



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

GANADERÍA

MANEJO REPRODUCTIVO POSTPARTO EN OVEJAS DE PELO

PAULINA PAOLA CASTILLO MALDONADO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2012

La presente tesis titulada “**Manejo reproductivo postparto en ovejas de pelo**” realizada por la alumna Paulina Paola CASTILLO MALDONADO, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



DR. JAIME GALLEGOS SÁNCHEZ

ASESOR



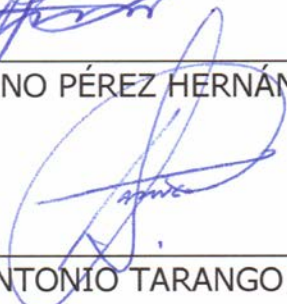
DRA. CAMELIA ALEJANDRA HERRERA CORREDOR

ASESOR



DR. PONCIANO PÉREZ HERNÁNDEZ

ASESOR



DR. LUIS ANTONIO TARANGO ARÁMBULA

ASESOR



DR. HUMBERTO VAQUERA HUERTA

Montecillo, Texcoco, estado de México, Julio de 2012

AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Postgraduados por el financiamiento otorgado a través del Fideicomiso N° 167304/2010/2010 y la LIP-5.

Al CONACYT.

A la especialidad de Ganadería.

Al Consejo Particular por haberme brindado el apoyo necesario para concluir esta fase de mi formación profesional.

DEDICATORIA

A mi Familia

ABREVIATURAS

APO= Área preóptica
cc= centímetros cúbicos
CC= condición corporal
CL= cuerpo lúteo
CLVMC= cuerpo lúteo de vida media corta
CLVMN= cuerpo lúteo de vida media normal
D. F.= Distrito Federal
d= día
EM= Eminencia Media
FSH= Hormona Folículo Estimulante
GABA= Ácido gamma-amino butírico
GnRH= Hormona Liberadora de Gonadotropinas
h= hora
ha= hectárea
HMB=Hipotálamo Medio Basal
IA= inseminación artificial
kg= kilogramos
LH= Hormona Luteinizante
LHRH= Hormona Liberadora de LH
Mcal EM= megacalorías de energía metabolizable
mg= miligramos
mL= mililitros
MS= materia seca
ng= nanogramos
NVM= Núcleo Ventromedial
P₄= progesterona
PC= proteína cruda
pg= picogramos
PGF₂ α = prostaglandina F₂ α
POEs= Péptidos opióides endógenos
PP= postparto
PT= proteína total
Prl= Prolactina
RIA= radioinmunoanálisis
SC= subcutánea
v= veces.

CONTENIDO

Página

1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Fisiología reproductiva	3
2.1.1. Neuroendocrinología reproductiva.....	4
2.1.2. Anestro postparto	7
2.2. Factores que determinan la duración del anestro postparto	8
2.2.1. Nutrición	8
2.2.2. Amamantamiento	10
2.2.3. Presencia del carnero.....	13
2.3. Medición de progesterona plasmática para monitorear actividad lútea.....	15
2.4. Fertilidad en el postparto	16
2.5. Sincronización o inducción de la ovulación durante la lactancia	17
2.5.1. Tratamientos hormonales	18
2.5.2. Efecto del carnero.....	19
2.5.3. Destete temporal.....	21
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
4. MATERIALES Y MÉTODOS	25
4.1. Localización.....	25
4.2. Unidades experimentales: tipo de animales, alimentación y manejo.....	25
4.2.1. Tipo de animales	25
4.2.2. Alimentación de las ovejas.....	25
4.2.3. Alimentación de los corderos	26
4.2.4. Manejo de las ovejas	27
4.2.5. Manejo de los corderos	28
4.2.6. Manejo de los carneros.....	28
4.3. Protocolo de sincronización del estro.	29

4.4. Inseminación artificial.....	29
4.5. Diagnóstico de gestación.	30
4.6. Muestréos para determinar progesterona en plasma.	30
4.7. Tratamientos	30
4.8. Variables evaluadas.....	31
4.9. Análisis estadístico.....	33
4.9.1. Modelos estadísticos	34
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
5.1. Efecto de la lactancia	36
5.1.1. Porcentaje de ovejas que ovularon antes de los 35 días postparto	36
5.1.2. Cambios en el peso corporal de las ovejas	38
5.1.3. Comportamiento de los corderos durante la lactancia.....	39
5.2. Del protocolo de sincronización	41
5.2.1. Manifestación de estros y ovulación después del estro	41
5.2.2. Hora de inicio del estro	42
5.2.3. Análisis de progesterona después del retiro del CIDR	44
5.2.4. Tasa de gestación y prolificidad	46
6. CONCLUSIONES	49
7. RECOMENDACIONES	50
8. LITERATURA CITADA.....	51

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Porcentaje de ovulación en ovejas de pelo antes de la sincronización a 35 días postparto.....	37
Cuadro 2. Cambios de peso en ovejas de pelo manejadas en Amamantamiento continuo (Ac) o Lactancia controlada (Lc) durante los primeros 61 días postparto.....	39
Cuadro 3. Peso corporal (kg) de los corderos de pelo durante los primeros 61 días de edad manejados en Amamantamiento continuo (Ac) y Lactancia controlada (Lc)	40
Cuadro 4 . Estimadores de supervivencia de Kaplan-Meier para la hora de inicio del estro de las ovejas de pelo después del retiro del CIDR	44
Cuadro 5 . Tasa de gestación de las ovejas de pelo determinada con diferentes métodos de diagnóstico despues de ser inseminadas y al parto.....	45
Cuadro 6 . Estro, porcentaje de gestación, fecundidad y prolificidad de las ovejas de pelo después del retiro del CIDR y de ser inseminadas	47

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Esquema experimental utilizado en el estudio	32
Figura 2. Frecuencia relativa de ovejas de pelo ovulando antes de los 35 días postparto en Amamantamiento continuo (Ac) y lactancia controlada (Lc) sin presencia del carnero.....	37
Figura 3. Peso corporal en ovejas de pelo durante la lactancia manejadas en amamantamiento continuo (Ac) y lactancia controlada (Lc) durante los primeros 61 días postparto ..	39
Figura 4. Peso corporal de los corderos en Amamantamiento continuo (Ac) y Lactancia controlada (Lc) durante los primeros 61 días de edad	41
Figura 5. Prueba de igualdad de varianzas para la hora de inicio del estro en las ovejas de pelo después del retiro del CIDR	43
Figura 6. Curvas de supervivencia para la hora de inicio del estro de las ovejas de pelo después del retiro del CIDR	43
Figura 7. Frecuencia relativa de ovejas de pelo manejadas en Amamantamiento continuo (Ac) y lactancia controlada (Lc) que ovularon después del retiro del CIDR	45

MANEJO REPRODUCTIVO POSTPARTO EN OVEJAS DE PELO

Paulina Paola Castillo Maldonado, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2012

