácido eicosapentanoico (Inhibidor competitivo de $\text{PGF}_{2\alpha}$) puede disminuir la secreción de $\text{PGF}_{2\alpha}$, lo que sugiere que las elevadas concentraciones plasmáticas de PGFM en vacas suplementadas con grasas pueden ser debido a un incremento en las concentraciones del precursor de $\text{PGF}_{2\alpha}$, lo que resulta en un incremento de la síntesis de $\text{PGF}_{2\alpha}$. Aunque el ácido linoleico es el precursor inmediato del ácido araquidónico este es también su inhibidor competitivo a través de la enzima ciclooxigenasa, por lo que, también se puede especular que si algo del ácido linoleico escapa

a la biohidrogenación en el rumen y que el mayor porcentaje de ácido linoleico en la ración testigo es suficiente para incrementar la cantidad existente de ácido linoleico en el nivel más bajo de grasa en la dieta, permite al ácido linoleico contribuir a la reducción en la secreción de PGF 2α en el periodo temprano postparto.

2.4.3.2. Aspectos prácticos del uso de grasas y aceites para acortar el anestro postparto y estimular la función reproductiva en rumiantes

Varios estudios han mostrado que las grasas suplementadas en la dieta a ganado lechero alteran la dinámica folicular ovárica y que su efecto es independiente de la energía. Los efectos de la suplementación de grasa incluyen incremento en el número total de folículos (Lucy *et al.*, 1991; Wherman *et al.*, 1991; Thomas y Williams, 1996; Beam y Butler, 1997) y un incremento de los folículos preovulatorios (Lucy *et al.*, 1990, 1991; Beam y Butler, 1997; Oldick *et al.*, 1997). El incremento en el tamaño del folículo preovulatorio puede ser debido en parte al incremento en las concentraciones en plasma de LH las cuales estimulan el crecimiento del estado folicular más tardío. Sin embargo, se requieren más investigaciones para determinar si los ácidos grasos en la dieta afectan la secreción de LH y si el incremento del tamaño y número de folículos están asociados con incrementos en tasas de preñez.

Por medio de ultrasonografía, se observó un aumento en el número de folículos medianos (6-9 mm) y el número de folículos pequeños (3-5 mm) el cual disminuyó antes de 25 días postparto, al suplementar grasas protegidas (Ca-LCFA) a vacas al momento del parto; esto refleja un cambio de folículos de tamaño pequeño a mediano. Durante el estro sincronizado, después de 25 d PP, el número de folículos pequeños (3-5 mm) y grandes (>15

mm) incrementó en vacas alimentadas con Ca-LCFA. Un gran número de folículos pequeños refleja un mayor pool de folículos disponibles para desarrollo subsecuente (Scott *et al.*, 1995).

Dos grupos de vacas en periodo postparto en excelente condición corporal recibieron 5.2% o 3.7% (testigo) de grasa en la dieta después del parto. Se observó que el número de folículos pequeños (< 4.0 mm), medianos (4.0 a 7.9 mm) y totales fueron mayores en la dieta con 5.2% de grasa que en el grupo testigo 29 d después del parto.

No hubo diferencias entre tratamientos en cuanto a la concentración de progesterona en plasma, sin embargo, hubo una tendencia ($P < 0.09$) a una mayor tasa de preñez en vacas que recibieron el suplemento que en las del grupo testigo (94.1 vs 71.4%). El mayor número de folículos pequeños observados durante el periodo temprano postparto y el mayor número de folículos grandes observado antes del primer ciclo estral normal indica que la grasa promovió el desarrollo folicular estimulando el crecimiento de un mayor número de folículos a estado ovulatorio (De Fries *et al.*, 1998).

De forma general, los estudios señalan que el uso de grasas en las dietas en ganado lechero durante el periodo postparto ha mostrado promover el desarrollo folicular; sin embargo, aunque se observa un incremento de ácidos grasos en plasma como el ácido linoleico y el metabolito de prostaglandina (PGFM) no hay una mejora significativa de la fertilidad postparto, aunque esto puede depender más de la condición corporal de los animales en postparto (Lammonglia *et al.*, 1996; Filley *et al.*, 1999; Filley *et al.*, 2000).

Por otro lado, el uso de grasas o aceites como fuentes de ácidos grasos esenciales como el linoleico, en dietas para ovinos para reducir el anestro postparto no se ha documentado. Sin embargo, la respuesta a la suplementación con ácidos grasos en periodo de ciclicidad estral es variable. López-Molina *et al.* (1995) señalaron que las dietas altas en grasa incrementan las concentraciones de lipoproteínas en vacas de carne y ovejas pelibuey, lo que ha mostrado

mejorar el colesterol en tejidos esteroideogénicos, lo que puede mejorar la fertilidad. Espinoza *et al.* (1997) probaron dos niveles de jabones cálcicos de ácidos grasos en ovejas Pelibuey, 2.5% (M25) y 5.0% (M50), y observaron que la concentración de insulina en suero fue más grande en M25 que en M50 (3.4 ng ml^{-1} vs 2.1 ng ml^{-1}). La concentración de colesterol total también fue mayor en ovejas tratadas que en las testigo. La hipercolesteronemia aumento la síntesis de progesterona, la concentración de ésta hormona en suero fue mayor del día 9 al 11 del ciclo en ovejas que recibieron los jabones cálcicos.

Herrera Camacho *et al.* (2003) señalaron que al suplementar aceite de maíz (AM) como fuente de ácidos grasos poliinsaturados encontraron que la población de folículos medianos (4-5mm) fue mayor en el grupo AM con respecto al grupo testigo (11.28 ± 1.12 vs 8.80 ± 0.93 folículos por oveja, respectivamente). Así mismo, en los folículos grandes o preovulatorios ($\geq 6\text{mm}$) se observó un promedio superior en el grupo AM que en las ovejas que no recibieron suplementación grasa (2.28 ± 0.22 vs 1.0 ± 0.13 , respectivamente). El diámetro folicular máximo fue superior en el grupo suplementado AM ($7.12 \pm 0.22 \text{ mm}$) que en el grupo testigo ($5.56 \pm 0.25 \text{ mm}$), aunque se observó una respuesta en la dinámica folicular no se modificaron de manera significativa las concentraciones plasmáticas de FSH, GH, Insulina, IGF-1, ni la fertilidad.

La infusión con aceite de soya (como fuente de ácido linoleico) en ovejas del día 9 al 13 del ciclo estral, durante 5 horas, no afectó el número de folículos $> 4 \text{ mm}$ de diámetro en animales que recibieron la infusión de aceite y comparativamente con el grupo testigo, así mismo incrementó la concentración en suero de progesterona, pero acortó el ciclo estral, lo cual se atribuye al incremento prematuro de prostaglandinas medido como PGFM (Burke *et al.*, 1996).

Recientemente, Espinoza *et al.* (2008) determinaron en ovejas Pelibuey el efecto de los jabones de calcio de ácidos grasos y de la grasa bovina en la dieta sobre la concentración sérica de insulina, progesterona y metabolitos de los lípidos, concluyendo que la grasa bovina y los jabones de calcio de ácidos grasos no afectan la ganancia de peso, la concentración de progesterona ni de los metabolitos de los lípidos, pero la grasa de bovino incrementó el nivel sérico de insulina, siendo este un efecto que se observa en ganado lechero en periodo postparto al suplementar grasas.

Sin embargo, la manera de actuar de las grasas en los procesos reproductivos no es clara y una teoría se apoya en que las dietas hiperlipídicas proporcionadas a rumiantes casi siempre provocan un incremento en los niveles sanguíneos de colesterol total, lipoproteínas de alta densidad (LAD) y de lipoproteínas de alta densidad (LBD); la importancia de las LAD como de las LBD radica en que en la mayoría de las especies las lipoproteínas son la fuente principal de colesterol total para la síntesis de hormonas esteroideas (Grummer y Carrol, 1988).

La suplementación de diferentes tipos de ácidos grasos en la dieta ha incrementado los niveles séricos de insulina en rumiantes; dicha hormona ejerce una acción directa sobre las células de la membrana granulosa, acción que puede ser requerida para el desarrollo de un potencial esteroidogénico óptimo (Thomas *et al.*, 1997). La secreción de progesterona bajo el estímulo de la insulina se ha demostrado tanto en células de la granulosa de cerdas como en células de la granulosa de vacas y células de la teca porcina (Langhout *et al.*, 1991).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El anestro postparto (APP) en ovejas disminuye la respuesta reproductiva y pérdida económica en los productores. Durante este periodo de APP el amamantamiento es el principal factor que potencializa la inhibición de la secreción de GnRH/LH, lo que prolonga el intervalo parto-primera ovulación (IPPO); para contrarrestar este efecto, el manejo del amamantamiento es una alternativa para acortar este periodo. Sin embargo, estudios realizados con ganado bovino muestran que la interacción amamantamiento con la presencia del macho activa la secreción de GnRH/LH e induce la ovulación, reduciendo el IPPO e incrementando el porcentaje de vacas que ovulan (Pérez-Hernández *et al.*, 2002b; Izaguirre-Flores *et al.*, 2007; Pérez-Hernández y Gallegos-Sánchez, 2010). Este fenómeno es conocido como “*efecto macho*” representa una alternativa eficaz y de bajo costo en la inducción de ovulación en ovejas adultas.

La reproducción de rumiantes está estrechamente relacionada con la disponibilidad de energía, y la grasa es uno de los nutrimentos que aparentemente afecta la reproducción postparto. En ambos casos se ha reportado una estimulación del crecimiento folicular y función luteal. Diversos estudios sugieren que el desarrollo folicular ovárico y la función luteal observada al suplementar grasas al ganado se deben a cambios en las concentraciones séricas de hormonas metabólicas o sus metabolitos que pueden actuar a nivel eje hipotálamo – hipófisis – ovario, por lo que puede llegar a ser una herramienta importante de manejo para reducir el anestro postparto. Por lo que el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la interacción del amamantamiento controlado con el efecto macho en el restablecimiento de la actividad ovárica postparto, el desarrollo folicular, cambios de peso corporal postparto de la oveja Pelibuey y los cambios de peso de los corderos. Además, evaluar la respuesta a la

suplementación con aceite de soya crudo y el manejo del amamantamiento sobre el desarrollo folicular y la respuesta reproductiva en el periodo postparto en la oveja de pelo.

Las hipótesis planteadas fueron:

- 1) La interacción amamantamiento controlado y efecto macho permite la emergencia de los primeros folículos 4-5 mm y el primer FP días antes que las ovejas con amamantamiento sin efecto macho, disminuyendo el intervalo postparto primera ovulación e incrementando el porcentaje de ovulación.
- 2) El destete (60 días pp) más efecto macho mejora la eficiencia reproductiva de la oveja Pelibuey.
- 3) El amamantamiento controlado y la suplementación con aceite de soya, mejora el porcentaje de gestación y la prolificidad en el periodo postparto.

IV. ESTUDIOS REALIZADOS

4.1 Estudio I

AMAMANTAMIENTO CONTROLADO Y EFECTO MACHO EN EL RESTABLECIMIENTO DE LA ACTIVIDAD OVÁRICA POSTPARTO EN LA OVEJA PELIBUEY

4.1.1 Resumen

El amamantamiento retarda el restablecimiento de la actividad ovárica y prolonga el anestro postparto en la oveja, y la presencia del macho reduce el anestro postparto en ovejas. En el presente estudio se evaluó si el efecto del amamantamiento y su interacción con el efecto macho, en ovejas, disminuye la duración del anestro postparto, sin afectar el peso de las crías. Se utilizaron 56 ovejas adultas Pelibuey, las cuales parieron a finales del mes de abril 2007. Siete días después del parto, las ovejas con sus crías se asignaron al azar a uno de cuatro tratamientos: amamantamiento continuo (AC; n=14), amamantamiento controlado (Ac; n=14), amamantamiento continuo con macho (ACCM; n=14) y amamantamiento controlado con macho (AcCM; n=14). El macho provisto con mandil permaneció desde los 7 d postparto (dpp) por dos periodos de 30 min d⁻¹ con las ovejas hasta los 60 d postparto. Se tomaron muestras de sangre en las ovejas, vía punción de la vena yugular para analizar concentraciones de progesterona. El peso corporal de ovejas y corderos se registro cada 7 d hasta el destete. El intervalo parto-primera ovulación (IPPO) se analizo por curvas de supervivencia y la comparación de medias se realizó por la prueba de Bonferroni. El porcentaje de ovejas que ovularon se analizó con la prueba t-Student. El cambio de peso en ovejas y corderos se analizó por mediciones repetidas. El porcentaje de ovejas que ovularon en los primeros 60 d postparto fue mayor para AcCM (100 %; p≤0.05) comparado con Ac, ACCM y AC (57.14 %, 64.86 % y 35.71 %, respectivamente). El control del amamantamiento disminuyó (p≤0.05) el IPPO de AcCM (42.07 ± 2.8 d), con respecto a Ac,

ACCM y AC (51.07 ± 3.24 d, 50.50 ± 3.26 d y 56.71 ± 1.73 d). No se encontraron diferencias en el peso corporal de las ovejas y corderos ($p > 0.05$). La interacción del amamantamiento controlado con el efecto macho incrementa el porcentaje de ovejas Pelibuey que reinician la actividad reproductiva antes de los 60 d postparto y reduce el intervalo parto primera ovulación, sin afectar el peso corporal de las ovejas y corderos.

Palabras clave: anestro postparto, amamantamiento, efecto macho, oveja Pelibuey.

4.1.2 Introducción

Después del parto, los mecanismos endocrinos que controlan la ovulación en la oveja son interrumpidos por la duración del anestro postparto. En la duración del anestro postparto hay varios factores involucrados; uno de ellos, es el amamantamiento que prolonga el intervalo parto primera ovulación (Moss *et al.*, 1980; González-Reyna *et al.*, 1991) debido al retraso de la secreción pulsátil de LH y por lo tanto la ocurrencia de la primera descarga de LH después del parto (Mandiki *et al.*, 1990).

En ovejas Pelibuey, se ha intentado reducir el intervalo parto-primer ovulación (IPPO), implementando sistemas de manejo como el destete precoz (Álvarez *et al.*, 1984a) y de amamantamiento controlado (Álvarez *et al.*, 1984b). Así mismo, Morales-Terán *et al.* (2004) observaron una relación directa entre el tiempo de amamantamiento y el IPPO. El amamantamiento inhibe la secreción pulsátil de GnRH/LH, durante el periodo postparto; además, el efecto macho provoca el rápido aumento en la frecuencia de los pulsos de LH, seguido por un pico preovulatorio de la misma gonadotropina, que termina en la ovulación, durante el anestro estacional (Martín *et al.*, 1986).

Sin embargo, en la oveja Pelibuey aún no se conoce el efecto del carnero para inducir el estro durante el anestro postparto. Pero en otras latitudes y con otras razas, el intervalo parto-concepción puede ser reducido cuando los carneros son introducidos a los corrales de las ovejas inmediatamente después del parto durante el otoño (Wright *et al.*, 1989) y primavera (Ungerfeld *et al.*, 2001, citados por Ungerfeld, 2003).

Por lo que, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del amamantamiento controlado y el efecto macho simultáneamente en el restablecimiento de la actividad ovárica postparto, los cambios de peso corporal postparto de la oveja Pelibuey y los cambios de peso de los corderos.

4. 1. 3 Materiales y métodos

4. 1. 3. 1 Ubicación

La fase experimental se realizó en el Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (La ROCa) del Colegio de postgraduados, ubicado en Montecillo, Municipio de Texcoco, Estado de México. Se localiza a 98°53´ O y 19°29´ N, a una altitud de 2240 msnm. El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano Cb (wo)(w)(i)g, con precipitación de 636.5 mm y temperatura media anual de 15.2° C (García, 1988).

4. 1. 3. 2 Animales y alimentación

Se utilizaron 56 ovejas adultas Pelibuey y sus respectivos corderos, provenientes de partos simples y dobles. Las ovejas parieron a finales de abril 2007 con un peso medio de 42.3±1.64 kg y condición corporal de 3.5 (escala 1-5).

Las ovejas consumieron una dieta con heno (2 kg oveja⁻¹ d⁻¹) y se les proporcionó 500 g oveja⁻¹ d⁻¹ de concentrado comercial (15.2 % de PC y 2.5 Mcal de EM kg⁻¹; Anexo 1). Los corderos se alimentaron con leche de sus madres y desde el día 7 postparto con un concentrado iniciador (20 % de PC; Anexo 2) a libre acceso.

4. 1. 3. 3 Tratamientos

Siete días después del parto, las ovejas con sus crías se asignaron al azar a uno de cuatro tratamientos: amamantamiento continuo (AC; n=14), amamantamiento controlado (Ac; n=14), amamantamiento continuo con macho (ACCM; n=14) y amamantamiento controlado con Macho (AcCM; n=14).

4. 1. 3. 4 Manejo del amamantamiento

Las ovejas en AC, permanecieron las 24 h del día con sus corderos, hasta el momento del destete y las ovejas en los tratamientos de Ac, sus corderos fueron amamantados por dos periodos de 30 min al día (7:30 am y 3:00 pm), el resto del tiempo permanecieron separados de sus madres. Las ovejas y corderos se pesaron semanalmente desde el momento del parto hasta el destete (60 d) y los corderos continuaron pesándose por 3 semanas más después del destete.

4. 1. 3. 5 Manejo del macho

En los tratamientos de ACCM y AcCM, el macho provisto con un mandil permaneció por dos periodos de 30 min d^{-1} (7:30 am y 3:00 pm) con las ovejas desde 7 dpp hasta el destete, las ovejas no tuvieron contacto con el macho desde la gestación hasta los 7 d después del parto. La rotación de machos se hizo cada tercer día para evitar que las hembras se acostumbraran al macho.