En este estudio se evaluó el efecto del amamantamiento y un protocolo de sincronización postparto (PP) con el efecto del carnero y destete temporal en la respuesta reproductiva de las ovejas de pelo. Aisladas de los carneros dos meses antes de la sincronización, 96 ovejas fueron clasificadas aleatoriamente al parto en dos grupos (n=48): amamantamiento continuo por 18 horas (Ac) y lactancia controlada con amamantamiento por 30 min 2 veces día⁻¹ (Lc). En el día 35 PP las ovejas se sincronizaron con CIDR por 10 días; y 48 horas antes de retirarlo se les aplicó 7.5 mg de dinoprost y se probó el efecto del carnero (Ca) y el destete temporal (Dt). Se determinó el contenido de progesterona plasmática (P₄) por RIA a los 30, 35, 50, 55 y 64 días PP. Las ovejas fueron inseminadas vía intrauterina con laparoscopia abdominal 12 a 15 horas después de iniciado el estro. Las variables de respuesta fueron: porcentaje de ovulación antes de los 35 días PP, hora de inicio del estro, tasa de gestación, prolificidad y pesos de las ovejas y de sus crías. La información obtenida fue analizada mediante regresión logística y de Poisson, prueba de Chi cuadrada, curvas de supervivencia y análisis de medidas repetidas. El porcentaje de ovejas que ovularon antes de los 35 días PP fue mayor (p<0.05) en Lc (89.6 %) con respecto a Ac (52.1 %). El peso de las ovejas fue similar (p>0.05) entre tratamientos. El peso de los corderos fue mayor (p<0.05) en Ac a partir de los 41 días PP y no hubo mortalidad durante la lactancia. Después del retiro del CIDR todas las ovejas manifestaron estro, siendo las de LcCaDt (p<0.05) las que entraron antes (a las 21.1±1.9 h). La tasa de gestación, prolificidad y fecundidad no fueron diferentes entre tratamientos y el promedio fue de 82.3%, 1.84 y 1.51 corderos, respectivamente. Los resultados muestran que al controlar la lactancia se aumenta y concentra el número de ovejas que ovularon antes de los 35 días PP, y que la ganancia de peso de los corderos disminuye después de los 41 días PP. Todas las ovejas respondieron a la sincronización postparto y al efecto del carnero al manifestar comportamiento estral, con buenas posibilidades de quedar gestantes, ya que solo una oveja presentó un cuerpo lúteo de vida media corta.

Palabras clave adicionales: efecto del carnero, tiempo de amamantamiento, destete temporal, CIDR, corderos, progesterona, RIA.

POSTPARTUM REPRODUCTIVE MANAGEMENT IN HAIR SHEEPS

Paulina Paola Castillo Maldonado. M. C.

Colegio de Postgraduados, 2012

The purpose of this study was to determine the effect of suckling and postpartum (PP) synchronization protocol with the effect of the ram and temporary weaning on reproductive performance of hair sheep. Isolated from the rams two months before synchronization, 96 ewes were randomly assigned to one of two groups at lambing (n=48): continuous suckling for 18 h (Ac) and controlled suckling for 30 minutes twice a day (Lc). On day 35 PP, both groups were synchronized with CIDR for 10 days; 48 hours before CIDR removal 7.5 mg of dinoprost was administered and the effect of the ram (Ca) and the temporary weaning (Dt) were tested. We determined progesterone (P₄) por radioimmunoassay at 30, 35, 50, 55 y 64 days PP. The ewes were inseminated intrauterine with abdominal laparoscope 12 to 15 hours after estrus onset. The response variables were: percentage of ovulation before 35 days PP, time of estrus onset, pregnancy rate, prolificacy and weight of ewes and their lambs. The information obtained was analyzed using logistic regression and Poisson, chi-square test, survival curves and repeated measures analysis. The percentage of ewes that ovulated before 35 days PP was higher (p<0.05) in Lc (89.6%) than Ac (52.1%). The weight of the sheep was similar (p> 0.05) between treatments. The weight of lambs was higher (p <0.05) in Ac after 41 days PP and there was no mortality during lactation. After CIDR removal all ewes showed estrus, being those of LcCaDt (p <0.05) the first to manifest estrous behavior (21.1±1.9 h). Pregnancy rate, prolificacy and fecundity were not different between treatments and averaged 82.3%, 1.84 and 1.51 lambs, respectively. The results indicate that controlling lactation increases and concentrates the number of ewes that ovulated before 35 days PP, and weight gain of the controlled lactation lambs decreases after 41 days PP. All ewes responded to the synchronization postpartum and the effect of ram to manifest estrous behavior, with good opportunities of becoming pregnant because only one ewe presented corpora lutea of shortened lifespan.

Additional keywords: ram effect, temporary weaning, CIDR, postpartum, lambs, progesterone, hair ewes, RIA.

1. INTRODUCCIÓN

A casi 500 años de la conquista de México y con ello la llegada de los pequeños rumiantes al país, es innegable que no obstante su bajo número y aparente escasa participación en el sector pecuario, han significado y siguen significando una enorme contribución para miles de productores de escasos recursos, y hoy de muchos empresarios con buena visión (De Lucas y Arbiza, 2010). La tendencia en la producción de carne ovina y su demanda en México se ha incrementado año con año, en el 2010 se produjeron 54,966 toneladas y el inventario ovino fue de 8,105, 562 cabezas (SIAP, 2011) distribuidas en casi 450 mil unidades productivas con tenencia de ovinos, en las cuales hay un rápido crecimiento y expansión de las razas como la Katahdin y Dorper, principalmente (De Lucas y Arbiza, 2010). El inventario de los ovinos de pelo en México se ha incrementado debido a algunas características propias, como son: prolificidad, rusticidad y corto o nulo periodo de anestro estacional (González-Reyna *et al.*, 1991; Galina *et al.*, 1996; Arroyo *et al.*, 2007). Alrededor del 25% de la producción nacional en canal y del inventario nacional está concentrada en los estados de México e Hidalgo (SIAP, 2011), lo anterior, debido a que en esta región y particularmente en Texcoco, estado de México, existe alta demanda de cordero en pie para elaborar “Barbacoa” y por la cual el consumidor paga aproximadamente entre \$240.00 y 300.00 pesos por kg.

En el país se tiene la capacidad y posibilidades de criar más de 20 millones de ovinos (De Lucas y Arbiza, 2010) y por tanto, la cría controlada tendrá como objetivo producir ganado sano, fértil y productivo (Srivastava, 2009) mediante el uso de técnicas de reproducción como la inseminación artificial, inducción y sincronización del estro que mejora la productividad de las ovejas intensificando los partos (Naqvi *et al.*, 2007; Córdova-Izquierdo *et al.*, 2008), aumentando la tasa de reproducción, tasa ovulatoria, y finalmente el número de corderos a la edad de venta por oveja (Berumen, 2004; Naqvi *et al.*, 2007). En contraparte, cada vez más se desea tener menos uso de hormonas en la reproducción animal, para lo cual Martin *et al.* (2004) propusieron tres estrategias para mejorar el comportamiento reproductivo de los pequeños rumiantes en el contexto de producción animal "limpio, verde y ético": 1) efecto macho, 2) alimentación focalizada y, 3) maximizar la supervivencia de las crías.

La duración del anestro postparto ocasiona que el intervalo entre partos aumente y su manejo puede mejorar la eficiencia reproductiva de las ovejas (Gallegos-Sánchez *et al.*, 2009). Varios

estudios se han realizado en las ovejas sobre la duración del anestro postparto, [Torreño *et al.* \(2008\)](#) indicaron que existe una relación directa con la ingesta de energía y la cantidad de cortisol en sangre; [Álvarez y Zarco \(2001\)](#) en una revisión mencionaron que esteroides corticales y prolactina pueden bloquear la ovulación mediante la inhibición de la secreción de LH y estradiol; trabajos realizados sobre anestro postparto ([Gregg *et al.*, 1986](#); [Newton *et al.*, 1988](#)) han comprobado o no, la participación de los péptidos opiáceos endógenos en la inhibición de la secreción de LH. [Morales-Terán *et al.* \(2004\)](#), [Herrera-Corredor \(2008\)](#), [Camacho-Ronquillo *et al.* \(2008\)](#) y [Pérez-Hernández *et al.* \(2009\)](#) propusieron que reducir el tiempo de amamantamiento reduce el intervalo parto primera ovulación (IPPO) y [Morales-Terán *et al.* \(2011\)](#) encontraron que el efecto macho puede ser utilizado para adelantar la ovulación de las ovejas después del parto.

Se sabe que la actividad folicular reinicia en la oveja pocos días después del parto ([González *et al.*, 1987](#); [Herrera-Corredor, 2008](#)), investigaciones se han realizado para promover el restablecimiento de la ciclicidad postparto en ovejas mediante el fotoperiodo artificial ([Cerna *et al.*, 2004](#); [Salloum y Claus, 2005](#)), la nutrición ([Godfrey y Dodson, 2003](#); [Torreño *et al.*, 2008](#); [Herrera-Corredor, 2008](#)) y el destete precoz ([Hamadeh *et al.*, 2001](#); [Camacho-Ronquillo *et al.*, 2008](#); [Pérez-Hernández *et al.*, 2009](#)). El tiempo que transcurre desde el parto a la presentación del primer estro en ovejas, es muy variable y su duración puede acortarse mediante el destete temporal ([Rodríguez *et al.*, 1986](#)), el uso de hormonas ([Wheaton *et al.*, 1993](#); [Godfrey *et al.*, 1999](#); [Camacho-Ronquillo *et al.*, 2008](#), [Herrera-Corredor, 2008](#)) y por el efecto del carnero ([Wheaton *et al.*, 1993](#); [Hamadeh *et al.*, 2001](#); [Lassoued *et al.*, 2004](#); [Salloum y Claus, 2005](#); [Sánchez *et al.*, 2011](#)). Intensificar los partos reduce el costo de mantenimiento del rebaño ovino, lo cual puede lograrse a través del uso de hormonas exógenas para inducir y sincronizar los estros ([Naqvi *et al.*, 2007](#)); algunos investigadores han usado GnRH o eCG para inducir o apoyar la ovulación y mejorar la prolificidad ([Camacho-Ronquillo *et al.*, 2008](#); [Lashari y Tasawar, 2010](#)); una vez que la oveja ovula y manifiesta comportamiento estral, la fertilidad dependerá de que se haya completado la involución uterina, lo cual ocurre entre las 4 a 6 semanas postparto ([Hafez y Hafez, 2002](#); [Hayder y Ali, 2008](#)). Con base a lo anterior, el objetivo de este estudio fue probar el efecto de la lactancia controlada y un protocolo de sincronización del estro, iniciado a los 35 días postparto, con el efecto del destete temporal y del carnero antes del retiro del CIDR en la respuesta reproductiva de las ovejas de pelo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Fisiología reproductiva

Existen dos patrones de la función reproductiva en las ovejas (*Ovis aries*): el primero, es un ciclo estral de 16-17 días, y cuya duración es muy constante. El segundo, es el ciclo anual de la actividad ovárica, donde la mayoría de las razas se reproducen en el otoño-invierno (estación reproductiva) y los ciclos ováricos cesan en primavera-verano (Goodman e Inskeep, 2006) situación regulada por el fotoperiodo y conocida como anestro estacional (Arroyo-Ledezma *et al.*, 2006). Estas situaciones varían dramáticamente entre razas, por ejemplo, algunas ovejas primitivas de montaña solo presentan un estro en la época reproductiva, mientras que la oveja Merino, muestra ciclos estrales casi todo el año, lo cual puede explicarse de acuerdo al lugar de origen de las razas (Goodman e Inskeep, 2006).

En general, el estro dura en promedio de 24 a 36 horas, y suele ser aproximadamente 50% más largo en ovejas con altas tasas ovulatorias. La terminación del estro está acompañada del inicio de un pico pre-ovulatorio de LH que provocará la ovulación 24 a 30 horas después, evento que en duración es muy constante; una vez terminado el pico de LH la hormona GnRH mantendrá su secreción elevada varias horas después. El ciclo estral de la oveja tiene dos fases, una fase lútea donde, mientras la progesterona incrementa, las concentraciones de LH declinan del día 1-9, y se mantienen bajas hasta el día 14, donde ocurre la luteolisis, dando lugar a la fase folicular, momento en que LH incrementa su frecuencia. La concentración media de LH está estrechamente correlacionada con la frecuencia de los pulsos, y no por la amplitud (Goodman e Inskeep, 2006).

La eficiencia reproductiva en los sistemas de cría ovina se ve limitada debido a la estacionalidad. Las ovejas de pelo, por su origen en latitudes donde las variaciones de luz a lo largo del año son mínimas, llegan a presentar escasa o nula estacionalidad, demostrado esto, en algunos estudios como el de Arroyo *et al.* (2007) que bajo condiciones de fotoperiodo regulado, algunas ovejas pelibuey (7 de 10) expresaron ciclos estrales continuamente durante todo el año, apoyando la hipótesis que algunas ovejas de pelo son insensibles a las variaciones de las horas luz; no obstante, en este mismo trabajo, la estacionalidad presentada

en 3 ovejas no la pudieron relacionar con cambios en la temperatura ambiental o de peso, porque estos factores fueron controlados, lo que complementa la hipótesis de que algunas ovejas de pelo si son sensibles a las variaciones de las horas luz.

Se ha propuesto que la presentación del anestro estacional, su duración y profundidad en las ovejas de pelo, está influenciado también por la nutrición o disponibilidad de alimento (Delpino y González-Stagnaro, 1993; Godfrey y Dodson, 2003), sin embargo, existen autores como De la Isla *et al.* (2010) que apoyaron la idea de que la nutrición no es el principal factor que influye en la disminución de la actividad reproductiva durante la primavera en ovejas de pelo en el trópico, y que deben estudiarse otros factores ambientales importantes, como el fotoperiodo, la temperatura y la humedad.

Además del anestro estacional, se presentan en la oveja adulta otros dos periodos anovulatorios, uno durante la gestación con duración fija (alrededor de 5 meses), y otro después del parto (anestro postparto) cuya duración es variable (Padilla *et al.*, 1988) y está determinada por varios factores como: puerperio, nutrición, nivel de estrés causado por manejo, época del año, presencia del carnero, intensidad del amamantamiento y producción de leche, principalmente, y que han sido objeto de estudio en varias revisiones (Alonso, 1981; Álvarez y Zarco, 2001; McNeilly, 2006; Arroyo *et al.*, 2009; Gallegos-Sánchez *et al.*, 2009).