4. 1. 3. 6 Desarrollo folicular en el periodo postparto

Los ovarios de 5 ovejas de cada tratamiento fueron examinados por ultrasonido a partir del día 10 pp hasta el día 38 postparto. Se utilizó un equipo Sonovet 600 (Medison, Universal Medical Systems Inc.), conectado a un transductor de 7.5 MHz. El transductor se fijó a una guía para facilitar su manipulación en el recto, con la oveja en posición parada. Los folículos se clasificaron de acuerdo a su diámetro en medianos (4-5 mm) y grandes o preovulatorios (> 6mm; Ravindra et al., 1994) y se registró el día que emergían.

4. 1. 3. 7 Muestras sanguíneas

A partir del día 7 pp se tomaron muestras de sangre a las ovejas, vía punción de la vena yugular. La recolección se realizó dos veces por semana (Pérez *et al.*, 2002a) a las 07:00 h e inmediatamente las muestras de sangre se centrifugaron a 3500 rpm por 20 min; el suero se separó por decantación y las muestras se almacenaron a -20 °C hasta su análisis. La progesterona se determinó por radioinmuno-análisis en fase sólida (Srikandakumar *et al.*, 1986). Se consideró que una oveja restableció su actividad ovárica cuando dos muestras consecutivas tuvieron 0.5 ng mL⁻¹, o hubo más de 1 ng mL⁻¹ de progesterona en una sola muestra.

4. 1. 3. 7 Variables estudiadas

- 1) Día de emergencia de los folículos medianos (4-5 mm).
- 2) Día de emergencia del primer FP (≥ 6 mm) hasta el día 38 pp.
- 3) El intervalo parto primera-ovulación, definido como el tiempo transcurrido desde el parto hasta el reinicio de la actividad ovárica en la oveja ($P_4 > 0.5$ ng/ml en dos muestras consecutivas de suero sanguíneo o $P_4 < 1$ ng/ml en una sola muestra).
- 4) Número de ovejas que reiniciaron su actividad ovárica antes de los 60 días postparto, definida como el número de ovejas que presentaron al menos una ovulación durante los primeros 60 días postparto.
- 5) Cambio de peso en las ovejas, medido semanalmente desde el parto al destete.
- 6) Cambio de peso en los corderos, medido semanalmente del nacimiento hasta los 84 días postparto.

4. 1. 3. 8 Análisis estadístico

Los datos obtenidos para las variables relacionadas con desarrollo folicular se analizaron con un modelo completamente al azar con arreglo factorial 2X2 por el procedimiento GLM de SAS (2004). Se realizó la prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para medias de tratamientos.

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

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 ($i = AC, Ac$).

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

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

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

Se analizó por el método estadístico de tiempos de vida (tiempos de ovulación) mediante curvas de supervivencia (Parmar y Machin, 1995), con el estimador Kaplan-Meier. Para determinar las diferencias en el número de ovejas que ovularon antes de los 60 d postparto y los días a la primera ovulación, se empleó la prueba de t-Student y la prueba de Bonferroni, respectivamente.

Los cambios de peso corporal de ovejas y corderos se analizaron por tratamiento por mediciones repetidas mediante el paquete estadístico SAS (Littell *et al.*, 1998).

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

Donde:

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

μ = Constante que caracteriza a la población

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

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

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

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

PT_{ij} = Efecto de la interacción de la j-ésima periodo x el i-ésimo tratamiento.

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

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

4. 1. 4 Resultados y discusión

4. 1. 4. 1 Folículos con diámetro 4-5 mm y día de emergencia del primer folículo preovulatorio (FP).

El análisis de varianza indicó que en el día de emergencia del primer folículo de diámetro 4-5 mm, no fue diferente entre tratamientos ($p>0.05$; Cuadro 1). Sin embargo, el desarrollo folicular fue evidente en todos los tratamientos después del parto, observándose que los folículos de 4-5 mm aparecen en promedio al día 19 pp en todos los tratamientos. Rubianes y Ungerfeld (1993) observaron en el día 1 pp folículos con un diámetro de 1–2 mm y en el día 5, folículos 2-4 mm y es hasta después del día 17 pp, cuando la involución uterina se ha completado, que se observan en la superficie del ovario folículos mayores a 4 mm. Bartlewski *et al.* (2000) por medio de ultrasonografía observaron folículos mayores a 4 mm hasta el día 21 pp.

Cuadro 1. Día de emergencia del primer folículo con diámetro 4-5 mm en ovejas Pelibuey, manejadas en amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac) con y sin efecto macho (ACCM y AcCM).

TRATAMIENTOS	n	Día de emergencia
Amamantamiento continuo	6	20.33±1.40 ^a
Amamantamiento continuo con macho	6	18.33±1.74 ^a
Amamantamiento controlado	6	19.33±1.76 ^a
Amamantamiento controlado con macho	6	18.00±1.71 ^a

Valores con distinta literal en la misma columna son diferentes ($p < 0.05$).

En el análisis de varianza el día de emergencia del primer FP, no se observó diferencias entre tratamientos ($p > 0.05$; Cuadro 2). Sin embargo, el primer folículo preovulatorio, tendió a emerger días antes en las ovejas que tuvieron el estímulo del macho (Cuadro 2), observándose que el amamantamiento más el estímulo del macho adelantó el tiempo a la emergencia el primer FP en 9 d con respecto a las ovejas con AC. Después del parto, la frecuencia y amplitud de los pulsos de secreción de LH, no son adecuadas, por tanto no dan paso al desarrollo folicular completo (Crowe *et al.*, 1998; Yavas y Walton, 2000).

Martín y Banchemo (1999) señalan que el amamantamiento es el factor más potente que inhibe la función reproductiva. A su vez, Nett (1987) sugirió que el primer paso para el restablecimiento de la secreción pulsátil de LH después del parto, es la restauración de la secreción pulsátil de GnRH, que a su vez, permite la recuperación del contenido de LH en la hipófisis y en sangre, y esto debe ocurrir aproximadamente después de los 20 días postparto.

Cuadro 2. Día emergencia del primer folículo preovulatorio, antes de la ovulación o hasta el día 38 postparto en ovejas Pelibuey, manejadas con amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac) con y sin presencia del macho (ACCM y AcCM).

TRATAMIENTOS	n	Días emergencia del 1er FP > 6mm
Amamantamiento continuo	6	38 ± 1.00 a
Amamantamiento continuo con macho	6	31 ± 2.49a
Amamantamiento controlado	6	35 ± 1.76a
Amamantamiento controlado con macho	6	29 ± 1.98a

Valores con distinta literal en la misma columna son diferentes ($p < 0.05$).

FP: folículo de diámetro preovulatorio

Los resultados de este experimento indican que el amamantamiento y el efecto macho en conjunto alteran el desarrollo folicular al principio del pp, debido a que al controlar el amamantamiento y exponer las ovejas al macho desde los 7 d postparto, permite que un folículo alcance su diámetro preovulatorio días antes que las ovejas con AC sin macho, lo cual deberá considerarse en próximos estudios con mayor número de unidades experimentales, lo que indica que los pulsos de GnRH y LH se restablecen más rápido después del parto y es en este momento cuando el estímulo del macho favorece, incrementando la frecuencia de pulsos de LH para asegurar la ovulación. Por lo que se observa que el primer FP emerge antes en ovejas con estímulo del macho.

4. 1. 4. 2 Porcentaje de ovejas que ovulan y primera ovulación postparto

El porcentaje de ovejas que ovularon fue mayor en las ovejas con AcCM ($p \leq 0.05$), fue similar en Ac y ACCM ($p > 0.05$). El intervalo parto primera fue menor en AcCM ($p \leq 0.05$), el 100 % de las ovejas ovularon antes de los 45 d postparto (Cuadro 3).

Estos resultados indican que, el amamantamiento inhibe el restablecimiento de la actividad ovárica en la oveja Pelibuey, lo cual concuerda con lo reportado por otros autores (Álvarez *et al.*, 1984; Griffith y Williams, 1996; Morales-Terán *et al.*, 2004; Pérez *et al.*, 2009). El amamantamiento inhibe la secreción pulsátil de LH durante el inicio del periodo postparto (Williams *et al.*, 1987), observándose que esta inhibición disminuye a medida que el periodo postparto avanza; así la concentración de LH en hipófisis y en plasma, en hembras que amamantan a su cría se incrementa gradualmente conforme el periodo postparto avanza hasta alcanzar niveles similares a los existentes en hembras ciclando (Nett *et al.*, 1988). Debido a esto la regulación del estímulo del amamantamiento, en este caso Ac, es una opción para reducir el anestro postparto en ovejas Pelibuey.

Cuadro 3. Comportamiento reproductivo postparto en ovejas Pelibuey sometidas a amamantamiento continuo (AC) ó controlado (Ac) con o sin efecto macho (ACCM y AcCM).

Tratamiento	N	Ovejas que ovularon (%)	Días a la primera ovulación
Amamantamiento continuo	14	35.71 ^a	56.71 ± 1.73 ^a
Amamantamiento controlado	14	57.14 ^b	51.07 ± 3.24 ^a
Amamantamiento continuo con macho	14	64.86 ^b	50.50 ± 3.26 ^a
Amamantamiento controlado con macho	14	100 ^c	42.07 ± 2.80 ^b

^{a, b, c} Medias con distinta literal en una columna, son diferentes (p≤0.05)

El alto porcentaje de ovejas que ovularon durante los primeros 60 d postparto en respuesta al efecto macho desde los 7 d pp (AcCM; Cuadro 1), aunando a la proporción (57.14 %) de las ovejas con Ac que ovularon, indica que el control del amamantamiento disminuye el

anestro postparto en la oveja Pelibuey y, que la exposición al macho estimula a las ovejas a reiniciar más rápido la actividad ovárica postparto, por lo que la interacción amamantamiento y efecto macho reduce los días a primera ovulación y aumenta el porcentaje de ovejas que ovulan, tal como ha sido observado en hembras bovinas de doble propósito al retrasar el amamantamiento y exponer a las vacas al toro (Pérez *et al.*, 2002b; Pérez-Hernández y Gallegos-Sánchez, 2010) . La no ciclicidad en hembras postparto, se debe a fallas en el desarrollo folicular, reflejado en una inadecuada secreción de LH, debido al efecto inhibitorio que ejerce el estradiol en la liberación de LH, muy similar a lo que ocurre en hembras durante el anestro estacional (Karsch *et al.*, 1980); entonces, el estímulo que ejerce el efecto macho es incrementar la secreción de LH, disminuyendo el efecto inhibitorio del estradiol en la secreción de LH (Martín, 1983). Según Lindsay y Signoret (1980) en ovejas de lana postparto con y sin efecto macho, el mayor porcentaje de ovejas que ovularon fue con la presencia del macho y a medida que el periodo postparto avanzaba la respuesta fue mejor.

Así, los resultados obtenidos en este estudio concuerda, con lo reportado por Lindsay y Signoret (1980) en otras latitudes y con ovejas de lana, que el efecto inhibitorio provocado por el amamantamiento se reduce conforme el periodo postparto avanza y el efecto macho depende del tiempo que transcurre desde el momento del parto y de la proporción de hembras que ciclan espontáneamente (Khaldi, 1994 citado por Álvarez y Zarco, 2001). Por lo tanto, las hembras que ovulan como respuesta a la introducción de los machos, es el resultado del incremento en la frecuencia de secreción de LH, donde el efecto de la estimulación (efecto macho) interfiere con la retroalimentación negativa del estradiol a nivel hipofisiario (Martín *et al.*, 1986; Álvarez y Zarco, 2001). De esta manera, el estímulo del macho induce el restablecimiento de la actividad ovárica en las ovejas durante el periodo postparto. El amamantamiento más el efecto macho desde el día 7 pp incrementa el número de ovejas que

reinician actividad reproductiva antes de los 60 d postparto, por lo tanto, la exposición al macho en ovejas Pelibuey con amamantamiento controlado reduce el periodo de parto a primera ovulación.

Las diferencias en la probabilidad de ovulación obtenida por medio de la curva de supervivencia, indican la tendencia en el número de ovejas que ovularon. Así, la mayoría de las ovejas con AcCM ovularon antes que las ovejas de los demás tratamientos (Figura 5).

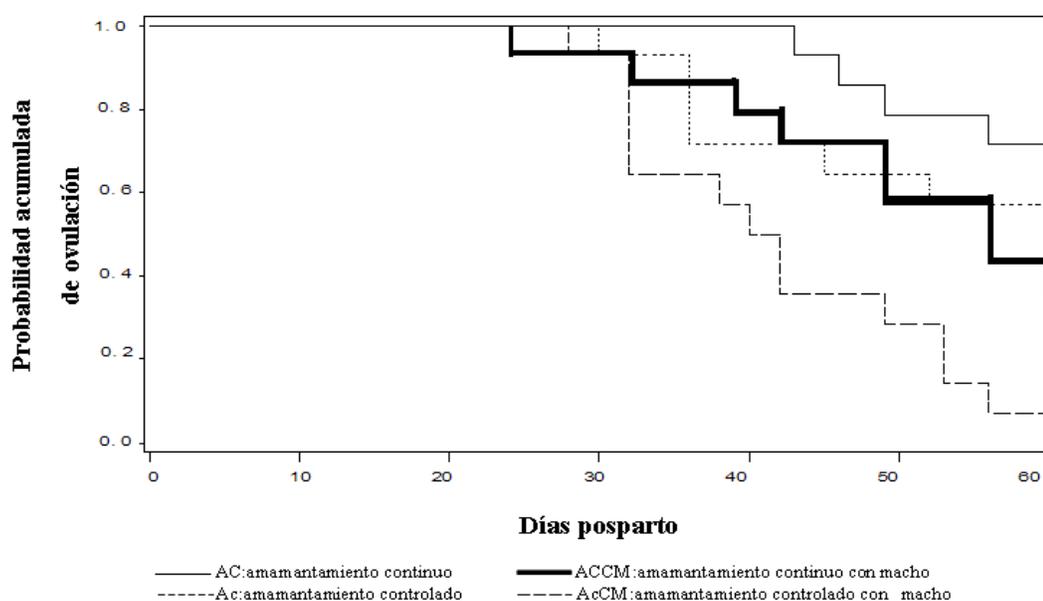


Figura 5. Curva de supervivencia del restablecimiento de la actividad ovárica postparto en ovejas Pelibuey, manejadas con amamantamiento continuo (AC) o controlado (Ac) con o sin presencia del macho.

4. 1. 4. 3 Cambios de peso corporal en las ovejas

El análisis de los resultados obtenidos muestra que las dos modalidades de amamantamiento más la presencia o ausencia del macho no afecta ($p > 0.05$) los cambios de

peso corporal en las ovejas (Figura 6), sin embargo es afectado por el periodo postparto y la interacción tratamiento por periodo postparto ($p \leq 0.05$).

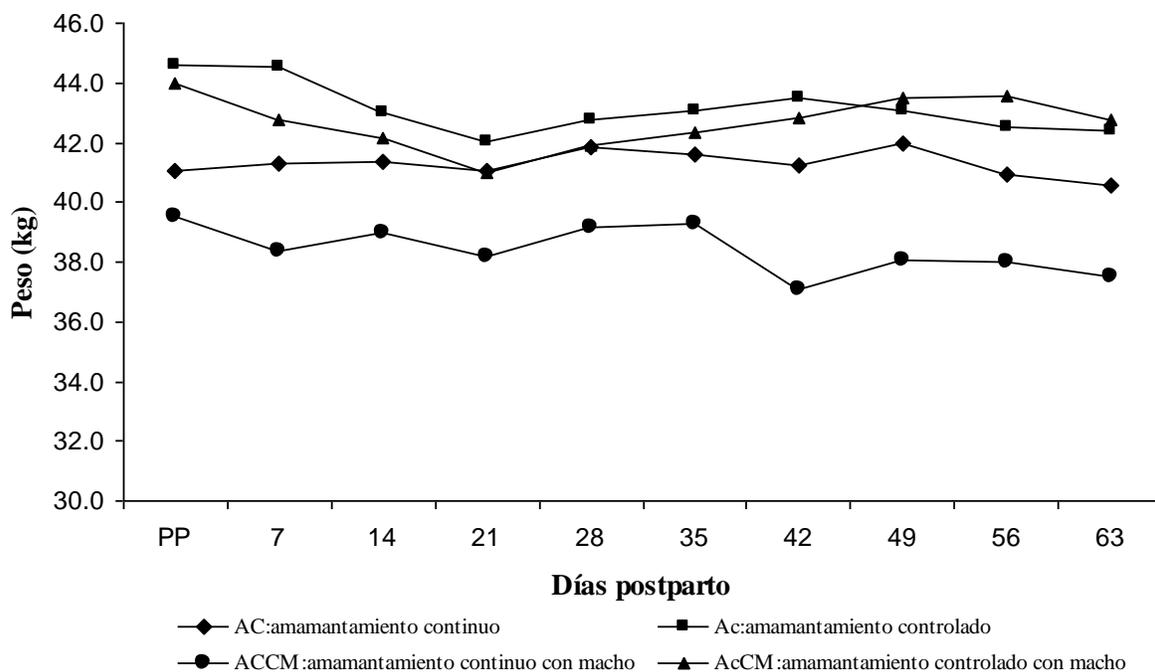


Figura 6. Peso corporal de ovejas Pelibuey, manejadas con amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac) con o sin presencia del macho (ACCM y AcCM).

El cambio de peso vivo de las ovejas, fue afectado por el periodo y la interacción tratamiento x periodo ($p < 0.0001$; Anexo 3), observándose que las ovejas de AcCM y Ac recuperan más pronto sus pesos (Figura 6) debido al manejo del amamantamiento, ya que las crías se amamantaron dos veces al día, por periodos de 30 min. De acuerdo a (Pavón *et al.*, 1987), el pico de lactancia se presenta en la tercera semana postparto, por lo que, se infiere que

es el momento donde la oveja moviliza y utiliza sus reservas corporales de energía, proteína y minerales (Pond *et al.*, 1995) lo que se refleja en pérdidas de peso (Martínez *et al.*, 1998).

El amamantamiento y la presencia del macho no afectan el peso corporal de las ovejas aunque se observa una ligera recuperación más pronta en los tratamientos con amamantamiento controlado con y sin macho. Resultados similares fueron reportados por Morales-Terán *et al.* (2004) en ovejas con amamantamiento por dos periodos de 30 min al día.

4. 1. 4. 4 Cambios de peso de los corderos

El periodo y la interacción periodo x tratamiento afectaron significativamente el cambio de peso vivo en corderos ($p < 0.0001$; Figura 7; Anexo 4). El peso al nacimiento y hasta los 7 días fue similar entre tratamientos; sin embargo a partir del día 14 hasta el día 49 los corderos de AC, ACCM y Ac tuvieron mayor peso con respecto a AcCM ($p < 0.0001$), y posteriormente los pesos fueron similares hasta el final del estudio.

Esto se atribuye a que los corderos de ACCM y AC permanecieron todo el tiempo con la madre y por lo tanto, tuvieron un mayor consumo de leche (Rondón *et al.*, 1994). Resultados similares en cambios de peso en corderos Pelibuey sometidos a amamantamiento continuo y amamantamiento controlado por dos periodos de 30 min al día fueron encontrados por Morales-Terán *et al.* (2004). Se sugiere que el amamantamiento por dos periodos de 30 min son suficientes para que el cordero consuma por mas tiempo la leche producida por la madre y esto aunado al consumo temprano de alimento sólido, razón por la cual, los cambios de pesos fueron similares en todos los corderos de los diferentes tratamientos, además evita problemas al momento del destete, dado que los corderos con amamantamiento controlado se adaptan al consumir alimento sólido.

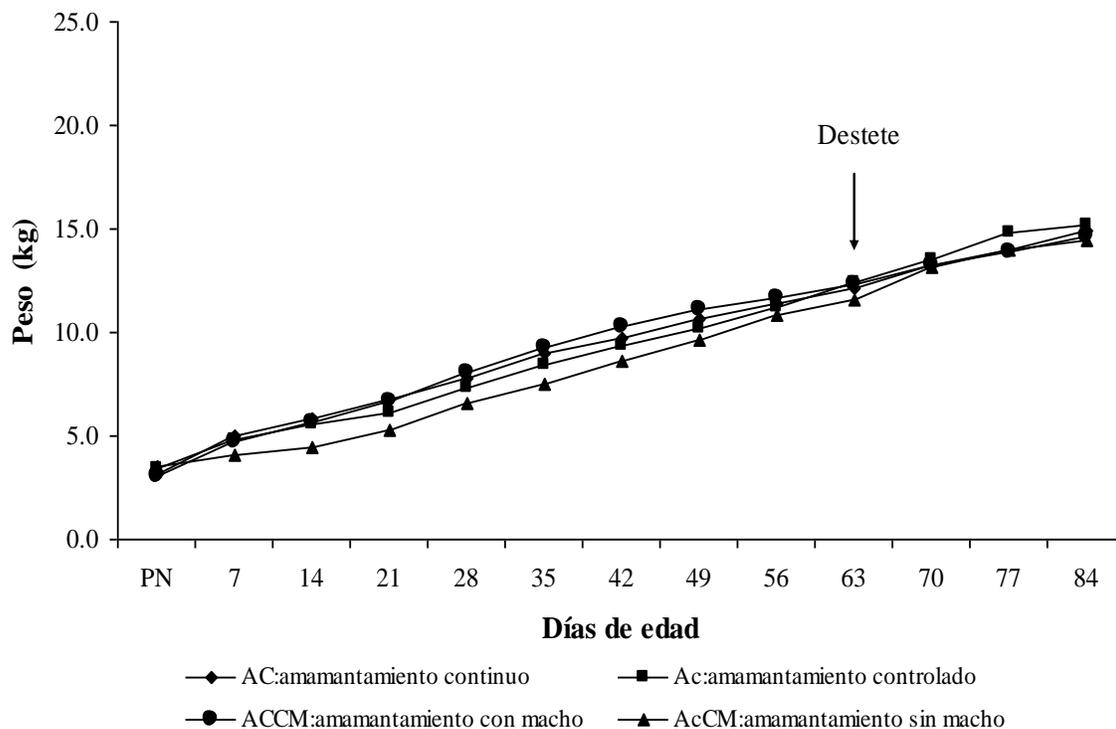


Figura 7. Peso vivo (kg) de corderos Pelibuey, con amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac) con y sin presencia del macho (ACCM y AcCM) .

4. 1. 5 Conclusiones

El amamantamiento controlado más el efecto macho desde el día siete postparto incrementa el número de ovejas que reinician su actividad ovárica antes del día 60 postparto (momento del destete) y reduce el intervalo parto primera ovulación, sin afectar negativamente los cambios de peso corporal de las ovejas postparto y la ganancia de peso de los corderos.

4.2. Estudio II

AMAMANTAMIENTO CONTROLADO Y EFECTO MACHO, CON DESTETE (60 DIAS PP) EN LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE LA OVEJA.

4.2.1 Resumen

El estudio fue realizado con el fin de evaluar el efecto del amamantamiento controlado y efecto macho con destete a los 60 d postparto en la eficiencia reproductiva de la oveja Pelibuey. Se utilizaron 56 ovejas Pelibuey paridas a finales de abril. Siete días después del parto, las ovejas y sus crías se asignaron al azar a uno de cuatro tratamientos: amamantamiento continuo (AC; n=14), amamantamiento controlado (Ac; n=14), amamantamiento continuo con macho (ACCM; n=14) y amamantamiento controlado con macho (AcCM; n=14). El macho provisto con mandil permaneció desde los 7 d postparto por dos periodos de 30 min d⁻¹ con las ovejas hasta el retiro de los CIDR's. En el día 60 pp, se realizó el destete de los corderos, siguiendo con la inducción de la actividad estral con CIDR's, y aplicación de 1 mL de PGF2 α a todas las ovejas dos días antes de retirar los CIDR's, la cual permaneció por 9 d. La detección de estros se inició a las 12 h después del retiro de CIDRs. En el día 40 después de la inseminación se determinó la tasa de gestación y la prolificidad al parto. El porcentaje de estros y preñez, se analizaron mediante el procedimiento PROC LOGISTIC de SAS (SAS, 2004). La prolificidad mediante el procedimiento GLM de SAS. El porcentaje de estros fue diferente entre tratamientos ($p \leq 0.05$), y fue menor en ACCM (64.28 %) con respecto a Ac, AcCM y AC (92.85, 92.85 y 100%). El porcentaje de gestación y prolificidad no mostró diferencias estadísticas entre tratamientos ($p > 0.05$). Realizar el destete en las ovejas a los 60 días postparto permite una mejor respuesta a la inducción de estros, cuando éstas vienen de un manejo de amamantamiento continuo.

Palabras clave: amamantamiento, destete, anestro postparto, efecto macho.

4. 2. 2. Introducción

Uno de los factores que afecta más el desempeño reproductivo en rumiantes es el anestro postparto y el tiempo que transcurre del parto a la concepción (López-Sebastian, 2001). El amamantamiento se considera el estímulo de mayor importancia en la duración del anestro postparto en rumiantes (Griffith y Williams, 1996; Pérez *et al.*, 2001). En ovejas, el amamantamiento controlado es una alternativa para reducir el tiempo parto-primera ovulación (Álvarez *et al.*, 1984), así como la restricción del amamantamiento a 30 min dos veces d⁻¹ (Morales-Terán *et al.*, 2004).

Existen trabajos donde el intervalo al parto a la concepción puede ser reducido cuando los carneros son introducidos a ovejas inmediatamente después del parto en el otoño (Wright *et al.*, 1989) y primavera (Ungerfeld *et al.*, 2001). La introducción de los machos previo a un aislamiento de las hembras induce un incremento en la frecuencia pulsátil LH, que se refleja en ovulación (Martín *et al.*, 1986). En primer lugar, la primera ovulación inducida por el macho no es acompañada por conducta de estro y en segundo lugar, el cuerpo lúteo (CL) que sigue a esta ovulación es normal en algunas ovejas, pero tiene una vida media corta en otras. En un rebaño, alrededor del 50 % de ovejas desarrolló un CL normal que se mantiene durante un periodo normal de la fase lútea y al final de ésta con una nueva ovulación, esta vez con estro, alrededor del día 18-19. El 50 % restante, sin embargo, desarrolló un CL subnormal con una vida media corta con regresión, alrededor del día 7, causando un ciclo corto y una segunda ovulación silenciosa, seguida por un CL normal, resultando en un segundo grupo de hembras en estro, alrededor de 24 días (Rosa *et al.*, 2002).

Aunque los mecanismos no son muy claros, tratamientos con progesterona previenen las fases lúteas cortas (Cognie *et al.*, 1982; Pearce *et al.*, 1985), modulando el efecto de LH y la secreción de esteroides (Hunter y Southee, 1987).

En ganado bovino de doble propósito la manipulación del amamantamiento y la exposición de las vacas a los 7 d postparto al toro reduce el intervalo parto primera-ovulación (Pérez-Hernández *et al.*, 2002b; Pérez-Hernández y Gallegos-Sánchez, 2010) y parto concepción (Izaguirre *et al.*, 2007), por lo cual se sugiere que estas dos estrategias de manejo son una alternativa para los productores para mejorar la eficiencia reproductiva postparto de las vacas de doble propósito.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar si el amamantamiento controlado y el efecto macho, con destete a los 60 d postparto, mejoran las características reproductivas en la oveja Pelibuey.

4. 2. 3 Materiales y métodos

4. 2. 3. 1 Ubicación

La fase experimental se realizó en el Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (La ROCa) del Colegio de postgraduados, ubicado en Montecillo, Municipio de Texcoco, Estado de México. Se localiza a 98°53´ O y 19°29´ N, a una altitud de 2240 msnm. El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano Cb (wo)(w)(i)g, con precipitación de 636.5 mm y temperatura media anual de 15.2° C (García, 1988).

4. 2. 3. 2 Animales y alimentación

Se utilizaron 56 ovejas adultas Pelibuey, las cuales tenían 60 d de paridas, con un peso medio de 42.3±1.64 kg y condición corporal de 3.5.

Las ovejas consumieron una dieta con heno (2 kg oveja⁻¹ d⁻¹) y se les proporcionó 500 g oveja⁻¹ d⁻¹ de concentrado comercial (15.2 % de PC y 2.5 Mcal de EM kg⁻¹; Anexo 1).

4. 2. 3. 3 Tratamientos

Siete días después del parto, las ovejas con sus crías fueron asignadas al azar a uno de cuatro tratamientos: amamantamiento continuo (AC; n=14), amamantamiento controlado (Ac; n=14), amamantamiento continuo con macho (ACCM; n=14) y amamantamiento controlado con Macho (AcCM; n=14). En los tratamientos de ACCM y AcCM, el macho provisto con un mandil permaneció por dos periodos de 30 min d⁻¹ con las ovejas desde 7 d postparto hasta el retiro de los CDIR's (dispositivo intra-vaginal liberador de progesterona), las ovejas no tuvieron contacto con el macho, sólo desde los 7 d postparto. La rotación de machos se hizo cada tercer día para evitar que las hembras se acostumbraran al macho. En el día 60 postparto, se realizó el destete de los corderos, siguiendo con la inducción de la actividad estral

4. 1. 3. 8 Inducción de la actividad estral

En el día 60 postparto al realizar el destete de las crías, se indujo la actividad estral en las ovejas colocando dispositivos intravaginales (CIDR-Pfizer®; 0.3 g progesterona natural), los cuales permanecieron durante 9 días; 2 días antes de retirar los CIDR's se aplicó a todas las ovejas 1ml de un análogo de prostaglandina FG2 α (5 mg de dinoprost Lutalyse, Laboratorios Pharmacia Animal Health); 12 h después del retiro de los CIDR's, se detectó el estro cada 6 h con la ayuda de carneros provistos de un mandil. La inseminación artificial intrauterina laparoscópica se realizó a las 18 h de iniciado el estro. El diagnóstico de gestación se realizó en el día 40 post inseminación por ultrasonografía y la prolificidad se determinó al parto.

4. 2. 3 .4 Variables estudiadas

- 1) Porcentaje de estros (PE); calculado por el número de hembras que presentaron comportamiento estral después de retirar el CIDR dividido entre el número de ovejas tratadas y multiplicado por cien.
- 2) Porcentaje de gestación (PG); es el número de ovejas positivas al diagnóstico dividido entre las ovejas inseminadas por cien.
- 3) Prolificidad (P): es el número de corderos nacidos entre el número de ovejas paridas.

4. 2. 3 .5 Análisis estadístico

El porcentaje de estros y el porcentaje de gestación se analizaron mediante el modelo de regresión logística usando el procedimiento LOGISTIC de (SAS, 2004) y la variable prolificidad por un análisis de varianza mediante el procedimiento GLM de (SAS, 2004) con un diseño completamente al azar.

El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta.

μ = Constante que caracteriza a la población.

t_i = Efecto del tratamiento i-ésimo (i= 4).

E_{ijk} = Error aleatorio $E_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$

4. 2. 4 Resultados y discusión

4. 2. 4. 1 Porcentaje de estros después de la inducción del estro

La exposición al macho de las ovejas con amamantamiento continuo disminuyó la incidencia de estros en respuesta a la inducción del estro ($p \leq 0.05$; Cuadro 4). Estos resultados indican que al realizar el destete a los 60 d postparto las ovejas responden mejor a la inducción de estros, cuando éstas vienen de un manejo de amamantamiento continuo, siendo similar el porcentaje de estros en Ac y AcCM. En ovejas que no amamantan, los ciclos estrales retornan alrededor de 3 a 5 semanas postparto (Shirar *et al.*, 1989) y se asocian con un restablecimiento de los niveles normales de secreción de LH, receptores y respuesta a GnRH. En ovejas que están amamantando corderos, el estro puede retrasarse por tres semanas más (Mauleon y Dautzier, 1965; Schirar *et al.* (1990).

Cuadro 4. Porcentaje de estros en ovejas Pelibuey manejadas con amamantamiento continuo (AC) o controlado (Ac) con o sin presencia del macho (ACCM y AcCM).

Tratamiento	n	% estros
Amamantamiento controlado	14	92.85a
Amamantamiento controlado con macho	14	92.85a
Amamantamiento continuo	14	100.00a
Amamantamiento continuo con macho	14	64.28b

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

En las ovejas con estímulo del macho el porcentaje fue mayor para las ovejas con AcCM (92.85 %) comparado con ACCM (64.28 %; $p > 0.05$); fisiológicamente la no ciclicidad durante el anestro postparto se refleja en una inadecuada secreción de LH y el estímulo del macho en ovejas en anestro estacional y anestro postparto es inducir un

incremento en la frecuencia de secreción de LH, disminuyendo el efecto inhibitorio del estradiol en la secreción de LH (Martín, 1983), por lo que las ovejas que tienen un control del amamantamiento con efecto macho restablecen su actividad ovárica más pronto que ovejas con amamantamiento continuo.

Además de que la respuesta de las ovejas al efecto macho en el porcentaje de ovulación se incrementa conforme avanza el anestro postparto. Sin embargo, la primera ovulación no va acompañada de conducta estral, ya que se presenta un ciclo corto que se caracteriza por una secreción baja o nula y transitoria de progesterona por el cuerpo lúteo (Ott *et al.*, 1980), una segunda ovulación se presenta cuyo CL es de duración normal en algunas ovejas pero tiene una vida media corta en otras hembras (Rosa *et al.*, 2002). Si las ovejas que ovulan en respuesta al efecto macho son pretratadas con progesterona, el CL tiene una función normal. Por lo que tal vez la respuesta en las ovejas con ACCM, fue menor ya que tal vez las ovejas que no respondieron a la inducción del estro estaban todavía en anestro postparto o fueron aquellas ovejas que tuvieron un cuerpo lúteo de vida media corta.

4. 2. 4. 2 Porcentaje de gestación y prolificidad

El porcentaje de gestación y la prolificidad no fue diferente entre tratamientos ($p>0.05$; Cuadro 5). El amamantamiento tiende a retardar el reinicio de la actividad cíclica ovárica y por lo tanto el inicio de una nueva gestación (Villagómez *et al.*, 1999), aunque en este estudio no hubo efecto del porcentaje de gestación entre tratamientos (Cuadro 5), debido a que el destete se realizó a los 60 dpp, cuando ya las condiciones del ambiente uterino y el funcionamiento del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas se restablecen (Griffith y Williams, 1996). La falta de diferencias en el porcentaje de gestación pudo deberse al reducido número de repeticiones utilizadas en este estudio.