Antes del desarrollo teórico de los factores, que favorecen o impiden la presentación de eventos fisiológicos relacionados con la reproducción de las ovejas de pelo lactantes, primero, es necesario recapitular algunos sucesos que ocurren a nivel del eje Hipotálamo-Hipófisis-Ovario-Útero, en cuanto al flujo hormonal durante la época reproductiva, anestro estacional y finalmente en el anestro postparto.

2.1.1. Neuroendocrinología reproductiva

El ciclo estral ovino resulta de la coordinada interacción de 4 tejidos: cerebro, pituitaria (hipófisis), ovario y útero. Para entender el control del ciclo estral es necesario analizar la comunicación entre estos tejidos, donde participan hormonas: GnRH del hipotálamo, LH y

FSH de la hipófisis, Estradiol, Inhibina y Progesterona del ovario, y Prostaglandina $F_{2\alpha}$ del útero y cuerpo lúteo (Goodman e Inskeep, 2006).

Durante la época reproductiva, la progesterona “organiza” los ciclos estrales de la oveja, inhibiendo la secreción pulsátil de GnRH a nivel central (Robinson, 1995) posiblemente en la EM, a través de un mecanismo dopaminérgico, o, a través de POEs sobre las neuronas GnRH del APO, núcleo arcuato o en sus terminaciones en la EM (De Rensis, 1998); también, se ha documentado la participación de GABA como intermediario entre P_4 y las neuronas GnRH del APO (Robinson y Kendrick, 1992; Robinson, 1995). En la fase folicular del ciclo estral, el estradiol ejerce un efecto de retroalimentación positiva a nivel NVM del HMB (Caraty *et al.*, 1998) incrementando la secreción pulsátil de GnRH/LH, induciendo el pico preovulatorio de ambas hormonas, provocando la conducta de estro y la ovulación (Legan y Karsch, 1979; Caraty *et al.*, 1995)

En la oveja existe una muy estrecha correlación entre la secreción de GnRH y LH. Dos modos de secreción de LH son identificados: la tónica y la cíclica (pico pre-ovulatorio), donde cada uno controla diferentes aspectos de la función ovárica. La secreción tónica ocurre de modo pulsátil a lo largo del ciclo estral y es importante para que se dé la esteroidogénesis ovárica, mientras tanto, la secreción cíclica (pico de LH) ocurre alrededor del estro y propicia la ovulación y la formación del cuerpo lúteo. Ambos modos son controlados por diferentes mecanismos de retroalimentación (Goodman e Inskeep, 2006).

Durante la época de anestro estacional en la oveja, la melatonina, a través de la duración en su secreción nocturna (Malpoux *et al.*, 1996), estimula junto con el estradiol, la actividad dopaminérgica, activando la enzima hidrolasa tirosina en el HMB (Thiéry *et al.*, 1995), específicamente, en el núcleo A15 dopaminérgico del Arch lateral (Gallegos-Sánchez *et al.*, 1997). La dopamina del núcleo A15 llega, a través de terminales nerviosas, a la EM donde se une a los receptores D_2 de las terminales de las neuronas LHRH, haciendo sinapsis para inhibir la secreción de LH (Bertrand *et al.*, 1999). Es así como la dopamina, es un intermediario en el “feedback” negativo de E_2 sobre las neuronas LHRH que inhibe la pulsabilidad de LH durante los días largos en la oveja (Thiéry *et al.*, 2002).

En ovejas amamantando, la frecuencia de pulsos de GnRH/LH y la cantidad de prolactina plasmática, son más altas que en las ovejas en anestro estacional; la cantidad de receptores estrogénicos en el citosol de las neuronas en hipotálamo e hipófisis, los contenidos de GnRH en la EM, y de FSH, LH y prolactina en la hipófisis, son iguales en ambos grupos de ovejas; y la cantidad de receptores estrogénicos nucleares de la hipófisis es más grande en ovejas en anestro estacional (Clarke *et al.*, 1984), lo que sugiere una respuesta diferente en los mecanismos de retroalimentación de las ovejas en anestro postparto comparadas con las que están bajo anestro estacional.

Durante el anestro postparto, neurotransmisores como los POEs participan y el amamantamiento tal vez incrementa su liberación en el hipotálamo, y por tanto, se potencializa su acción en la hipófisis, elevando probablemente prolactina y reduciendo la liberación de LH, lo cual evitará se dé la ovulación (Gregg *et al.*, 1986; Gordon *et al.*, 1987; Malven y Hundgens, 1987; Smart *et al.*, 1994).

Es poco conocida la acción de los opioides en los animales de granja, sin embargo, es bien conocido que modulan fuertemente la secreción de gonadotropinas y de la hormona neurohipofisiaria en diferentes fases reproductivas, los POEs afectan la secreción de gonadotropinas por mecanismos dependientes de la edad, sexo y esteroides (Parvazi, 2000). Los POEs comprenden una familia de neurotransmisores que interactúan con otras vías o sistemas neurales incidiendo sobre la liberación de LH de las neuronas LHRH (Cosgrove *et al.*, 1993), se ha comprobado su participación durante el postparto, con el uso de su antagonista “naloxona” que incrementa la secreción de LH, sobretodo en el postparto temprano (Gregg *et al.*, 1986); sin embargo, en otro estudio similar con naloxona, el amamantamiento no se relacionó con este mecanismo de acción de los POEs (Newton *et al.*, 1988).

Los POEs posiblemente se sintetizan en el lóbulo frontal e intermedio de la hipófisis, debido a la existencia de su precursor “pro-opiomelanocortina” (Parvazi, 2000) y en el núcleo hipotalámico A12 (Lehman y Karsch, 1993); existen varios estudios que apoyan que los POEs inhiben la acción de GnRH en hipófisis y otros estudios que apoyan su efecto inhibitorio sobre la secreción de GnRH a nivel hipotalámico donde actúa como

neurotransmisor en el APO, EM y núcleo arcuato (Cosgrove *et al.*, 1993). Se ha relacionado a la Dopamina con los POEs sobre la secreción de GnRH/LH, pero aún no queda claro cómo interactúan (De Rensis, 1998). La aciclicidad durante el periodo postparto ha sido atribuida al rol de los POEs en la inhibición de GnRH/LH que limita el desarrollo folicular y la esteroidogénesis, y que es independiente al estímulo del amamantamiento (Cosgrove *et al.*, 1993).

De varios estudios, se concluye que la exposición continua de un animal a condiciones de estrés, puede aumentar la concentración plasmática de la hormona adrenocorticotrópica (ACTH) y esteroides corticales, al igual que la prolactina. Se sabe que tanto los corticoesteroides, como la prolactina, tienen la capacidad de bloquear la ovulación mediante la inhibición de la secreción de GnRH/LH y estradiol (Álvarez y Zarco, 2001; Torreño *et al.*, 2008).

2.1.2. Anestro postparto

El reinicio de la actividad ovárica postparto, está dado, cuando ocurre la primera ovulación después del parto con formación de un cuerpo lúteo, con frecuencia, sin manifestación estral (estro silencioso); la presentación de este evento dependerá de la tasa de desarrollo de los folículos ováricos, concentraciones hipofisarias y periféricas de gonadotropinas, y las concentraciones periféricas de estrógenos y progesterona (Wise *et al.*, 1986; González *et al.*, 1987; Rubianes y Ungerfeld, 1993; Smart *et al.*, 1994).