Con respecto a la prolificidad, las ovejas que venían con Ac tuvieron una tendencia a un incremento en la prolificidad, aunque no mostró diferencias ($p>0.05$), debido posiblemente a la calidad del folículo. Además, los efectos de la nutrición y condición corporal sobre la maduración del ovocito y del desarrollo temprano del embrión son fundamentales para la supervivencia embrionaria y el desarrollo fetal (McEvoy *et al.*, 1997). Las ovejas con Ac perdieron menos peso durante la lactancia, comparadas con las ovejas con AC, lo cual explica en parte la diferencia observada en esta variable y que coincide con lo descrito por McEvoy *et al.* (1997).

Cuadro 5. Porcentaje de gestación y prolificidad en ovejas Pelibuey manejadas con amamantamiento continuo (AC) o controlado (Ac) con o sin presencia del macho (ACCM y AcCM).

Tratamiento	N	% Gestación	Prolificidad \pm EE
Amamantamiento controlado	14	78.57a	1.30 \pm 0.69a
Amamantamiento controlado con macho	14	78.57a	1.00 \pm 0.61a
Amamantamiento continuo	14	78.57a	0.92 \pm 0.16a
Amamantamiento continuo con macho	14	50.00a	1.00 \pm 0.74a

Todos los valores son Medias \pm Error estándar (M \pm EE)

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

4. 2. 5 Conclusiones

Realizar el destete en las ovejas a los 60 días postparto permite una mejor respuesta a la inducción de estros, cuando éstas vienen de un manejo de amamantamiento continuo, ya que a medida que avanza el periodo postparto se reduce el efecto del control del amamantamiento y del efecto macho.

4.3 Estudio III

AMAMANTAMIENTO CONTROLADO Y LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN OVEJAS POSTPARTO SUPLEMENTADAS CON ACEITE DE SOYA.

4. 3. 1 Resumen

El experimento se realizó para evaluar el control del amamantamiento y un suplemento con aceite de soya en la eficiencia reproductiva postparto (pp) de ovejas Pelibuey. Sesenta y cuatro ovejas de pelo pp fueron utilizadas de diciembre 2007 a junio 2008 con sus corderos. En el día 7 pp el amamantamiento fue controlado (Ac) a 30 min dos veces al día en ovejas y el resto amamantaron a su cordero continuamente (AC). A 16 ovejas de cada grupo se proporcionó un suplemento con aceite de soya (AS) y las otras 16 recibieron un concentrado comercial (CC). Los tratamientos evaluados fueron: ACCC, ACCAS, AcAS y AcAS. El suplemento se proporcionó desde el parto hasta el día 42 pp. En el día 33 pp se realizó una inducción de la actividad estral con CIDR's. Se determinó en el día 35 después de la inseminación la tasa de gestación y la prolificidad al parto. Las ovejas y corderos se pesaron desde el parto hasta el destete (9 semanas). La emergencia del primer FP en las ovejas no mostró diferencias entre tratamientos ($p > 0.05$). Las ovejas en AcAS y ACAS tuvieron un mayor porcentaje de estros (87.50 y 93.75 %; $p \leq 0.05$), con respecto a AcCC y ACCC (75 y 68.75%; $p > 0.05$). No hubo diferencia en el porcentaje de gestación entre tratamientos ($P > 0.05$). La prolificidad, fue mayor en las ovejas de AcAS y AcCC (1.14 ± 0.15 y 1.08 ± 0.20 ; $p \leq 0.05$) con respecto a ACAS y ACCC (0.86 ± 0.18 y 0.72 ± 0.20 ; $p > 0.05$). La pérdida de peso fue más evidente en ACCC y ACAS; los corderos en Ac tuvieron pesos siempre

mayores que los corderos en AC. El control del amamantamiento junto con la suplementación con aceite de soya mejora los parámetros reproductivos en ovejas de pelo.

Palabras clave: ovejas de pelo, amamantamiento, aceite de soya, anestro postparto, fertilidad, prolificidad.

4. 3. 2 Introducción

El anestro postparto en rumiantes es una causa importante que puede afectar la eficiencia reproductiva y a menudo causa pérdidas económicas para los productores (Pérez-Hernández *et al.*, 2001).

La duración del anestro postparto se afecta principalmente por el amamantamiento (González *et al.*, 1991), que incrementa el intervalo entre partos en vacas y ovejas, al aumentar la sensibilidad del hipotálamo al estradiol (Acosta *et al.*, 1983) y la liberación de opioides endógenos (Williams *et al.*, 1996) disminuyendo así la secreción de GnRH en la eminencia media (Zalesky *et al.*, 1990) y la secreción pulsátil de LH, lo cual retrasa el restablecimiento de la actividad ovárica y la presentación del primer estro postparto (Schirar *et al.*, 1990).

El manejo del amamantamiento en rumiantes, se ha considerado una alternativa para acortar el anestro postparto y reducir el intervalo parto primera ovulación (IPPO). En las ovejas se tiene al amamantamiento controlado para reducir el IPPO (Álvarez *et al.*, 1984b); tratamientos hormonales (Robinson *et al.*, 1967). Así la restricción del amamantamiento a 30 min dos veces d⁻¹ reduce el IPPO sin afectar el comportamiento productivo de los corderos (Morales-Terán *et al.*, 2004).

La suplementación con lípidos y específicamente con ácidos grasos puede mejorar la productividad animal (Mattos *et al.*, 2000). Diversos estudios sugieren que el desarrollo folicular ovárico y la función luteal observada al suplementar grasas ó aceite al ganado son debido a cambios en las concentraciones séricas de hormonas metabólicas o sus metabolitos que pueden actuar a nivel hipotálamo-hipófisis-ovario (Lucy *et al.*, 1992) por lo que puede llegar a ser una herramienta importante para reducir el anestro postparto. Varios estudios han mostrado que la manipulación del perfil de ácidos grasos en la dieta incrementa el número total de folículos y el número de folículos preovulatorios (Lucy *et al.*, 1990, 1991; Beam y

Buttler, 1997; Oldick *et al.*, 1997), además, también disminuye la síntesis uterina de $\text{PGF2}\alpha$ durante el inicio de la preñez en bovinos, lo que puede contribuir a la reducción de la mortalidad embrionaria mejorando la fertilidad después del parto (Mattos *et al.*, 2000). El objetivo del presente estudio fue determinar si el amamantamiento controlado y la suplementación con aceite de soya después del parto incrementan la fertilidad postparto sin afectar el comportamiento productivo de los corderos.

4. 3. 3 Materiales y métodos

El estudio se realizó durante los meses de diciembre 2007 a junio 2008, en el Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (LaROCa) del Colegio de Postgraduados.

4. 3. 3. 1 Animales

Se utilizaron 64 ovejas de pelo y sus respectivos corderos. Las ovejas parieron en diciembre 2007, con un peso promedio de 41.12 ± 1.7 kg y condición corporal de 3.5 (escala 1-5).

4. 3. 3. 2 Alimentación y suplementación

Después del parto todas las ovejas recibieron heno de avena a libre acceso y como suplemento al 50 % de las ovejas se les proporcionó $0.5 \text{ kg oveja}^{-1}\text{d}^{-1}$ de concentrado comercial (15.2% de PC y 2.5 Mcal de EM Kg^{-1} ; Anexo 1), el otro 50 % recibió un suplemento (2.52 Mcal de EM y 15.5% de PC) con aceite de soya como fuente de ácido linoleico (52% ácido linoleico) y se proporcionó a razón de $0.5 \text{ kg oveja}^{-1}\text{d}^{-1}$ (Anexo 5). Además las ovejas consumieron sales minerales y agua a libre acceso. Los corderos, además

de la leche materna, consumieron un concentrado iniciador (20% PC; Anexo 2) a libre acceso a partir del día 7 de edad hasta el destete.

4. 3. 3. 3 Tratamientos

El día 7 pp, se inicio con los tratamientos. En amamantamiento continuo, la mitad de las ovejas consumieron concentrado y la otra mitad consumieron el suplemento con aceite de soya y permanecieron continuamente con sus crías, quedando los tratamientos de la siguiente manera: Amamantamiento continuo (n=16; ACCC) y Amamantamiento continuo y aceite de soya (n=16; ACAS). En amamantamiento controlado (Ac) la mitad se alimento con concentrado comercial (n=16; AcCC) y la otra mitad con suplemento con aceite de soya (n=16; AcAS) y las ovejas amamantaron a sus corderos dos veces al día durante 30 min (7 am y 3:30pm).

4. 3. 3. 4 Día de emergencia del primer folículo preovulatorio (FP)

Con el fin de registrar el día de emergencia del primer folículo preovulatorio (>6mm), los ovarios de 5 ovejas de cada tratamiento fueron examinados por ultrasonido a partir del día 8 hasta el día 32 pp (cada dos días). Se utilizó un equipo Sonovet 600 (medison, Universal Medical Systems Inc.), conectado a un transductor de 7.5 MHz. El transductor se fijó a una guía para facilitar su manipulación en el recto, con la oveja en posición parada.

4. 3. 3. 5 Inducción de la actividad estral y manejo reproductivo de las ovejas

El día 33 pp, se indujo la actividad estral colocando dispositivos intravaginales (CIDR-Pfizer®; 0.3 g progesterona natural), los cuales permanecieron durante 9 días; 12 h después del retiro de los CIDR's, y que coincidió con el fin de la suplementación, se inició la

detección del estro con la ayuda de carneros provistos de un mandil. Las ovejas se inseminaron vía intrauterina laparoscópica. Se realizó el diagnóstico de gestación en el día 40 post inseminación por ultrasonografía y la prolificidad se determinó al parto.

4. 3. 3. 6 Variables estudiadas

- 1) Día de emergencia del primer folículo preovulatorio (FP)
- 2) Porcentaje de estros: hembras que presentaron comportamiento estral después de retirar el CIDR dividido entre el número de ovejas tratadas y multiplicado por cien.
- 3) Porcentaje de gestación: número de ovejas positivas al diagnóstico dividido entre las ovejas inseminadas por cien.
- 4) Prolificidad: número de corderos nacidos entre el número de ovejas inseminadas.
- 5) Peso vivo de ovejas de las ovejas medido semanalmente del parto al destete.
- 6) Peso vivo de los corderos medido semanalmente del nacimiento a la semana 9.

4. 3. 3. 7 Análisis estadístico

El día a emergencia del folículo preovulatorio (FP) se analizó utilizando un modelo completamente al azar en arreglo factorial 2 X 2 por el procedimiento GML de SAS. Se realizó la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para medias de tratamientos. El porcentaje de estros (presencia o ausencia de estros) y el porcentaje de gestación se analizaron usando el modelo de regresión logística mediante el procedimiento LOGISTIC de SAS (SAS, 2004). La prolificidad por análisis de varianza mediante el procedimiento GLM de SAS, utilizando un modelo completamente al azar.

Los cambios de peso vivo semanal en ovejas se analizaron con un modelo completamente al azar en arreglo factorial 2x2 por mediciones repetidas mediante el procedimiento MIXED de SAS (2004):

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + S_j + AS_{ij} + R(AS)_{(k)ij} + S_l + AS_{il} + SS_{jl} + ASS_{ijl} + E_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Valor de la variable respuesta en el i-ésimo tipo de amamantamiento, con el j-ésimo tipo de suplemento, en el k-ésimo animal, en la l-ésima semana.

μ = Constante que caracteriza a la población

A_i = Efecto del i-ésimo tipo de amamantamiento (i= aC, ac).

S_j = Efecto del j-ésimo tipo de suplemento (j= AS, CC).

AS_{ij} = Efecto de la interacción del i-ésimo tipo de amamantamiento con el j-ésimo tipo de suplemento.

$R(AS)_{(k)ij}$ = Error aleatorio observado en k-ésimo animal con el i-ésimo tipo de amamantamiento y el j-ésimo tipo de suplemento, $R(AS)_{(k)ij} \sim N(0, \sigma^2 a)$

S_l = Efecto de la l-ésima semana (j=1,...9).

SA_{il} = Efecto de la interacción de la l-ésima semana x el i-ésimo tipo de amamantamiento.

SS_{jl} = Efecto de la interacción de la l-ésima semana x el j-ésimo tipo de suplemento.

ASS_{ijl} = Efecto de la interacción del i-ésimo tipo de amamantamiento con el j-ésimo tipo de suplemento en la l-ésima semana.

E_{ijkl} = Error aleatorio del i-ésimo tipo de suplemento con el j-ésimo tipo de suplemento tratamiento, en el k-ésimo animal, en la l-ésima semana. $E_{ijkl} \sim N(0, \sigma^2 b)$

Los cambios de peso vivo semanal en corderos se analizaron por tratamiento por mediciones repetidas utilizando el procedimiento MIXED de SAS (2004):

$$Y_{irj} = \mu + T_i + R_{i(r)} + S_j + ST_{ji} + E_{irj}$$

Donde:

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

μ = Constante que caracteriza a la población

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

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

$$R_{i(r)} \sim N(0, \sigma^2 a)$$

S_j = Efecto de la j-ésima semana ($j=1, \dots, 9$).

ST_{ij} = Efecto de la interacción de la j-ésima semana x el i-ésimo tratamiento.

E_{ijr} = Efecto del error del i-ésimo tratamiento, en el r-ésimo animal, en la j-ésima semana

$$E_{ijr} \sim N(0, \sigma^2 b)$$

4. 3. 4 Resultados y discusión

4. 3. 4. 1 Días a la emergencia del primer FP (>6 mm)

Los días a la emergencia del primer FP no fue diferente entre tratamientos ($p>0.05$; Cuadro 6), se observó que en las ovejas independientemente de la alimentación, el día de emergencia de su primer folículo que llegó a estado preovulatorio después del parto fue similar.

Cuadro 6. Día a la emergencia del primer folículo de diámetro preovulatorio el día 32 postparto en ovejas Pelibuey manejadas con amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac) suplementadas con aceite de soya (AS) ó concentrado comercial (CC).

TRATAMIENTOS	n	Días emergencia del 1er FP (>6mm)
Amamantamiento continuo y concentrado comercial	6	19.00 ± 2.75a
Amamantamiento continuo y aceite de soya	6	17.00 ± 0.00a
Amamantamiento controlado y concentrado comercial	6	16.33 ± 1.96a
Amamantamiento controlado y aceite de soya	6	17.33 ± 3.52a

Valores con distinta literal en la misma columna son diferentes ($p < 0.05$).

FP: folículo preovulatorio

Nett (1987) señaló que existen cambios en la actividad de los centros hipotalámicos sensitivos a varios factores como esteroides y amamantamiento que afectan la función de la hipófisis y subsecuentemente la función ovárica en ovejas durante el postparto.

Tanto en bovinos (Griffith y Williams, 1996; Gazal *et al.*, 1998; Villa-Godoy y Villagómez, 2000; Yavas y Walton 2000) como en ovinos (Moss *et al.*, 1980; Mandiki *et al.*, 1990) el reestablecimiento de los ciclos estrales en el periodo postparto se retarda por la baja secreción de GnRH y consecuentemente de LH. El amamantamiento disminuye la secreción pulsátil de GnRH por lo que el anestro postparto se prolonga. El destete aumenta la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH.

La falta de diferencias estadísticas sugiere que el Ac a 30 min una ó dos veces al día es suficiente para inhibir la actividad reproductiva postparto en la oveja (Morales-Terán *et al.*, 2004; Pérez-Hernández *et al* 2009), lo cual coincide con lo reportado por Shirar *et al.* (1989) quienes señalaron que los ciclos estrales se presentaron entre 3-5 semanas postparto en ovejas que no amamantan y en ovejas amamantando se pueden retardar tres semanas más (Mauleon y

Dauzier, 1965; Schirar *et al.*, 1990; Morales-Terán *et al.*, 2004) por lo tanto, la LH es el factor que limita el reinicio de la actividad ovárica durante el postparto y el amamantamiento aumenta la sensibilidad del hipotálamo al estradiol inhibiendo la secreción pulsátil de LH (Williams y Griffith, 1995). El uso de aceite durante el periodo postparto en vacas productoras de leche reduce el anestro postparto ya que su uso en este periodo ha mostrado estimular el crecimiento folicular y la función luteal (Lucy *et al.*, 1992), no obstante en ovejas el uso de aceite en el postparto no está documentado.

En ovinos, existe poca información sobre la actividad ovárica durante el periodo temprano postparto, los resultados difieren entre investigadores debido a factores como la época de parto, amamantamiento, raza y técnica por la cual se identificaron los folículos.

En el periodo postparto durante la estación reproductiva Call *et al.* (1976) reportaron la presencia de folículos con diámetro > 3 mm en el día 24 postparto y Ainsworth *et al.* (1982) en el día 26 postparto folículos de 1-3 mm. Sin embargo, Rubianes y Ungerfeld (1993), por medio de ovario-histerectomía en el día 1 postparto observaron folículos de 1-2 mm de diámetro (pequeños), en el día 5 folículos >2 a < 4 mm (medianos) y en los días 17 al 30 además de folículos pequeños y medianos, todas las ovejas presentaron folículos ≥ 4 mm llegando a tamaño preovulatorio antes del día 17 y en el día 30 dos ovejas presentaron cuerpo lúteo. Al-Gubory y Martinet (1986) en ovejas no amamantando reportaron que el número de folículos antrales incrementó al día 5 postparto. En ovejas que parieron fuera de la estación reproductiva por medio de laparoscopia Hall *et al.* (1993) reportaron la existencia de numerosos folículos pequeños en el día 20 postparto y por medio de ultrasonografía Bartlewski *et al.* (2000) no observaron folículos > 3 mm hasta el día 21 y 25 postparto, lo que significó que estaban en anestro. En el presente estudio se observó que el amamantamiento es un factor inhibitorio más fuerte que la nutrición durante el periodo postparto temprano, ya que

el tiempo al que emerge el primer FP en las ovejas sometidas a Ac independientemente del tipo de suplemento que consumieron.

4. 3. 4. 2 Porcentaje de estros después de la inducción de la actividad estral

La suplementación con aceite de soya (AS) en las ovejas con AC y Ac aumentó el porcentaje de ovejas en estro en respuesta a la inducción del estro con respecto a las ovejas con concentrado comercial ($p \leq 0.05$; Cuadro7). El ovario estimulado por gonadotropinas exógenas, responde hasta la tercera semana postparto con secreción de estradiol, induciendo un ciclo de duración normal (Urarte, 1989), por lo que inducir actividad estral en la oveja es más difícil cuando esta lactando (Gordon, 1997). Al promover el reinicio de la actividad reproductiva postparto con progesterona exógena, se ocasiona la presencia de CL's, lo que produce una mejor respuesta (Greyling *et al.*, 1997). Smart *et al.* (1994) mencionaron que el efecto negativo del estradiol en la secreción de LH durante el anestro postparto puede disminuir en presencia de progesterona.

Cuadro 7. Porcentaje de estros en ovejas Pelibuey manejadas con amamantamiento continuo (AC) o controlado (Ac) suplementadas con aceite de soya (ACAS y AcAS) y con concentrado comercial (ACCC y AcCC).

Tratamiento	n	% estros
Amamantamiento controlado y aceite de soya	16	87.50a
Amamantamiento controlado y concentrado comercial	16	75.00ab
Amamantamiento continuo y aceite de soya	16	93.75a
Amamantamiento continuo y concentrado comercial	16	68.75b

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

4. 3. 4. 3 Porcentaje de gestación y prolificidad

El porcentaje de gestación no fue diferente entre tratamientos ($p>0.05$; Cuadro 8). Sin embargo, las ovejas con amamantamiento controlado (AcAS y AcCC) ($p\leq 0.05$; Cuadro 8) presentaron mejor prolificidad con respecto a las ovejas con amamantamiento continuo (ACCC). Las investigaciones sobre la suplementación de grasas en ganado lechero han dado resultados inconsistentes y variados en relación a la eficiencia reproductiva (Funson, 2004); en especial si puede haber un efecto positivo en la tasa de preñez (De Fries *et al.*, 1998; Filley *et al.*, 2000).

En algunos estudios la suplementación con fuentes de ácidos grasos insaturados en las dietas influyen en la reproducción alterando el tamaño del folículo preovulatorio (Zachut *et al.*, 2008) reduciendo el intervalo parto primera ovulación en bovinos, incrementando la concentración de progesterona durante la fase lútea del ciclo estral, modulando la síntesis de PFG_{2 α} en el útero y mejorando la calidad y capacidad de desarrollo tanto del ovocito y del embrión (Santos *et al.*, 2008), sin embargo, la secreción de PFG_{2 α} y el mantenimiento del CL son esenciales para el establecimiento de la preñez en vacas y la falla de este proceso puede causar la pérdida de alrededor del 40 % de las preñeces (Thatcher *et al.*, 1994). Por lo que los resultados obtenidos en la prolificidad con ovejas de Ac que consumieron aceite de soya, podría relacionarse con una mayor viabilidad embrionaria, al disminuir la secreción de PFG_{2 α} , durante el inicio de la preñez.

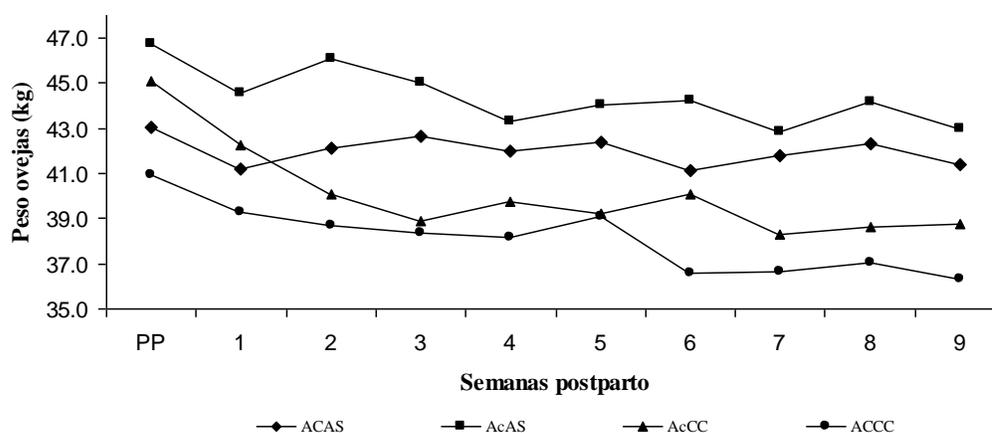
Cuadro 8. Porcentaje de gestación y prolificidad en ovejas Pelibuey manejadas con amamantamiento continuo (AC) o controlado (Ac) suplementadas con aceite de soya (ACAS y AcAS) y concentrado comercial (ACCC y AcCC).

Tratamiento	n	% Gestación	Prolificidad ± EE
Amamantamiento controlado con aceite de soya	16	78.57a	1.14 ± 0.15a
Amamantamiento controlado con concentrado comercial	16	75.00a	1.08 ± 0.20a
Amamantamiento continuo con aceite de soya	16	66.60a	0.86 ± 0.18ab
Amamantamiento continuo con concentrado comercial	16	63.63a	0.72 ± 0.20b

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

4. 3. 4. 4 Peso vivo de las ovejas en el periodo postparto

El peso corporal de las ovejas fue afectado por el tipo de amamantamiento ($p \leq 0.05$; Figura 8; Anexo 6), por la semana y la interacción semana por tipo de amamantamiento, pero no por el tipo de suplemento ($p > 0.05$), ni por la interacción tipo de suplemento por semana ($p > 0.05$).



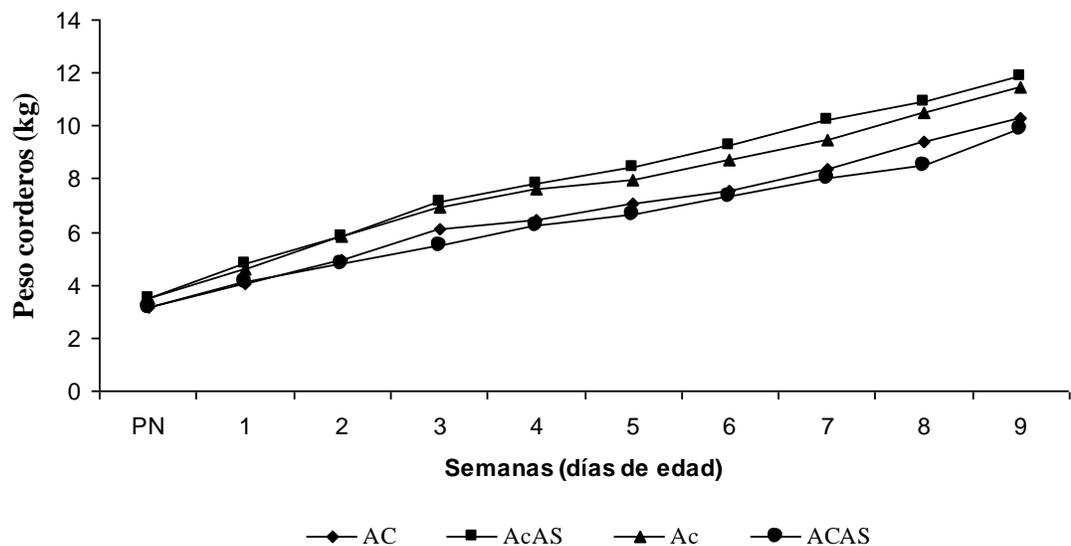
PP: Peso al parto.

Figura 8. Cambios de peso vivo de ovejas Pelibuey manejadas en amamantamiento continuo (AC) y controlado (Ac) suplementadas con aceite de soya (ACAS y AcAS) y concentrado comercial (ACCC y AcCC).

Se observó una disminución gradual del peso vivo durante todo el experimento en las ovejas de todos los tratamientos. Las oveja con suplemento de aceite de soya (ACAS y AcAS) presentaron un mayor peso al parto (43.0 ± 1.7 y 46.8 ± 1.7 kg, respectivamente) comparado con ACCC (41.0 ± 1.7 kg) y AcCC (45.1 ± 1.7 kg; Anexo 6). Estos resultados coinciden con lo reportado por Camacho-Ronquillo (2007) y Morales-Terán *et al.* (2004). La mayor producción de leche demanda mayor movilización de reservas corporales con lo que la condición y el peso corporal disminuyen (Pond *et al.*, 1995; Martínez, 1998). En éste estudio se observa que la mayor pérdida de peso es al inicio de la lactancia (Figura 8), lo cual se atribuye a la mayor producción láctea a éste tiempo (Camacho-Ronquillo, 2007). El suplemento con aceite de soya en los ACAS y AcAS, no mostró un efecto ($p > 0.05$) en la recuperación del peso de las ovejas, lo que indica que probablemente las ovejas no consumieron la energía necesaria para mantener un balance energético; además se puede inferir que la lactancia y la movilización de nutrientes para mantenerla son los factores más importantes que contribuyen a la pérdida de peso en las ovejas durante el periodo postparto, lo que puede repercutir negativamente en la reproducción postparto. Schillo, (1992) señaló que la recuperación del peso corporal en periodo postparto, así como de la condición corporal es de primordial importancia para reactivar la función ovárica después del parto.

4. 3. 4. 5 Peso vivo de los corderos

Se encontró efecto de tratamiento, semana y de la interacción semana por tratamiento en el cambio de peso vivo de los corderos ($p < 0.001$). El peso de los corderos fue similar al nacimiento y a partir de la segunda semana se empezó a ver la diferencia (Figura 9; Anexo 7).



PN: Peso al parto.
 AcCC: amamantamiento controlado y concentrado comercial.
 AcAS: amamantamiento controlado y aceite de soya.
 ACAC: amamantamiento continuo y concentrado comercial.
 ACAS: amamantamiento continuo y aceite de soya.

Figura 9. Peso vivo de los corderos manejados con amamantamiento continuo y controlado.

Los corderos con amamantamiento controlado (AcAS y AcCC) se mantuvieron con pesos mayores ($p \leq 0.05$; Figura 9) que los corderos de amamantamiento continuo (ACAC y ACAS). Las ovejas con amamantamiento continuo produjeron mayor cantidad de leche por el estímulo de la descarga completa y frecuente de la glándula mamaria (Rondón *et al.*, 1994). Sin embargo, en el caso de los corderos con amamantamiento controlado, al destetar precozmente a los corderos se estimula el consumo de concentrado y forraje (Coop, 1982; Arroyo, 2001), lo cual pudo reflejarse en el mejor comportamiento observado en corderos con AcAS y AcCC, ya que obtuvieron mayores pesos.

4. 3. 4. 6 Conclusiones

El amamantamiento es un factor que retrasa el tiempo al que emerge el primer FP, ya que en las ovejas sometidas a Ac, independientemente del tipo de suplemento que consumieron, el día de emergencia del primer FP fue similar entre tratamientos..

La respuesta a la inducción de estros fue mejor en las ovejas con AcAS y ACAS. Aunque la tasa de preñez fue similar entre los tratamientos, el incremento en la prolificidad en las ovejas de los tratamientos Ac que consumieron el suplemento con aceite de soya, sugiere una mejora en la calidad y capacidad de desarrollo tanto del ovocito y del embrión, que fue reflejada en una disminución de la mortalidad embrionaria, como se observa en ganado lechero.

Las ovejas con ACCC y ACAS perdieron más peso que las ovejas en AcCC y AcAS durante el experimento. Los corderos con AcCC y AcAS siempre mantuvieron pesos mayores que los corderos en ACCC y ACAS.

El control del amamantamiento con suplementación con aceite de soya puede mejorar los parámetros reproductivos en la oveja Pelibuey después del parto.

V. DISCUSION GENERAL

En el estudio 1, el manejo del amamantamiento y efecto macho, provocó una respuesta mayor en el porcentaje de ovejas que ovularon en AcCM ($p \leq 0.05$), fue similar en Ac y ACCM ($p > 0.05$). El intervalo parto primera fue mayor en ACCM ($p \leq 0.05$), el 100 % de las ovejas ovularon antes de los 45 d postparto.

Estos resultados indican que, el amamantamiento inhibe el restablecimiento de la actividad ovárica en la oveja Pelibuey, lo cual concuerda con lo reportado por otros autores (Álvarez *et al.*, 1984; Griffith y Williams, 1996; Morales-Terán *et al.*, 2004; Pérez *et al.*, 2009). El amamantamiento inhibe la secreción pulsátil de LH durante el inicio del periodo postparto (Williams *et al.*, 1987), observándose que esta inhibición disminuye a medida que el periodo postparto avanza; así la concentración de LH en hipófisis y en plasma, en hembras que amamantan a su cría se incrementa gradualmente conforme el periodo postparto avanza hasta alcanzar niveles similares a los existentes en hembras ciclando (Nett *et al.*, 1988).

El alto porcentaje de ovejas que ovularon durante los primeros 60 d postparto en respuesta al efecto macho desde los 7 d pp (AcCM; Cuadro 1), aunando a la proporción (57.14 %) de las ovejas con Ac que ovularon, indica que el control del amamantamiento disminuye el anestro postparto en la oveja Pelibuey y, que la exposición al macho estimula a las ovejas a reiniciar más rápido la actividad ovárica postparto, por lo que la interacción amamantamiento y efecto macho reduce los días a primera ovulación y aumenta el porcentaje de ovejas que ovulan, tal como ha sido observado en hembras bovinas de doble propósito al retrasar el amamantamiento y exponer a las vacas al toro (Pérez *et al.*, 2002b; Pérez-Hernández y Gallegos-Sánchez, 2010) . La no ciclicidad en hembras postparto, se debe a fallas en el desarrollo folicular, reflejado en una inadecuada secreción de LH, debido al efecto inhibitorio que ejerce el estradiol en la liberación de LH, muy similar a lo que ocurre en hembras durante

el anestro estacional (Karsch *et al.*, 1980); entonces, el estímulo que ejerce el efecto macho es incrementar la secreción de LH, disminuyendo el efecto inhibitorio del estradiol en la secreción de LH (Martín, 1983).

Así, los resultados obtenidos en este estudio concuerda, con lo reportado por Lindsay y Signoret (1980) en otras latitudes y con ovejas de lana, que el efecto inhibitorio provocado por el amamantamiento se reduce conforme el periodo postparto avanza y el efecto macho depende del tiempo que transcurre desde el momento del parto y de la proporción de hembras que ciclan espontáneamente (Khaldi, 1994 citado por Álvarez y Zarco, 2001). Por lo tanto, las hembras que ovulan como respuesta a la introducción de los machos, es el resultado del incremento en la frecuencia de secreción de LH, donde el efecto de la estimulación (efecto macho) interfiere con la retroalimentación negativa del estradiol a nivel hipofisiario (Martín *et al.*, 1986; Álvarez y Zarco, 2001). De esta manera, el estímulo del macho induce el restablecimiento de la actividad ovárica en las ovejas durante el periodo postparto. El amamantamiento más el efecto macho desde el día 7 pp incrementa el número de ovejas que reinician actividad reproductiva antes de los 60 d postparto, por lo tanto, la exposición al macho en ovejas Pelibuey con amamantamiento controlado reduce el periodo de parto a primera ovulación.

El análisis de los resultados obtenidos muestra que las dos modalidades de amamantamiento más la presencia o ausencia del macho no afecta ($p > 0.05$) los cambios de peso corporal en las ovejas, sin embargo es afectado por el periodo postparto y la interacción tratamiento por periodo postparto ($p \leq 0.05$). Resultados similares fueron reportados por Morales-Terán *et al.* (2004) en ovejas con amamantamiento por dos periodos de 30 min al día.

El periodo y la interacción periodo x tratamiento afectaron significativamente el cambio de peso vivo en corderos ($p < 0.0001$). El peso al nacimiento y hasta los 7 días fue

similar entre tratamientos; sin embargo a partir del día 14 hasta el día 49 los corderos de AC, ACCM y Ac tuvieron mayor peso con respecto a AcCM ($p < 0.0001$), y posteriormente los pesos fueron similares hasta el final del estudio.

Esto se atribuye a que los corderos de ACCM y AC permanecieron todo el tiempo con la madre y por lo tanto, tuvieron un mayor consumo de leche (Rondón *et al.*, 1994). Resultados similares en cambios de peso en corderos Pelibuey sometidos a amamantamiento continuo y amamantamiento controlado por dos periodos de 30 min al día fueron encontrados por Morales-Terán *et al.* (2004). Se sugiere que el amamantamiento por dos periodos de 30 min son suficientes para que el cordero consuma por mas tiempo la leche producida por la madre y esto aunado al consumo temprano de alimento sólido, razón por la cual, los cambios de pesos fueron similares en todos los corderos de los diferentes tratamientos, además evita problemas al momento del destete, dado que los corderos con amamantamiento controlado se adaptan al consumir alimento sólido.

En el estudio 2, la exposición al macho de las ovejas con amamantamiento continuo disminuyó la incidencia de estros en respuesta a la inducción del estro ($p \leq 0.05$; Cuadro 4). Estos resultados indican que al realizar el destete a los 60 d postparto las ovejas responden mejor a la inducción de estros, cuando éstas vienen de un manejo de amamantamiento continuo, siendo similar el porcentaje de estros en Ac y AcCM. En ovejas que no amamantan, los ciclos estrales retornan alrededor de 3 a 5 semanas postparto (Shirar *et al.*, 1989) y se asocian con un restablecimiento de los niveles normales de secreción de LH, receptores y respuesta a GnRH. En ovejas que están amamantando corderos, el estro puede retrasarse por tres semanas más (Mauleon y Dauzier, 1965; Schirar *et al.* (1990).