La duración del anestro postparto es el tiempo que transcurre del parto a la primera manifestación estral de la oveja, necesariamente su duración no va a ser menor que el reinicio de la actividad ovárica postparto. En México, al parecer, el traslado de las ovejas pelibuey que estaban bajo condiciones tropicales al altiplano, no afecta el intervalo parto-reinicio de la actividad ovárica postparto (Cerna-Cabrera *et al.*, 2004). Los factores relacionados con la duración del anestro postparto y objeto de este trabajo, como nutrición, amamantamiento y presencia del carnero han sido estudiados por muchos años y a continuación serán comentados.

2.2. Factores que determinan la duración del anestro postparto

2.2.1. Nutrición

La eficiencia productiva del ganado depende del comportamiento reproductivo de las hembras (Lashari y Tasawar, 2010) que obedece a situaciones que, al ser interpretadas, determinan la conveniencia o no de su presentación (Álvarez-Ramírez y Zarco-Quintero, 2001) y a lo cual se le ha llamado “oportunismo” (Foster, 1994). Se ha propuesto la hipótesis de que hay un sensor central-integrador que procesa la información compleja metabólica sobre el estado nutricional y la traduce en una adecuada respuesta reproductiva (Robinson *et al.*, 2002).

En unidades de producción ovina con manejo y nutrición adecuada, se ha señalado actividad ovárica con ovulaciones y fecundaciones a través del año, detectadas por las cantidades de P₄, no obstante cuando la alimentación es discontinua y dependiente de las condiciones ambientales, como la precipitación y abundancia de pastos de la zona tropical, se señalan de dos a cuatro épocas anuales de mayor actividad sexual y de fertilidad, que se diferencian de la clásica actividad sexual en ovejas de clima templado (Delpino y González-Stagnaro, 1993).

Durante el postparto, la nutrición desempeña una función importante en su duración y profundidad (González *et al.*, 1987) cuando hay una falta importante de aporte de nutrientes en la dieta al final de la gestación y durante la lactancia, la oveja recurre a sus reservas corporales y queda en segundo plano el reproducirse adecuadamente, hasta que ocurre el destete y recupera algo de condición corporal (Alonso, 1981; Robinson *et al.*, 2002). El peso corporal, entonces, es una de las limitantes más importantes en el desarrollo de la actividad reproductiva de la oveja prepúber (Álvarez y Andrade, 2008) y de la oveja lactante (González *et al.*, 1987).

Las ovejas Pelibuey de México son descendientes de las ovejas de pelo West African, y bajo condiciones favorables estas pueden tener dos partos por año (González *et al.*, 1987). En un estudio con ovejas de pelo West African, encontraron que las que tenían pesos corporales inferiores a 35 kg mostraron escasa actividad ovárica, y que al mejorar los pesos, se

manifestaron con actividad ovárica mantenida durante todo el año (Delpino y González-Stagnaro, 1993).

González *et al.* (1987) en un estudio en México encontraron que el 67% de las ovejas Pelibuey ovularon antes de los 20 días postparto, cuando había buena disponibilidad de forraje, y que los diámetros de los folículos más grandes alcanzaban los 7.7 mm en promedio, sin embargo, cuando la disponibilidad de forraje disminuyó, no se registró ningún cuerpo lúteo que indicara ovulaciones en el mismo periodo de tiempo; en este estudio además se demostraron dos fases durante el anestro postparto, una fase anovulatoria y otra fase de actividad ovárica cíclica durante la cual ocurren uno, dos o hasta tres ovulaciones silenciosas, cuya frecuencia aumentará, sobre todo, cuando la ovejas están en un estado de desnutrición, manifestado por bajos pesos corporales (<35 kg).

Se ha establecido además, que la interacción del amamantamiento con una inadecuada nutrición prolongará inevitablemente el anestro postparto en las ovejas (Robinson *et al.*, 2002; Pérez-Hernández *et al.*, 2009).

Existe información en ovejas de lana que cuando son suplementadas en la época seca se puede adelantar el primer estro postparto a 33.0 ± 3.1 días (Godfrey y Dodson, 2003), sin embargo, es importante tomar en cuenta a la hora de suplementar a los ovinos de pelo, que estos tienen en teoría una mayor necesidad de aporte de nutrientes comparados con los ovinos de lana (Solís *et al.*, 1991), por lo tanto, es importante considerar aquellos estudios que han calculado los requerimientos de los ovinos de pelo, para así estar seguros que el aporte de nutrientes es el adecuado en un experimento y que las respuestas de los animales son debidas únicamente a los factores de estudio.

El suplementar a las ovejas durante la lactancia evitará la pérdida de peso, que es un factor limitante en el restablecimiento de la ciclicidad durante el postparto (Robinson *et al.*, 2002; Godfrey y Dodson, 2003), mantendrá e incluso mejorará la condición corporal sobretodo si se ofrece la parte del forraje molida integrada con la parte concentrada (Sierra, 1994). Una mala condición corporal incrementa el intervalo parto-primer estro (González *et al.*, 1987; Godfrey y Dodson, 2003; Córdova-Izquierdo *et al.*, 2008). Torreão *et al.* (2008) mencionaron que proporcionando 3.4 Mcal EM el 100 % de las ovejas pueden ser cubiertas por el carnero en

los primeros 44 días después del parto. Es importante la alimentación durante la lactancia, sobretodo, si las ovejas van a concebir y quedar gestantes durante este periodo (Robinson *et al.*, 2002). La nutrición puede tener un efecto importante en la prolificidad, al estimular los niveles de ovulación y probablemente por una mayor supervivencia embrionaria (Alonso, 1981).

Se ha mencionado que la condición corporal de las ovejas tiene que ver en la respuesta al efecto macho para inducir o sincronizar el estro, por ejemplo, en ovejas primiparas de más de 22 kg de peso se puede lograr una fertilidad del 80%, agrupando sus partos y facilitando su inclusión en los esquemas reproductivos del rebaño (Ramón-Ugalde y Sanginés-García, 2002). Otra idea, es que una buena nutrición durante el postparto, puede confundir la respuesta a la manipulación reproductiva con los efectos del carnero y destete (Hamadeh *et al.*, 2001), sugiriendo en este estudio que las diferencias en la respuesta reproductiva de las ovejas, dadas por la presencia del carnero y el destete durante el postparto, solo pueden ser apreciadas cuando el nivel nutricional aportado sea menor a los requerimientos.

En cuanto al desarrollo de las crías, la suplementación estratégica nutricional en las ovejas de pelo gestantes y lactantes, puede ser un método para incrementar los pesos al nacimiento, al destete y adelantar el inicio de la actividad lútea en las corderas (Becker *et al.*, 1999; Godfrey y Dodson, 2003). La "alimentación focalizada o dirigida" basada en el conocimiento que existe acerca de las respuestas a la nutrición, tiene como objetivo desarrollar programas de corta duración de suplementación nutricional, otorgada en momentos precisos y diseñados específicamente para eventos individuales en el proceso reproductivo, tales como la producción de gametos, la supervivencia del embrión, la programación fetal y la producción de calostro (Martin *et al.*, 2004)

2.2.2. Amamantamiento

Las hembras de algunos mamíferos domésticos presentan un periodo de anestro postparto debido a la inhibición de la síntesis de LH vía el estímulo de succión por parte de las crías; la

comunicación química es importante en el manejo de las interacciones madre-cría, y en algunas especies de mamíferos domésticos, las madres después del parto responden a los olores de sus crías, como es el caso de la oveja, donde el olor del fluido amniótico que cubre a su cría recién nacida, es reconocido inmediatamente después del parto, y durante aproximadamente 4 horas después del nacimiento, puede reconocer incluso las crías de otra oveja, y rechazará a cualquier otra después de este periodo de tiempo (Arteaga *et al.*, 2007).