Por otra parte en las ovejas con estímulo del macho el porcentaje fue mayor para las ovejas con AcCM (92.85 %) comparado con ACCM (64.28 % ; $p>0.05$); fisiológicamente la no ciclicidad durante el anestro postparto se refleja en una inadecuada secreción de LH y el estímulo del macho en ovejas en anestro estacional y anestro postparto es inducir un incremento en la frecuencia de secreción de LH, disminuyendo el efecto inhibitorio del estradiol en la secreción de LH (Martín, 1983), por lo que las ovejas que tienen un control del amamantamiento con efecto macho restablecen su actividad ovárica más pronto que ovejas con amamantamiento continuo.

Además de que la respuesta de las ovejas al efecto macho en el porcentaje de ovulación se incrementa conforme avanza el anestro postparto. Sin embargo, la primera ovulación no va acompañada de conducta estral, ya que se presenta un ciclo corto que se caracteriza por una secreción baja o nula y transitoria de progesterona por el cuerpo lúteo (Ott *et al.*, 1980), una segunda ovulación se presenta cuyo CL es de duración normal en algunas ovejas pero tiene una vida media corta en otras hembras (Rosa *et al.*, 2002). Si las ovejas que ovulan en respuesta al efecto macho son pretratadas con progesterona, el CL tiene una función normal. Por lo que tal vez la respuesta en las ovejas con ACCM, fue menor ya que tal vez las ovejas que no respondieron a la inducción del estro estaban todavía en anestro postparto o fueron aquellas ovejas que tuvieron un cuerpo lúteo de vida media corta.

El porcentaje de gestación y la prolificidad no fue diferente entre tratamientos ($p>0.05$). El amamantamiento tiende a retardar el reinicio de la actividad cíclica ovárica y por lo tanto el inicio de una nueva gestación (Villagómez *et al.*, 1999), aunque en este estudio no hubo efecto del porcentaje de gestación entre tratamientos, debido a que el destete se realizó a los 60 dpp, cuando ya las condiciones del ambiente uterino y el funcionamiento del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas se restablecen (Griffith y Williams, 1996). La falta de

diferencias en el porcentaje de gestación pudo deberse al reducido número de repeticiones utilizadas en este estudio.

Con respecto a la prolificidad, las ovejas que venían con Ac tuvieron una tendencia a un incremento en la prolificidad, aunque no mostró diferencias ($p > 0.05$), debido posiblemente a la calidad del folículo. Además, los efectos de la nutrición y condición corporal sobre la maduración del ovocito y del desarrollo temprano del embrión son fundamentales para la supervivencia embrionaria y el desarrollo fetal (McEvoy *et al.*, 1997). Las ovejas con Ac perdieron menos peso durante la lactancia, comparadas con las ovejas con AC, lo cual explica en parte la diferencia observada en esta variable y que coincide con lo descrito por McEvoy *et al.* (1997).

En el estudio 3, los días a la emergencia del primer FP no fue diferente entre tratamientos ($p > 0.05$), se observó que en las ovejas independientemente de la alimentación, el día de emergencia de su primer folículo que llegó a estado preovulatorio después del parto fue similar.

Nett (1987) señaló que existen cambios en la actividad de los centros hipotalámicos sensitivos a varios factores como esteroides y amamantamiento que afectan la función de la hipófisis y subsecuentemente la función ovárica en ovejas durante el postparto.

Tanto en bovinos (Griffith y Williams, 1996; Gazal *et al.*, 1998; Villa-Godoy y Villagómez, 2000; Yavas y Walton 2000) como en ovinos (Moss *et al.*, 1980; Mandiki *et al.*, 1990) el reestablecimiento de los ciclos estrales en el periodo postparto se retarda por la baja secreción de GnRH y consecuentemente de LH. El amamantamiento disminuye la secreción pulsátil de GnRH por lo que el anestro postparto se prolonga. El destete aumenta la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH.

La falta de diferencias estadísticas sugiere que el Ac a 30 min una ó dos veces al día es suficiente para inhibir la actividad reproductiva postparto en la oveja (Morales-Terán *et al.*, 2004; Pérez-Hernández *et al* 2009), lo cual coincide con lo reportado por Shirar *et al.* (1989) quienes señalaron que los ciclos estrales se presentaron entre 3-5 semanas postparto en ovejas que no amamantan y en ovejas amamantando se pueden retardar tres semanas más (Mauleon y Dauzier, 1965; Schirar *et al.* ,1990; Morales-Terán *et al.*, 2004). El uso de aceite durante el periodo postparto en vacas productoras de leche reduce el anestro postparto ya que su uso en este periodo ha mostrado estimular el crecimiento folicular y la función luteal (Lucy *et al.*, 1992), no obstante en ovejas el uso de aceite en el postparto no está documentado.

En ovinos, existe poca información sobre la actividad ovárica durante el periodo temprano postparto, los resultados difieren entre investigadores debido a factores como la época de parto, amamantamiento, raza y técnica por la cual se identificaron los folículos.

En el periodo postparto durante la estación reproductiva Call *et al.* (1976) reportaron la presencia de folículos con diámetro > 3 mm en el día 24 postparto y Ainsworth *et al.* (1982) en el día 26 postparto folículos de 1-3 mm. Sin embargo, Rubianes y Ungerfeld (1993), por medio de ovario-histerectomía en el día 1 postparto observaron folículos de 1-2 mm de diámetro (pequeños), en el día 5 folículos >2 a < 4 mm (medianos) y en los días 17 al 30 además de folículos pequeños y medianos, todas las ovejas presentaron folículos ≥ 4 mm llegando a tamaño preovulatorio antes del día 17 y en el día 30 dos ovejas presentaron cuerpo lúteo. Al-Gubory y Martinet (1986) en ovejas no amamantando reportaron que el número de folículos antrales incrementó al día 5 postparto. En ovejas que parieron fuera de la estación reproductiva por medio de laparoscopia Hall *et al.* (1993) reportaron la existencia de numerosos folículos pequeños en el día 20 postparto y por medio de ultrasonografía Bartlewski *et al.* (2000) no observaron folículos > 3 mm hasta el día 21 y 25 postparto, lo que

significó que estaban en anestro. En el presente estudio se observó que el amamantamiento es un factor inhibitorio más fuerte que la nutrición durante el periodo postparto temprano, ya que el tiempo al que emerge el primer FP en las ovejas sometidas a Ac es independiente del tipo de suplemento que consumieron.

La suplementación con aceite de soya (AS) en las ovejas con AC y Ac aumentó el porcentaje de ovejas en estro en respuesta a la inducción del estro con respecto a las ovejas con concentrado comercial ($p \leq 0.05$). El ovario estimulado por gonadotropinas exógenas, responde hasta la tercera semana postparto con secreción de estradiol, induciendo un ciclo de duración normal (Urarte, 1989), por lo que inducir actividad estral en la oveja es más difícil cuando esta lactando (Gordon, 1997). Al promover el reinicio de la actividad reproductiva postparto con progesterona exógena, se ocasiona la presencia de CL's, lo que produce una mejor respuesta (Greyling *et al.*, 1997). Smart *et al.* (1994) mencionaron que el efecto negativo del estradiol en la secreción de LH durante el anestro postparto puede disminuir en presencia de progesterona.

El porcentaje de gestación no fue diferente entre tratamientos ($p > 0.05$). Sin embargo, las ovejas con amamantamiento controlado (AcAS y AcCC) ($p \leq 0.05$) presentaron mejor prolificidad con respecto a las ovejas con amamantamiento continuo (ACCC). Las investigaciones sobre la suplementación de grasas en ganado lechero han dado resultados inconsistentes y variados en relación a la eficiencia reproductiva (Funson, 2004); en especial si puede haber un efecto positivo en la tasa de preñez (De Fries *et al.*, 1998; Filley *et al.*, 2000).

En algunos estudios la suplementación con fuentes de fuentes de ácidos grasos insaturados en las dietas influyen en la reproducción alterando el tamaño del folículo preovulatorio (Zachut *et al.*, 2008) reduciendo el intervalo parto primera ovulación en bovinos, incrementando la concentración de progesterona durante la fase lútea del ciclo estral,

modulando la síntesis de PFG_{2α} en el útero y mejorando la calidad y capacidad de desarrollo tanto del ovocito y del embrión (Santos *et al.*, 2008), sin embargo, la secreción de PFG_{2α} y el mantenimiento del CL son esenciales para el establecimiento de la preñez en vacas y la falla de este proceso puede causar la pérdida de alrededor del 40 % de las preñeces (Thatcher *et al.*, 1994). Por lo que los resultados obtenidos en la prolificidad con ovejas de Ac que consumieron aceite de soya, podría relacionarse con una mayor viabilidad embrionaria, al disminuir la secreción de PFG_{2α}, durante el inicio de la preñez.

El peso corporal de las ovejas fue diferente entre tratamientos ($p \leq 0.05$), las ovejas en Ac fueron las que mostraron una recuperación de peso más rápida que las ovejas con AC. Estos resultados coinciden con lo reportado por Camacho-Ronquillo (2007) y Morales-Terán *et al.* (2004). Los cambios de peso en corderos fue diferente entre tratamientos ($p \leq 0.0001$). Los corderos con amamantamiento controlado (AcAS y AcCC) se mantuvieron con pesos mayores ($p \leq 0.05$) que los corderos de amamantamiento continuo (ACCC y ACAS). Por lo que, en el caso de los corderos con amamantamiento controlado, se estimula el consumo de concentrado y forraje (Coop, 1982; Arroyo, 2001). Esto pudo reflejarse en el mejor comportamiento observado en corderos con AcAS y AcCC, ya que obtuvieron mayores pesos.

VI. CONCLUSIONES GENERALES

El amamantamiento controlado más el efecto macho desde el día siete postparto incrementa el número de ovejas que reinician su actividad ovárica antes del día 60 postparto (momento del destete) y reduce el intervalo parto primera ovulación, sin afectar negativamente los cambios de peso corporal de las ovejas postparto y la ganancia de peso de los corderos.

Realizar el destete en las ovejas a los 60 días postparto permite una mejor respuesta a la inducción de estros, cuando éstas vienen de un manejo de amamantamiento continuo. A medida que avanza el periodo postparto se reduce el efecto del control del amamantamiento y del efecto macho.

El amamantamiento es un factor que retrasa el tiempo al que emerge el primer FP, ya que en las ovejas sometidas a Ac, independientemente del tipo de suplemento que consumieron, el día de emergencia del primer FDP fue similar entre tratamientos..

La respuesta a la inducción de estros fue mejor en las ovejas con AcAS y ACAS. Aunque la tasa de preñez fue similar entre los tratamientos, el incremento en la prolificidad en las ovejas de los tratamientos Ac que consumieron el suplemento con aceite de soya, sugiere una mejora en la calidad y capacidad de desarrollo tanto del ovocito y del embrión, que fue reflejada en una disminución de la mortalidad embrionaria, como se observa en ganado lechero.

Las ovejas con ACCC y ACAS perdieron más peso que las ovejas en AcCC y AcAS durante el experimento. Los corderos con AcCC y AcAS siempre mantuvieron pesos mayores que los corderos en ACCC y ACAS.

El control del amamantamiento con suplementación con aceite de soya puede mejorar los parámetros reproductivos en la oveja Pelibuey después del parto.

VII. LITERATURA CITADA

- Acosta, B., T.E. Tarnavsky, T.E. Platt, D.L. Hamernik, J.L. Brown, H.M. Schoenmann and J.J. Reeves. 1983. Nursing enhances the negative effect of estrógeno on LH release in the cow. *J. Anim. Sci.* 57:1530-1536.
- Ainsworth, L., R. Lachance and F. Labrie. 1982. Effect of GnRH induced endogenous luteinizing hormone release and exogenous progestogen treatment on ovarian activity in the postpartum ewe. *J. Anim. Sci.* 54(5): 998-1004.
- Al-Gubory, K.H. and J. Martinet. 1986. Comparison of the total ovarian follicular populations at day 140 of pregnancy and at day 5 postpartum in ewes. *Theriogenol.* 25(6):795-808.
- Álvarez, A. G., Z.M. Valencia y R.O.L. Rodríguez. 1984a. Efecto del destete precoz en el comportamiento reproductivo de la oveja Pelibuey. *Memorias del X Congreso Nacional de Buiatría.* Acapulco, Gro. Agosto. p.178.
- Álvarez, A. G., Z.M. Valencia y R.O.L. Rodríguez. 1984b. Manejo de la lactación para reducir el intervalo parto-primer celo en borregas Pelibuey. *Memorias del X Congreso Nacional de Buiatría.* Acapulco, Gro. Agosto. p. 247.
- Álvarez R. L, y L.A. Zarco Q. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet. Méx.* 32 (2):117-129.
- Arroyo, L. J., P. Pérez-Hernández, A.A.I. Porras, H. H. Vázquez, A. Pro-Martínez y J. Gallegos-Sánchez. 2000. Amamantamiento y concentración sérica de progesterona (P₄) postparto en ovejas Pelibuey. *Rev. Chapingo* 3:47-54.
- Baird, D.T. 1983. Factors regulating the growth of the preovulatory follicle in the sheep and human. *J. Reprod. Fertil.* 69:343-352.
- Bartlewski, P.M., A.P. Beard and N.C. Rawlings. 2000. Ultrasonographic study of ovarian function during early pregnancy and after parturition in the ewe. *Theriogenol.* 53(3):673-689.
- Beam, S. W. and W. R. Butler. 1997. Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three of dietary fat. *Biol. Reprod.* 56:133-142.
- Blache, D. 2003. Balance de energía y reproducción en Rumiantes: Procesos endócrinos y neuroendocrinos. III Curso Internacional de Fisiología de la Reproducción en Rumiantes. Colegio de Postgraduados. Septiembre 151-168.

- Burke, J. M., D. J. Carrol, K. E. Rowe, W. W. Thatcher and F. Stormshak. 1996. Intravascular infusion of lipid into ewes stimulates production of progesterone and prostaglandin. *Biol. Reprod.* 55: 169-175.
- Caldeira, R. M., A. T. Belo, C. C. Santos, M. I. Vazques, A. V. Portugal. 2007. The effect of long-term feed restriction and over-nutrition on body condition score, blood metabolites and hormonal profiles in ewes. *Small Rumin. Res.* 68:242-255.
- Call, J.W., W.C. Foote, C.D. Eckre and C.V. Hulet. 1976. Postpartum uterine and ovarian changes, and estrous behavior from lactation effects in normal and hormone treated ewes. *Theriogenol.* 6(5):495-499.
- Castillo, R.H., Z.M. Valencia y V.J.M. Berruecos. 1972. Comportamiento resproductivo del borrego "Tabasco" mantenido en clima tropical y subtropical I. Índices de fertilidad. *Téc. Pec. Méx.* 20:52-56.
- Chemineau P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrus cycles in anovulatory goats. Review. *Livest Prod Sci.* 17: 135-147.
- Cognie, Y., S. J. Gray, D. R. Lindsay, C.M. Oldham, D. T. Pearce, J.P. Signoret. 1982. A new approach to controlled breeding in sheep using the "ram effect". *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 14: 519-522.
- Coop I. E. 1982. *Sheep and Goat Production.* Elsevier Ser. Pub. Company. Netherlands. 492 p.
- Crowder, M. E., P. A. Gilles, C. Tamanini, G. E. Moss and T. M. Nett. 1982. Pituitary content of gonadotropins and GnRH-receptors in pregnant, postpartum and steroid-treated OVX ewes. *J. Anim. Sci.* 54: 1235-1242
- Cruz, L. C., B. S. Fernández, L. J. A. Alvarez y R. H. Pérez. 1994. Variaciones estacionales en presentación de ovulación, fertilización y sobrevivencia embrionaria en ovejas Tabasco en el trópico húmedo. *Vet. Méx.* 25: 23-27.
- Cuthaw, J.L., J.F. Hunter and G.L. Williams. 1992. Effects of transcutaneous thermal and electrical stimulation of the teat on pituitary luteinizing hormone, prolactin and oxytocin secretion in ovariectomized, estradiol-treated beef cows following acute weaning. *Theriogenol.* 37: 915-934.
- Delgadillo J.A., Flores, J.A., Villareal, O., Flores M J., Hoyos G., Chemineau P., Malpoux, B. 1998. Length of postpartum anestrus in goats in subtropical Mexico: effect of season of parturition and duration of nursing. *Theriogenol.* 49:1209-1218.
- De Fries, C. A., D. A. Neuendorff and R.D. Randel. 1998. Fat supplementation influences postpartum reproductive performance in Brahman cows. *J. Anim. Sci.* 76:864-870.

- Espinoza, J. L., J. A. Ramírez Godínez, S. S. Simental, J. Jiménez, R. Ramírez, A. Palacios and R. De Lun. 1997. Effects of calcium soaps of fatty acids on serum hormones and lipid metabolites in Pelibuey ewes. *Small Rumin. Res.* 26:61-68.
- Espinoza, J.L., A. Palacios, R. Ortega y A. Guillén. 2008. Efecto de la suplementación de grasas sobre las concentraciones séricas de progesterona, insulina, somatotropina y algunos metabolitos de los lípidos en ovejas Pelibuey. *Arch. Med. Vet.* 40:135-140
- Filley, S. J., H. A. Turner and F. Stormshak. 1999. Prostaglandin F_{2α} concentrations, fatty acids profiles and fertility in lipid-infused postpartum beef heifers. *Biol. Reprod.* 61:1317-1323.
- Filley, S. J., H. A. Turner and F. Stormshak. 2000. Plasma fatty acids, prostaglandin F_{2α} metabolite and reproductive response in postpartum heifers fed rumen bypass fat. *J. Anim. Sci.* 78:139-144.
- Fitzgerald, B. P and F. J. Cunningham. 1981. Effect of removal of lambs or treatment with bromocriptine on plasma concentrations of prolactin and FSH during the postpartum period in ewes lambing at different times during the breeding season. *J. Reprod. Fertil.* 61: 141-148.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koéppen. ed. México. 194 p.
- Gazal, O.S., L.S. Leshin, R.L. Satanko, M.G. Thomas, D.H. Keisler, L.L. Anderson and G.L. Williams. 1998. Gonadotropin-releasing hormone secretion into third-ventricle cerebrospinal fluid of cattle: correspondence with the tonic and surge release of luteinizing hormone and its tonic inhibition by suckling and neuropeptide Y. *Biol. Reprod.* 59:676-683
- Griffith, M. K., and G. L. Williams. 1996. Roles of maternal vision and olfaction in suckling-mediated inhibition of luteinizing hormone secretion, expression of maternal selectivity, and lactational performance in beef cows. *Biol. Reprod.* 54:761-768.
- Godfrey, R. W., M.L. Gray and J. R. Collins. 1998. The effect of ram exposure on uterine involution and luteal function during the postpartum period of hair sheep ewes in the tropics. *J. Anim. Sci.* 76:3090-3094
- González A., B. D. Murphy., W. C. Foote., E. Ortega. 1992. Circannual estrous variations and ovulation rate in Pelibuey ewes. *Small Rumin. Res.* 8: 225-232.
- González, C., J. Goicochea, F. Perozo y N. Madrid. 1990. Influencia del anestro postparto, lactación y amamantamiento sobre la eficiencia de los tratamientos de sincronización del celo en ovejas y cabras. *Revista de Agronomía (LUZ):* 7:245-2453.

- González-Bulnes, A., A. Díaz-Delfa, B. Urrutia, J.A. Carrizosa y A. López-Sebastian. 2005. Crecimiento Folicular preovulatorio en respuesta al efecto macho en cabras tratadas con progesterona en vehículo oleoso. *Sitio Argentino de Producción Animal*. 1-3.
- González-Reyna, A., B.D. Murphy, J. De Alba and J.G. Manns. 1987. Endocrinology of the postpartum period in the Pelibuey ewe. *J. Anim. Sci.* 64:1717-1723.
- González-Reyna, A., Z. M. Valencia, W. C. Foote, and B. D. Murphy. 1991. Hair sheep in México: Reproduction in the Pelibuey sheep. *Anim. Breed. Abst.* 59:509-524.
- Gordon, K., M.B. Renfree, R.V. Short and I.J. Clarke. 1987. Hypothalamo-pituitary portal blood concentration of endorphin during suckling in the ewe. *J. Reprod. Fertil.* 79: 397-408
- Gordon, I. 1997. Artificial control of oestrus and ovulation. *Controlled reproduction in sheep and goat*. CABI Publishing. P. 86-115.
- Greyling, J. P. C., J. A. Erasmus, G.L. Taylor and S.V. Merwe. 1997. Synchronization of estrus in sheep using progestagen and inseminating with chilled semen during the breeding season. *Small Rumin. Res.* 26:137-143.
- Grummer, R.R. and D.J. Carroll. 1988. A review of lipoprotein cholesterol metabolism: importance to ovarian function. *J. Anim. Sci.* 66:3160-3173.
- Hall, J.A., R.A. Dailey, E.K. Inskip and P.E. Lewis. 1993. Influence of the corpus luteum of pregnancy on ovarian function in postpartum ewes. *J. Anim. Sci.* 71:3067-3072.
- Heredia A. M., A.A. Porras, M. Velásquez y Q.R. Bores. 2003. Evaluación del “efecto macho” y de la condición corporal sobre la estacionalidad reproductiva de la oveja Pelibuey. Memoria III Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos (ALEPRYCS). Asociación Latinoamericana de Especialistas en pequeños rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Viña del Mar, Chile.
- Herrera-Camacho, J., J. A. Quintal – Franco, J. C. Kú Vera y G. L. Williams. 2003. Efecto de la adición de ácidos grasos poliinsaturados sobre la dinámica folicular, tasa de gestación y respuesta ovárica en ovejas pelibuey. 2:101-104.
- Hunter, M. G, and Southee, J. S. 1987. Treatment with progesterone affects follicular steroidogenesis in anoestrous ewes. *Anim. Reprod. Sci* 14:273-279.
- Izaguirre-Flores F., J. J. Martínez-Tinajero, L. Sánchez-Orozco, M. A. Ramón-Castro, P. Pérez-Hernández y G. Martínez-Priego. 2007. Influencia del amamantamiento y presencia del toro en el comportamiento productivo y reproductivo de vacas pardo suizo en el trópico húmedo. *Rev. Cientif.* 6:614-620.

- Khaldi, G. 1984. Variations saisonnières de l'activité ovarienne, du comportement d'anoestrus postpartum des femelles ovines de race barbarine : influences du niveau alimentaire et de la présence du mâle (Phd). Thesis. University of UST Languedoc.
- Karsch F.J., R. L. Goodman, and S. L. Legan. 1980. Feedback basis of seasonal breeding test of a hypothesis. *J. Reprod. Fert.* 58:521-535.
- Karsch, F.J., D.L. Foster, E.L. Bittman and R.L. Goodman. 1983. A role for estradiol in enhancing luteinizing hormone pulse frequency during the follicular phase of the oestrus cycle of sheep. *Endocrinology.* 113:1333-1339.
- Langhout, D.J., L.J. Spicer and R.D. Geisert. 1991. Development of a culture system for bovine granulosa cells: effects of growth hormone, estradiol and gonadotrophins on cell proliferation, steroidogenesis, and protein synthesis. *J. Anim. Sci.* 69:3321-3334
- Lamming, G.E., D.C. Walters and A.R. Peters. 1981. Endocrine patterns of the postpartum cow. *J. Reprod. Fertil. (Suppl. 30):*155-169.
- Lammoglia, M. A., S. T. Willard, J. R. Oldham and R. D. Randel. 1996. Effects on dietary fat and season on steroid hormonal profiles before parturition and on hormonal, cholesterol, triglycerides, follicular patterns, and postpartum reproduction in Brahman cows. *J. Anim. Sci.* 74:2253-2262.
- Leshin, L.S., L.A. Rund, R. Kraeling and T.E. Kiser. 1991. The bovine preoptic area and median eminence: sites of opioid inhibition of luteinizing hormone-releasing hormone secretion. *J. Anim. Sci.* 69:3733-3746.
- Lindsay D.R., and Signoret J.P. 1980. Influence of behavior on reproduction. *In: Proceedings of the 9th International Congress of the animal Reproduction and Artificial Insemination.* Madrid, Spain. ed. Garsi. 1:83-92.
- Littell, R. C., P. R. Henry, and C. B. Ammann. 1998. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. *J. Anim. Sci.* 76:1216.
- López-Molina, O., J.A. Ramírez-Godínez, J. Jiménez, J. Flores, J.L. Espinoza. 1995. Effects of calcium soaps of fatty acids on milk composition, fat metabolites and reproductive performance in Pelibuey ewes. *Proceedings West Section American Society Animal Science.* 46: 157-160.
- López-Sebastián, A y E. K. Inskeep. 1998. Effects of lactation status, progestogen and ram exposure on response to cloprostenol in ewes during anestrous season. *Theriogenol* 30:279-289.
- López-Sebastián A. 2001. Manejo reproductivo en pequeños rumiantes. Memoria II Curso Internacional de Fisiología de la Reproducción en Rumiantes. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo de México, 18 a 21 de septiembre. 4-21 pp.

- Lucy, M.C., T.S. Gross and W.W. Thatcher. 1990. Effect of intravenous infusion of soybean oil emulsion on plasma concentrations of 15-keto-13,14-dihydro-prostaglandin F₂ and ovarian function in cycling Holstein heifers. *In: International Atomic Energy Agency Livestock Reproduction in Latin America.* 119-132
- Lucy, M.C., C.R. Staples, F.M. Michel and W.W. Thatcher. 1991. Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum cows. *J. Dairy Sci.* 74: 473-482.
- Lucy, M.C., C.R. Staples, W.W. Thatcher, P.S. Ericsson and B.O. Brodie. 1992. Influence of diet composition, dry matter intake, milk production and energy balance on time of postpartum ovulation and fertility in dairy cows. *Anim. Prod.* 54: 323-331.
- Macedo R. y Alvarado, A. 2005. Efecto de la época de monta sobre la productividad de ovejas pelibuey bajo dos sistemas de alimentación en Colima, México. *Arch. Zoot* 54:51-62.
- Malven, P.V. and R.E. Hundgens. 1987. Naloxone-reversible inhibition of luteinizing hormone in postpartum ewes: Effects of suckling and season. *J. Anim. Sci.* 65:196-202
- Mandiki, S.N.M., M. Fossion and R. Paquay. 1989. Daily variations in suckling behaviour and relationship between suckling intensity and lactation anestrus in Texel ewes. *App. Anim. Behav. Sci.* 29:247-255.
- Mandiki, S. N. M., M. Fossion, and R. Paquay. 1990. Effects of suckling mode on endocrine control of reproductive activity resumption in Texel ewes lambing in July or November. *Theriogenol.* 33:397-413.
- Martin, G.B. y H.G. Banchemo. 1999. Nutrición y reproducción en ruminantes. *Memorias I Curso Internacional. Fisiología de la reproducción en rumiantes. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx.* 27-58 p
- Martin G.B, C.M. Oldham, D. R. Lyndsay. 1980. Increased plasma LH levels in seasonally anovular Merino ewes following the introduction of rams. *Anim Reprod Sci*; 3:125-132.
- Martin, G. B., R. J. Scaramuzzi, and D. R. Lindsay. 1983. Effect of introduction of rams during anoestrous season on the pulsatile secretion of LH in ovariectomized ewes. *J. Reprod. Fert.* 67:47-55.
- Martin, G. B., C. M. Oldham, Y. Cognie, and D. T. Pearce. 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams. A review. *Livest. Product. Sci.* 15: 219-247.
- Martínez H. P. A. 1998. Manejo alimenticio de la oveja de cría. *In: Memorias de las Bases de la Cría Ovina IV, Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinocultura, Universidad Autónoma de Tlaxcala. Tlaxcala, México.* pp: 29-38.

- Mattos, R., Ch. R. Staples and W. Thatcher. 2000. Effects of dietary acids on reproduction in ruminants. *Rev. Reprod.* 5: 38-45.
- Mauleón, P. et L. Dauzier. 1965. Variations de durée de l'anoestrus de lactation chez les brebis de race Ile-de-France. *Annales de Biologie Animale, de Biochimie et de Biophysique* 5 :131-143.
- McEvoy T. G., Sinclair K. D., Staines M. E., Robinson J. J., Armstrong D. G. and Webb R. 1997. In vitro blastocyst production in relation to energy and protein intake prior to oocyte collection. *J. Reprod. Fertil. Abstr. Ser.*
- McNeilly, A.S. 1997. Lactation and Fertility. *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia.* 2:291-298
- Menchaca, A. y E. Rubianes. 2004. New treatments associated with timed artificial insemination in small ruminants. *Reprod. Fertil. Develop.* 16:403-413.
- Morales-Terán G, A. Pro M, B. Figueroa S, C. Sánchez del R, y J. Gallegos S. 2004. Amamantamiento continuo o restringido y su relación con la duración del anestro postparto en ovejas Pelibuey. *Agrociencia* 38:165-171.
- Moss, G. E., T. E. Adams, G. D. Niswender, and T. M. Nett. 1980. Effects of parturition and suckling on concentrations of pituitary responsiveness to GnRH in ewes. *J. Anim. Sci.* 50:496-502.
- Nett, T.M., 1987. Function of hypothalamic-hypophysial axis during the postpartum period in ewes and cows. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 34:201-213.
- Nett, T.M., D. Cermak, T. Broden, J. Manns, and G. D. Niswender. 1988. Pituitary receptors for GnRH and estradiol, and pituitary content of gonadotropins in beef cows. II. Changes during the postpartum period. *Domest. Anim. Endocrinol.* 5:81.
- Newton, G.R., K.K. Schillo and L.A. Edgerton. 1988. Effects of weaning and naloxone on luteinizing hormone secretion in postpartum ewes. *Biol. Reprod.* 39:532-535.
- Oldick, B. S., C. R. Staples, W. W. Thatcher and P. Gyawu. 1997. Abomasal infusion of glucose and fat – Effect on digestion, production and ovarian and uterine functions of cows. *J. Dairy Sci.* 80:1315-1328.
- Opsomer, G., P. Mijten, M. Coryn and A. de Kruif. 1996. Post-partum anoestrus in dairy cows: a review. *Veterinary Quarterly.* 18:68-75.
- Ott, R. S., Nelson, D. R, and Dixon, J. E. 1980. Effect of the presence of the male on initiation of estrous cycle activity of goats. *Theriogenol.* 13:183-190.
- Parmar, M. K.B., and D. Machin. 1995. *Survival Analysis a Practical. Approach.* John Wiley and Sons Ltd. (Eds.) Chichester, England. 207 p.
- Pavón M, J. Fuentes, T. Lima, T. R. Albuernes, A. Efremov, y N. Perón. 1987. Estudio de la producción de leche de la oveja Pelibuey, Pelibuey x Suffolk y Pelibuey x Corriedale y el crecimiento del nacimiento al destete de sus corderos. *Rev. Cub. De Rep. Anim.* 13 (1):39-53.

- Pearce, D. T., G. B. Martín and C.M Oldham. 1985. Corpora lutea with a short life-span induced by rams in seasonally anovulatory ewes are prevented by progesterone delaying the preovulatory surge of LH. *J. Reprod. Fertil* 75:79-84.
- Pérez H. P., C. Lamothe C, A. López-Sebastián y J. Gallegos Sánchez. 2001. Desarrollo folicular postparto de vacas de doble propósito sometidas a tres modalidades de amamantamiento. II Congreso Internacional de Ganado de Doble Propósito en la Reunión de ALPA, Cuba. 246-251.
- Pérez H. P., M. Garcia-Winder, and J. Gallegos-Sánchez. 2002a. Postpartum anoestrus is reduced by increasing the within-day milking to suckling interval in dual purpose cows. *Anim. Reprod. Sci.* 73:159-168.
- Pérez-Hernández P., M. Garcia-Winder, and J. Gallegos-Sánchez. 2002b. Bull exposure and an increased within-day milking to suckling intervalo reduced postpartum anoestrus in dual purpose cows. *Anim. Reprod. Sci.* 74:111-119.
- Pérez H. P, V. M. Hernández V, B. Figueroa S, G. Torres H, P. Rivera D, y J. Gallegos S. 2008. Efecto del tipo de amamantamiento en la actividad ovárica postparto de ovejas pelibuey y tasas de crecimiento de corderos en los primeros 90 días de edad. *Rev. Científ.* 39 (4):343-349.
- Pérez-Hernández P y Gallegos-Sánchez J. 2010. Efecto macho en la reproducción de las hembras bovinas. En: Cuadernos Científicos Girarz 8. N Madrid-Bury (ed). Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela, Pp. 125-136.
- Pond, W. G., D. C. Church, and R. R. Pond. 1995. *Basic animal nutrition and feeding*. 4ta. ed. John Wiley and Sons. USA. pp: 415-443.
- Restall, B. J. and B. G. Starr. 1977. The influence of season of lambing and lactation on reproductive activity and plasma LH concentrations in Merino ewes. *J. Reprod. Fertil.* 49: 297.
- Robinson, T. J., Moore, N. W., Holst, P. J. and Smith, J. F. 1967. The evaluation of several progestogens administred in intravaginal sponges for the synchronization of oestrus in the entire cyclic merino ewe. In: T. J. Robinson (ed.). *Control of ovarian cycle in the sheep*. White and Bull PTY Ltd., Sydney, 76-91.
- Roche, J. F., M. A. Crowe and M. P. Boland. 1992. Postpartum anoestrus in dairy and beef cows. *Anima. Reprod. Sci.* 28: 371-378.
- Rodríguez, L. O, A. M. Heredia, J. Quintal y A. L. Carrillo. 1986. Manejo de la lactación para incrementar la eficiencia reproductiva en ovejas Pelibuey. I. Presencia del cordero en destetes temporales. *Téc. Pec. Méx.* 51: 104-110.