Una vez establecido el vínculo madre-cría, se cree que el grado de estimulación mamaria que la madre recibe durante la lactancia afectará la duración del anestro postparto (Hafez y Hafez, 2002). Se ha establecido, que durante el periodo de amamantamiento frecuente, las concentraciones séricas de prolactina son elevadas y se relacionan inversamente con las concentraciones de LH circulantes (Moss *et al.*, 1980; Gregg *et al.*, 1986), sin embargo, no se encontró información que sustente si Prl inhibe directamente la secreción de LH. Cuando las ovejas son alimentadas correctamente durante la gestación y lactancia, no se ven diferencias en el Intervalo Parto-Primer Estro, entre las ovejas que amamantan y las que no lo hacen (Moss *et al.*, 1980).

No queda claro mediante qué mecanismo podría establecerse una relación entre el amamantamiento y la involución uterina, se ha mencionado que el intervalo entre el parto y la involución uterina puede ser acortado por el manejo del amamantamiento (Hafez y Hafez, 2002), sin embargo, otros estudios han demostrado que ningún tratamiento exógeno con PGF₂ α o un análogo de oxitocina favorecen la involución uterina (Hayder y Ali, 2008).

En un estudio en el trópico, el menor lapso para la reanudación de la actividad cíclica en ovejas de pelo (West African) comparada con las cabras, se atribuyó a que éstas últimas se encuentran generalmente en ordeño y bajo amamantamiento, factores que se señalaron como inhibidores de la actividad ovárica postparto (Delpino y González-Stagnaro, 1993).

Existe la opción de reducir el tiempo de amamantamiento a 30 min 1 a 2 veces día⁻¹ para disminuir el intervalo parto primera ovulación (IPPO), recomendándose que el inicio del control del amamantamiento sea a partir de los 7 días postparto (Morales-Terán *et al.*, 2004; Herrera-Corredor, 2008; Pérez-Hernández *et al.*, 2009; Morales-Terán *et al.*, 2011). Herrera-Corredor (2008) indicó que existen folículos con diámetro preovulatorio (> 6 mm) a partir de

la segunda semana postparto, sin embargo, en muchos casos estos no llegan a ovular, también menciona que reducir el tiempo de amamantamiento a períodos cortos en el día, promueve un mayor número de folículos disponibles para ovular, lo cual se relaciona con un incremento en la tasa ovulatoria y quizá con una mejora en la prolificidad. [Morales-Terán et al. \(2011\)](#) sugirieron, además de reducir el tiempo de amamantamiento, introducir al carnero a partir de los 7 días postparto 30 min dos veces al día, para asegurar que todas las ovejas presenten comportamiento estral antes de los 60 días postparto.

De manera adicional el control de la lactancia, en algunos casos mejora la ganancia diaria de peso (GDP) de los corderos ([Morales-Terán, 2004](#); [Pérez-Hernández et al., 2009](#)), aunque otros autores como [Herrera-Corredor \(2008\)](#) reportó mejores GDP para corderos en amamantamiento continuo por 24 horas.

Los destetes temporales, precoces y tempranos han sido propuestos como alternativas para inducir la ovulación en las ovejas lactando. Se ha indicado que las hembras en anestro postparto presentan ciclos estrales cortos en respuesta al destete ([Hafez y Hafez, 2002](#)), sin embargo, en un estudio realizado por [Rodríguez et al. \(1986\)](#) el destete por 72 horas manteniendo a los corderos lejos de sus madres, provocó que todas las ovejas presentaran el ciclo estral inducido con duración normal, por lo que se ha establecido que el destete es una alternativa para reducir el periodo de anestro postparto.

[Camacho-Ronquillo et al. \(2008\)](#) en un estudio con ovejas pelibuey lactando y sincronizadas con FGA+eCG, y con destete precoz a 7 ó 40 días postparto, o con restricción del amamantamiento, mejoraron su eficiencia reproductiva, lo que demuestra la función inhibitoria del amamantamiento después del parto en la reproducción de esta raza; en todas las características analizadas por estos autores, los mejores resultados se obtuvieron en las ovejas destetadas. [Hamadeh et al. \(2001\)](#) aplicaron destete temprano a los 14 y 45 días, sin efectos en la fertilidad postparto en términos de ovejas ciclando, prolificidad y fertilidad, en este estudio, no queda claro el papel del destete temprano como herramienta de manejo para manipular el anestro postparto en las ovejas, sobre todo, cuando estas, son alimentadas correctamente durante la lactancia.

Rodríguez *et al.* (1986) concluyeron que el único tratamiento que tiende a incrementar la eficiencia reproductiva es el destete temporal aplicado por 72 horas con los corderos lejos de sus madres; este tratamiento da mejores resultados si se aplica a los 15-25 días postparto, ya que propicia que todas las ovejas presenten estro dentro de los 110 días postparto.

2.2.3. Presencia del carnero

La importancia de la comunicación por olores en mamíferos radica en que puede ser la base para un mejor manejo, particularmente en relación a la reproducción, diseño de instalaciones para su bienestar y en la práctica clínica (Arteaga *et al.*, 2007); en las ovejas, este efecto se ha encontrado en todas las asociaciones de grupos sexuales, es decir, macho-macho, hembra-hembra y macho-hembra (Rosa y Bryant, 2002). La señal es principalmente feromonal, sin restarle importancia al contacto visual y táctil entre sexos y la conducta del macho, el uso de machos “estimulados” mediante el contacto previo con hembras en estro (uno a dos días antes de ser utilizados) mejora notablemente la respuesta obtenida, fenómeno denominado como “efecto hembra indirecto” (Álvarez y Zarco, 2001).

Existen señales químicas de carácter feromonal contenidas en las secreciones de las glándulas cutáneas, del tracto reproductivo, la orina y las heces. Estas señales pueden simplemente emitirse en el ambiente desde su sitio de producción o almacenamiento, o ser depositadas activamente sobre sustratos particulares o co-específicos, a menudo por medio de conductas de marcaje específicas o estereotipadas, que serán percibidas mediante el sistema olfativo principal o el accesorio (vomeronasal) de otro individuo de la misma especie que dependiendo de su estado fisiológico, producirán en él, diversos efectos fisiológicos o conductuales (Arteaga *et al.*, 2007); por ejemplo, las ovejas que han permanecido en el corral con el macho, el estro termina mucho más temprano, que cuando los sexos están en contacto intermitente (Goodman y Inskeep, 2006).