- Rosa, H. G., and M. J. Bryant. 2002. The ram effect as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. Review. *Small Rumin. Res.* 45:1-16.
- Rondón Z, G. Yépez, N. Navarro, J. de Combellas, y C. Arvelo C. 1994. Resultados preliminares de la evaluación del potencial de producción de leche en ovejas West African sometidas a ordeño. *In: S.E.O.C. (ed). Producción Ovina y Caprina. Serie Estudios N°14.* pp: 427-432.
- Rubianes, E. and R.Ungerfeld. 1993. Uterine involution and ovarian changes during early post partum in autumn-lambing Corriedale ewes. *Theriogenol.* 40(2):365-372.
- SAS. 2004. JMP. Statistic visual. Versión 8.1. Institute inc. Campus Drive. Cary. NC 27517.
- Santos J. E. P., T. R. Bilby, W. W. Thatcher, C. R. Staples, F. T. Silvestre. 2008. Long chain fatty acids of diet as factors influencing reproduction in cattle. *Reprod. Dom. Anim.* 43 (Suppl 2):23-30.
- Savio, J. D., M. P. Boland, N. Hynes and J. F. Roche. 1990 (a). Resumption of follicular activity in the early post-partum period of dairy cows. *J. Reprod. Fertil.* 88: 569-579.
- Schillo, K.K. 1992. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J. Anim. Sci.* 70:1271-1282.
- Schirar, A., Y. Cognie, F. Louault, N. Poulin, M. C. Levasseur and J. Martinet. 1989. Resumption of oestrous behavior and cyclic ovarian activity in suckling and non-suckling ewes. *J. Reprod. Fertil* 87: 789-794.
- Schirar, A., Y. Cognie, F. Louault, N. Poulin, C. Meusnier, M. C. Levasseur and J. Martinet. 1990. Resumption of gonadotropin release during the postpartum period in suckling and non-suckling ewes. *J. Rep. Fertil* 88: 593-604.
- Scott, T.A., R.D. Shaver, L. Zepeda, B. Yandell and T.R. Smith. 1995. Effects of rumen-inert fat on lactation, reproduction and health of high producing Holstein herds. *J. Dairy Sci.* 78: 2435-2451.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2008. <http://infosiap.siap.gob.mx>.
- Smart, D. Singh, I., Smith, R. F. And Dobson H. 1994. Opioids and suckling in relation to inhibition of oestradiol-induced LH secretion in postpartum ewes. *J. Reprod. Fertil.* 101:115-119.
- Sosa, C., J.A. Abecia, I. Palacín, F. Forcada y A. Meikle. 2006. El reinicio de la ciclicidad ovárica postparto en ovejas está determinado por la condición corporal al parto. XXXI Jornadas Científicas de Reproducción. Zamora, España. SEOC. p. 362-365.
- Srikandakumar, A., R. H. Ingraham, M. Ellsworth, L. T. Archibald, A. Liao, and R. A. Godke. 1986. Comparison of a solid phase, no extraction radioimmunoassay for progesterone with and

- extraction assay for monitoring luteal function in the mare, bitch and cow. *Theriogenol.* 26:779-782.
- Stapples, C.R., J. M. Burke and W.W. Thatcher. 1998. Symposium: Optimizing energy nutrition for reproducing dairy cows. Influence of Supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 81: 856-871.
- Thatcher, W.W., C.R. Staples, G. Danet-Desnoyers, B. Oldick and E.P. Schmitt. 1994. Embryo health and mortality in sheeo and cattle. *J. Anim. Sci.* 72 (Suppl.3):16.
- Thomas, G. B., Pearce, D. T, Oldham, C. M. and Martin, G. B. 1984. Reduction of LH pulse frequency by steroids: differences between Merino and Suffolk ewes. *Proc. Aust. Soc. Reprod. Biol.* 16:95.
- Thomas, M-G. and G.L. Williams. 1996. Metabolic hormone secretion and FSH-induced superovulatory responses of beef heifers fed dietary fat supplements containing predominantly and polyunsaturated fatty acids. *Theriogenol.* 45:451-458.
- Thomas, M.G., B. Bao and G.L.Williams, 1997. Dietary fats varying in their fatty acids composition differentially influence follicular growth in cows fed isoenergetic diets. *J. Anim. Sci.* 75:2512-2519.
- Underwood, E.J., Davenport N. 1994. Studies in sheep husbandry in Western Australia. V. The breeding season of Merino crossbred and British breed ewes in the agricultural districts. *J Dep Agric West Austr;* 11:135-143.
- Ungerfeld, R., L. Silva, M. Laca, B. Carvajal, and E. Rubianes. 2001. fertility os estrus induced with the “ram effect” in lactating and dry Corriedale ewes during the non-breeding season. 35th Congress of the International Society of Applied Ethology. August 4-8, Davis, C. A., USA
- Ungerfeld, R., L. 2003. Reproductive responses of anestrus ewes to the introduction rams. Doctoral thesis. Swedish. University of Agricultural Sciences. Uppsala. Sweeden. 62 p.
- Urarte, E. 1989. La raza Latxa: sistemas de producción y características reproductivas. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza, España.
- Valencia, Z.M., R.H. Castillo y V.J.M. Berruecos. 1975. Reproducción y manejo del borrego Tabasco o Pelibuey. *Téc. Pec. Méx.* 29: 66-72.
- Valencia, Z. M, A. M. Heredia y E. González. 1981. Estacionalidad reproductiva en la oveja Pelibuey. *Memorias de la XV Reunión Anual. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. México, D.F.* Diciembre. p. 34.
- Valencia Z. M. 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. *Rev. Científ.* 16 (2): 136-141.

- Villa-Godoy, A. y A. Villagómez. 2000. Influencia de la dieta y el amamantamiento en el balance energético, la condición corporal, la producción láctea, el metabolismo y el desempeño reproductivo en vacas de doble propósito. I Curso Internacional de Reproducción Bovina. UNAM. México. 167-215
- Villagómez, A. E., J. M. Zárate, H. M. Arellano, G. A. Villa y E. E. González. 1999. Efecto de la suplementación energética y del amamantamiento sobre el desarrollo folicular y el anestro de vacas de doble propósito. XXXV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Yucatán, México. p. 27.
- Wherman, M.E., T.H. Welsh and G.L. Williams. 1991. Diet-induced hyperlipidemia in cattle modifies the intrafollicular cholesterol environment, modulates ovarian follicular dynamics, and hastens the onset of postpartum luteal activity. *Biol. Reprod.* 45:514-522.
- Williams, G. L., M. Kosiorowski, R. G. Osborn, J. D. Kirsch, and W. D. Slinger. 1987. The postweaning rise of tonic luteinizing hormone secretion in anestrus cows is not prevented by chronic milking on the physical presence of the calf. *Biol. Reprod.* 36:1079.
- Williams, G. L. 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *J. Anim. Sci.* 68: 831-852.
- Williams, G.L. and M.K., Griffith. 1995. Sensory and behavioral control of gonadotrophin secretion during suckling-mediated anovulation in cows. *J. Reprod. Fertil.* 49:463-475.
- Williams, G.L., O.S. Gazal, V.G.A. Guzmán and R.L. Stanko. 1996. Mechanism regulating suckling-mediated anovulation in the cow. *Anim. Reprod. Sci.* 42:289-297.
- Wise, M.E., J.E. Glass and T.M. Nett. 1986. Changes in the concentration of hypothalamic and hypophyseal receptors for estradiol in pregnant and postpartum ewes. *J. Anim. Sci.* 62: 1021-1028.
- Wise, M.E. 1990. Gonadotropin releasing hormone secretion during the postpartum anoestrus period of the ewe. *Biol. Reprod.* 43:719-725.
- Wright, P. J., P. E. Geytenbeeck, I. J. Clarke, and R. M. Hoskinson. 1989. The efficacy of ram introduction, GnRH administration, and immunization against androstenedione and oestrone for the induction of oestrus and ovulation in anoestrus post-partum ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 21: 237-247.
- Wright, P. J., P. E. Geytenbeeck and I. J. Clarke .1990. the influence of nutrient status of postpartum ewes on ovarian cyclicity and the oestrus and ovulatory responses to ram introduction. *Anim. Reprod. Sci.* 23:293-303.
- Yavas, Y. and J.S. Waltoon. 2000. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. *Theriogenol.* 54:25-55.

- Zachut, M., A. Arieli, H. Lehrer, N. Argou, U. Moallem. 2008. Dietary insaturated fatty acids influence preovulatory follicle characteristics in dairy cows. *Reprod.* 135: 683-692.
- Zalesky, D. D., D. W. Forrest, N. H. McArthur, J. M. Wilson, D. L. Morris and P. G. Harms. 1990. Suckling inhibits release of luteinizing hormone-releasing hormone from the bovine median eminence following ovariectomy. *J. Anim. Sci.* 68: 444-448.

ANEXO

Anexo 1. Composición del concentrado comercial para ovejas reproductoras.

Ingredientes		Aporte nutricional
Granos molidos	MS	89.0 %
Subproductos de granos y pastas oleaginosas	PC	15.2 %
Melaza	EE	4.20 %
NNP	EM	2.50 Mcal kg ⁻¹ MS
Minerales	FC	15.0 %
	Ca	0.76 %
	P	0.62 %
Oligoelementos	Humedad	11.0 %

Anexo 2. Composición del concentrado iniciador para corderos.

Ingrediente		Aporte nutricional
Grano	MS	89.00 %
Pasta de soya	PC	20.00 %
Salvado de trigo	EE	4.62 %
Cascarilla de soya	EM	3.0 Mcal kg ⁻¹ MS
Henos	FC	7.0 %
Aceite	Humedad	11.0 %
Minerales	Ca	0.85 %
	P	0.40 %
Vitaminas	Ionóforo	20.0 ppm

Anexo 3. Peso corporal de corderos en amamantamiento continuo y controlado del parto al destete (60 días) y 3 semanas más después del destete, con y sin presencia del macho.

TRAT	N	Días de edad en corderos													EE	Media
		PN	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84		
AC	20	3.1 ^a _x	5.0 ^b _x	5.8 ^b _x	6.8 ^c _x	7.8 ^d _x	9.0 ^e _x	9.7 ^e _x	10.6 ^f _x	11.4 ^g _x	12.1 ^h _x	13.2 ⁱ _x	14.0 ^j _x	14.9 ^j _x	±0.58	9.5
Ac	19	3.4 ^a _x	4.8 ^b _x	5.6 ^b _x	6.1 ^c _x	7.3 ^d _x	8.5 ^e _x	9.4 ^e _x	10.2 ^f _x	11.2 ^g _x	12.4 ^h _x	13.6 ⁱ _x	14.8 ^j _x	15.2 ^k _x	±0.59	9.4
ACCM	18	3.1 ^a _x	4.7 ^b _x	5.7 ^c _x	6.7 ^d _x	8.1 ^f _x	9.3 ^g _x	10.3 ^h _x	11.1 ^h _x	11.7 ^h _x	12.3 ^h _x	13.2 ⁱ _x	13.9 ⁱ _x	14.7 ⁱ _x	±0.61	9.6
AcCM	19	3.5 ^a _x	4.1 ^a _x	4.4 ^a _y	5.2 ^b _y	6.5 ^c _y	7.5 ^d _y	8.6 ^f _y	9.6 ^g _{xy}	10.8 ^h _x	11.6 ^h _x	13.2 ⁱ _x	14.0 ⁱ _x	14.5 ⁱ _x	±0.59	8.7
Media	76	3.3	4.7	5.4	6.2	7.4	8.5	9.5	10.4	11.3	12.1	13.3	14.2	14.8		

^{a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k} Medias con distinta literal en la misma hilera son diferentes (P<0.05).

_{x,y} Medias con distinta literal en la misma columna son diferentes (P<0.05)

TRAT: tratamiento, AC: amamantamiento continuo, Ac: amamantamiento controlado, AcCM: amamantamiento controlado con macho, ACCM: amamantamiento continuo con macho. PN: peso al nacimiento.

Anexo 4. Peso corporal de ovejas de pelo sometidas a dos modalidades de amamantamiento (continuo y controlado) y con presencia o ausencia del macho.

TRAT	N	Días postparto										EE	Media
		PP	7	14	21	28	35	42	49	56	63		
AC	14	41.0 ^a _x	41.3 ^a _x	41.4 ^a _x	41.1 ^a _x	41.8 ^a _x	41.6 ^a _x	41.2 ^a _x	42.0 ^a _x	40.9 ^a _x	40.6 ^a _x	±2.15	41.3
Ac	14	44.6 ^a _y	44.5 ^a _y	43.0 ^b _y	42.1 ^b _x	42.8 ^b _x	43.1 ^b _y	43.5 ^b _y	43.1 ^b _y	42.5 ^b _y	42.4 ^b _y	±2.15	43.1
ACCM	14	39.5 ^a _{xy}	38.4 ^a _{xy}	39.0 ^a _{xy}	38.2 ^a _y	39.2 ^a _{xy}	39.3 ^a _{xy}	37.1 ^b _z	38.1 ^{ab} _z	38.0 ^{ab} _z	37.5 ^{ab} _z	±2.15	38.4
AcCM	14	44.0 ^a _{xy}	42.8 ^b _{xy}	42.1 ^{ab} _{xy}	41.0 ^{ab} _x	41.9 ^{ab} _{xy}	42.3 ^{ab} _{xy}	42.8 ^{ab} _{xy}	43.5 ^{abc} _{xy}	43.5 ^{abc} _y	42.8 ^{abc} _y	±2.15	42.7
Media	56	42.3	41.7	41.3	40.6	41.3	41.6	41.3	41.7	41.2	40.8		

TRAT: tratamiento, AC: amamantamiento continuo, Ac: amamantamiento controlado, AcCM: amamantamiento controlado con macho, ACCM: amamantamiento continuo con macho. PP: periodo postparto.

^{a,b,c}Medias con distinta literal en la misma hilera son diferentes (P<0.05).

_{x,y,z} Medias con distinta literal en la misma columna son diferentes (P<0.05)

Anexo 5. Composición porcentual del suplemento con aceite de soya.

Ingrediente	Contenido		Aporte nutrimental
Sorgo grano	36.85	MS	89.52 %
Pasta de soya	21.00	PC	15.50 %
Salvado	10.50	EE	5.43 %
Melaza	10.50	EM	2.52 Mcal kg ⁻¹ MS
Gluten de maíz	10.50	FC	16.50 %
Aceite (soya)	5.25	Humedad	10.48 %
Mineral	4.0	Ca	0.30 %
reproductor			
Ortofosfato	1.4	P	0.47 %

Anexo 6. Peso corporal de ovejas de pelo sometidas a dos modalidades de amamantamiento y suplementadas con aceite de soya o concentrado comercial.

		Días postparto											
TRAT	n	PP	7	14	21	28	35	42	49	56	63	EE	Media
ACAS	16	43.0 ^a _x	41.2 ^b _x	42.1 ^a _x	42.7 ^a _x	42.0 ^a _x	42.4 ^a _x	41.1 ^a _x	41.8 ^a _x	42.3 ^a _x	41.4 ^b _x	±1.7	44.3
AcAS	16	46.8 ^a _y	44.6 ^b _y	46.1 ^c _y	45.0 ^b _y	43.3 ^c _x	44.0 ^{bc} _x	44.3 ^{bc} _x	42.9 ^{bc} _x	44.1 ^{bc} _y	43.0 ^{bc} _x	±1.7	42.0
AcCC	16	45.1 ^a _y	42.2 ^b _{xy}	40.1 ^c _{xz}	38.9 ^c _z	39.7 ^c _y	39.2 ^c _y	40.1 ^c _x	38.3 ^c _x	38.6 ^c _{xy}	38.8 ^c _{xy}	±1.7	40.1
ACCC	16	41.0 ^a _z	39.3 ^a _x	38.7 ^a _z	38.4 ^a _z	38.2 ^a _y	39.1 ^a _y	36.6 ^b _y	36.7 ^b _{xy}	37.1 ^b _{xy}	36.3 ^b _{xy}	±1.7	38.1
Media	64	43.9	41.8	41.7	41.2	41.0	41.2	40.5	39.9	40.5	39.9		

^{a,b,c} Medias con distinta literal en la misma hilera son diferentes (P<0.05).

_{x,y,z} Medias con distinta literal en la misma columna son diferentes (P<0.05)

TRAT: tratamiento, ACCC: amamantamiento continuo y concentrado comercial, ACAS: amamantamiento continuo y aceite de soya, AcCC: amamantamiento controlado y concentrado comercial, AcAS: amamantamiento controlado y aceite de soya. PP: peso al parto.

Anexo 7. Peso corporal de corderos en amamantamiento continuo y controlado del parto al destete (63 días)

Días postparto

TRAT	n	PN	7	14	21	28	35	42	49	56	63	EE	Media
ACCC	20	3.17 ^a _x	4.07 ^a _x	4.97 ^a _x	6.14 ^b _x	6.46 ^b _x	7.04 ^b _x	7.52 ^b _x	8.39 ^b _x	9.43 ^c _x	10.26 ^d _x	±0.41	6.74
AcAS	20	3.50 ^a _x	4.77 ^b _x	5.82 ^b _x	7.14 ^c _x	7.80 ^c _y	8.44 ^c _y	9.24 ^d _y	10.23 ^d _y	10.93 ^d _y	11.9 ^d _y	±0.42	7.97
AcCC	21	3.48 ^a _x	4.60 ^b _x	5.84 ^b _x	6.9 ^b _x	7.64 ^b _{xy}	7.98 ^b _{xy}	8.75 ^b _y	9.47 ^b _y	10.52 ^b _y	11.43 ^b _y	±0.43	7.66
ACAS	20	3.19 ^a _x	4.11 ^b _x	4.80 ^b _x	5.48 ^b _y	6.22 ^b _x	6.65 ^b _{xz}	7.33 ^b _{xz}	8.06 ^b _{xz}	8.48 ^b _{xz}	9.91 ^b _{xz}	±0.43	6.42
Media	81	3.33	4.39	5.36	6.41	7.03	7.53	8.21	9.04	9.84	10.87 ^b		

^{a,b,c,d} Medias con distinta literal en la misma hilera son diferentes (P<0.05).

^{x,y,z} Medias con distinta literal en la misma columna son diferentes (P<0.05)

TRAT: tratamiento, ACCC: amamantamiento continuo y concentrado comercial, ACAS: amamantamiento continuo y aceite de soya, AcCC: amamantamiento controlado y concentrado comercial, AcAS: amamantamiento controlado y aceite de soya. PP: peso al nacimiento.