Se ha descrito que la introducción de un macho sexualmente activo al corral de ovejas anéstricas, previo aislamiento de los sexos, desencadena a los pocos minutos, un incremento en la frecuencia y amplitud de los pulsos de la LH (Hawken *et al.*, 2008), lo que provoca una respuesta ovulatoria sincronizada en los primeros 3 a 5 días siguientes; algunos autores

indican que la alta frecuencia de pulsos de LH se mantendrá por 12 horas, aunque la amplitud se reduce; otros autores, recomiendan la permanencia del macho con las hembras, después de haber sido introducido al corral, debido a que cuando el macho es retirado algunas horas después, en un lapso de 1-2 horas disminuirá la secreción pulsátil de LH a valores basales similares a los existentes previo a su introducción, y como consecuencia la ovulación se bloqueará porque no se presentará el pico pre-ovulatorio de LH (Álvarez y Zarco, 2001).

Es controversial si la presencia del carnero después del parto favorece el que las ovejas ovulen y presenten estro mientras amamantan; los estudios realizados al respecto, por algunos autores, sugieren la permanencia total de las ovejas junto con el carnero después del parto (Lassoued *et al.*, 2004), otros han sugerido su aislamiento y reagrupamiento después de cierto periodo postparto, que va desde los 15, 30, 45 ó 60 días (Wheaton *et al.*, 1993; Álvarez y Zarco, 2001; Sánchez *et al.*, 2011); más recientemente, se ha sugerido que la introducción del carnero al corral de las ovejas sea a partir de los 7 días postparto cada 12 horas para estimularlas por 30 minutos, para adelantar el estro fértil y aumentar la posibilidad de que las ovejas queden gestantes antes del destete (Morales-Terán *et al.*, 2011).

Algunos estudios en ovejas han reportado que la respuesta al efecto macho depende del periodo transcurrido desde el parto y de la proporción de hembras ciclando espontáneamente en el rebaño; en ovejas lactando, se asume que la profundidad del anestro es inversamente proporcional al tiempo que ha transcurrido desde el parto, de modo que el efecto inhibitorio de la lactancia se reduce mientras el periodo desde el parto sea mayor (Álvarez y Zarco, 2001). En algunos casos cuando las ovejas son alimentadas correctamente, se ha reportado que la lactancia no afecta la respuesta al macho, aún cuando las ovejas amamantaron más de una cría (Sánchez *et al.*, 2011) y que la mejora en la respuesta reproductiva postparto por el efecto del carnero no será visible (Hamadeh *et al.*, 2001).

La duración del anestro postparto puede ser monitoreada mediante un carnero celador con arnés marcador, o en su caso, cuando no se quiere que el carnero influya en la respuesta reproductiva de las ovejas, se pueden monitorear las concentraciones plasmáticas de progesterona, comentadas a continuación.

2.3. Medición de progesterona plasmática para monitorear actividad lúteal

Una vez que la oveja ovula, 4 a 5 días después, las concentraciones de progesterona en sangre serán mayores de 1 ng mL^{-1} , indicando que el cuerpo lúteo ha adquirido plena funcionalidad (Hernández y Zarco, 1998). El número de muestras, el momento de realizar el muestreo y la concentración de progesterona válida, estará determinado por el investigador de acuerdo a lo que desee evaluar, ya sea la actividad lúteal indicativo de que la oveja ovuló, o indicativo de una posible gestación, y para esto existen estudios previamente hechos para valorar ambas situaciones.

La técnica de radioinmunoanálisis (RIA) utilizada para determinar las concentraciones de progesterona en plasma, es una opción para identificar la función ovárica y seguir el comportamiento reproductivo de las hembras (Delpino y González-Stagnaro, 1993; Matamoros *et al.*, 2002). En ovejas manejadas en clima cálido en el trópico, la cantidad de progesterona en plasma, puede ser utilizada para determinar la actividad lúteal, haciendo muestreos semanales; se considera que una oveja es cíclica cuando tiene en algún muestreo 1 a 3 ng de P_4 , aunque también se dice que una o dos muestras con $P_4 \geq 0.5 \text{ ng mL}^{-1}$ es suficiente para que las hembras se consideren cíclicas, 3 muestreos semanales consecutivos con $P_4 < 0.5 \text{ ng mL}^{-1}$ se consideran animales anéstricos, 3 muestreos semanales consecutivos con $P_4 \geq 0.5 \text{ ng mL}^{-1}$ o un solo muestreo con $P_4 \geq 1 \text{ ng mL}^{-1}$ al día 18 ± 1 postservicio o postmanifestación estral indica gestación (Delpino y González-Stagnaro, 1993). También se ha mencionado que concentraciones de $P_4 \geq 1.75 \text{ ng mL}^{-1}$ en ovejas fueron aceptadas como indicativo de gestación, cuando el muestreo se realizó a los 18 días después de la monta, y lo cual sugiere que hubo fertilización y la posible existencia de un Cuerpo Lúteo funcional en la oveja gestante (Ganaiea *et al.*, 2009).

En ovejas de pelo mestizas (West African), se ha encontrado una relación no muy clara entre la época del parto con el reinicio de la actividad ovárica postparto, con el análisis de P_4 mediante RIA, con un primer ciclo ovulatorio entre 63.8 ± 1.6 , 76.7 ± 11.3 y 31.1 ± 16.7 días, durante las épocas octubre-febrero, enero-mayo y mayo-agosto, respectivamente; en este caso las diferencias se atribuyeron a la mejor condición corporal de los animales como consecuencia de las mayores lluvias, mayor disponibilidad de forraje y mejor alimentación coincidentes con esa época (Delpino y González-Stagnaro, 1993).

2.4. Fertilidad en el postparto

La fertilidad postparto en la oveja depende de dos factores principalmente, la involución uterina y el comienzo de la ciclicidad ovárica postparto (Hayder y Ali, 2008).

El periodo de tiempo donde se completa la involución uterina, se le conoce como puerperio, durante el cual es poco probable el establecimiento de una gestación que llegue a término, por los eventos endocrinos que se presentan cuando las hembras desarrollan cuerpos lúteos de vida media corta en la primera ovulación postparto; particularmente la liberación prematura de prostaglandinas, que limitan la sobrevivencia de un cuerpo lúteo gestacional (Hernández y Zarco, 1998). La duración del puerperio es de aproximadamente 4 semanas, el tiempo promedio que transcurre en las ovejas para que todas las carúnculas disminuyan su tamaño al de las ovejas ciclando (Rubianes y Ungerfeld, 1993).

Datos adicionales fueron reportados por Rubianes y Ungerfeld (1993) en ovejas Corriedale paridas en Mayo-Junio, indicando que la involución uterina (donde los pesos y tamaños del útero siguieron constantes) se completó a los 17 días. Se ha reportado que la involución uterina en ovejas Farafra del subtropico se completa alrededor de los 32 días postparto, que el intervalo promedio a la completa involución uterina es más corta en ovejas lactando en febrero comparadas con las que lactaron en junio (29.4 ± 1.2 d vs. 33.9 ± 1.1 d), y que factores como número de parto, tamaño de la camada, condición corporal y producción de leche no tuvieron efecto sobre ésta (Hayder y Ali, 2008).

El comienzo de la ciclicidad ovárica postparto se define como el momento donde aparece un cuerpo lúteo de vida media normal y por lo tanto la duración del ciclo estral se establecerá con normalidad (17 días); su comienzo puede estar determinado por la tasa de involución uterina (Rubianes y Ungerfeld, 1993), y el nivel de ingesta de nutrientes de la oveja lactante para que no vuelva a caer en anestro (Robinson *et al.*, 2002). La importancia del comienzo de la ciclicidad en la oveja después del parto está dada por las posibilidades de que la oveja quede gestante y llegue a término (Hernández y Zarco, 1998), lo cual reducirá el intervalo entre partos que a su vez reeditarán económicamente a los productores al tener más corderos para vender por año.

La fertilidad en la primera ovulación inducida por el efecto macho es menor que en la segunda, debido probablemente a los ciclos cortos, donde la falla lútea no permite el establecimiento de la gestación, lo que no sucede en la segunda ovulación (Álvarez y Zarco, 2001).

Existe una serie de técnicas disponibles para incrementar la eficiencia reproductiva en los ovinos, sin embargo, en la práctica dependerá de las circunstancias específicas de cada unidad de producción ovina. Una producción más intensiva está sujeta al conocimiento de los efectos del medio ambiente, la raza, la nutrición, el intervalo entre partos, la terapia hormonal y el comportamiento durante el empadre. Las conveniencias existentes en México para un programa de partos intensivos, están restringidas por circunstancias nutricionales y de manejo principalmente, más que por condiciones genéticas y climatológicas (Alonso, 1981; González *et al.*, 1987).

En sistemas más intensivos, la sincronización, mientras las ovejas amamantan, es otra herramienta que puede ser utilizada para reducir los costos por alimentación de la oveja vacía, aprovechar al máximo los recursos con que se cuentan y programar la venta de los corderos, por ello, se han hecho investigaciones que documentan las herramientas disponibles para la inducción y sincronización durante la lactancia, tales como el uso de hormonas, así como de métodos naturales como el efecto macho y el destete temporal (Alonso, 1981).

2.5. Sincronización o inducción de la ovulación durante la lactancia

La inducción se refiere cuando al momento de aplicar un tratamiento, las ovejas lactantes no han ovulado desde el parto; y la sincronización, cuando las ovejas lactantes ya han manifestado actividad lútea o la están manifestando.

Para poder hacer manejo reproductivo durante el postparto, es importante conocer el *estatus* reproductivo de la oveja lactante, por ejemplo, se ha reportado en México, que la mayoría de las ovejas Pelibuey, ovulan antes de los 30 días postparto, y que antes de la primera manifestación estral ocurre al menos una ovulación silenciosa, sucedida de un cuerpo lúteo de

vida media corta y con baja producción de P₄, la cual puede ser suficiente para que en la siguiente ovulación ocurra el estro ([González et al., 1987](#)).

2.5.1. Tratamientos hormonales

Para inducir la ovulación de hembras en anestro se debe estimular la madurez de un folículo o grupo de folículos de tal manera que una oleada natural de LH cause la ovulación ([Hafez y Hafez, 2002](#)).

El tratamiento con progesterona por 10 días permite que un número importante de ovejas en anestro manifiesten estro durante los primeros días después de la introducción de los carneros y previene la formación de fases lúteas cortas, se sugiere que tratamientos cortos también pueden ser utilizados ([Ungerfeld, 2003](#)).

Para el suministro de la progesterona, el CIDR (Controlled Internal Drug Release) llega a ser igual o superior a la esponja (que contiene Acetato de Fluorogestona: FGA) en efectividad, es más aséptico y la tasa de retención es excelente ([Wheaton et al., 1993](#)); además, la cantidad de progesterona secretada después del retiro del CIDR es mayor comparada cuando se sincroniza con esponjas intravaginales o con 2 dosis de prostaglandinas ([Godfrey et al., 1999](#)) y esto es importante para que haya una gestación exitosa, ya que la progesterona estimulará la secreción de sustancias en la mucosa del oviducto y del útero que nutrirán al embrión hasta que este comience a hacerlo a través de la placenta; además, la progesterona evitará contracciones en el útero, cerrará el cérvix y modificará las características del moco cervical, volviéndolo más viscoso, evitando así, el paso de agentes extraños al interior del útero ([Hernández y Zarco, 1998](#)).

En un estudio realizado con ovejas de pelo (St. Croix White y Barbados Blackbelly) sin cría que fueron sincronizadas con CIDR por 12 días, el 100% manifestó estro dentro de las siguientes 36 horas post-retiro del CIDR ([Godfrey et al., 1999](#)). Durante la lactancia, las ovejas que fueron tratadas con CIDR y el efecto del carnero a finales de invierno y principios de primavera, ocasionó que el 94% parieran en el verano siguiente ([Wheaton et al., 1993](#)).

La inducción de la ovulación mediante el uso de hormonas se basa en progestágenos para simular la fase lútea normal, para lo cual existen algunos tratamientos como: 1) Acetato de Melengestrol (MGA; oral) + Gonadotropina Corionica equina (eCG); 2) CIDR (dispositivo intravaginal) + eCG; y 3) esponja con FGA (dispositivo intravaginal) + eCG (Hafez y Hafez, 2002).

Los progestágenos pueden ser combinados con inyecciones de GnRH, hCG y eCG para estimular la maduración de uno o más folículos y provocar su ovulación. También se pueden administrar inyecciones oleosas de medroxiprogesterona (Ungerfeld, 2003). Las esponjas intravaginales (presentación comercial) contienen entre 25 y 45 mg de FGA que junto con eCG, representan el método de inducción más utilizado hasta el momento en ovinos (por su menor costo unitario comparado con el del CIDR), y cuya efectividad es de un 80 a 100% de manifestación estral con ovulación en un lapso de 24 a 48 h (Hafez y Hafez, 2002).

Camacho-Ronquillo *et al.* (2008) en ovejas pelibuey aplicaron un protocolo de sincronización postparto con FGA (por 12 días + destete a los 40 días PP) + PGF2 α a los 30 días PP + 300 U.I. de eCG, y sus resultados fueron 85.7% de hembras en estro, 71.4 % de gestación con 1.9 de prolificidad. En un segundo experimento obtuvieron resultados similares aplicando el mismo protocolo pero con destete precoz a 7 días PP y amamantamiento por 30 min día⁻¹ (Camacho-Ronquillo *et al.*, 2008).

2.5.2. Efecto del carnero

En un estudio en la zona tropical con ovejas de pelo en anestro separadas del macho, su introducción brusca provocó una reacción estimulante, al día 4 presentaron leve actividad lútea determinada por progesterona (0.6 ± 0.6 ng) y al día 8 (2.3 ± 0.8); el 85% de las ovejas respondieron con una actividad estral sincronizada, confirmando que el efecto macho, bajo condiciones tropicales, resulta adecuado en el manejo de las unidades de producción ovinas tradicionales (Delpino y González-Stagnaro, 1993). Se ha confirmado que el contacto repentino con el macho induce la actividad reproductiva cíclica en las ovejas adultas fuera de estación (Álvarez y Zarco, 2001) y que podría representar una herramienta para acelerar el inicio de la vida reproductiva en corderas como la pelibuey (Álvarez y Andrade, 2008). En las

hembras lactantes, algunos investigadores han inducido el estro cuando las expusieron al olor del macho (Arteaga *et al.*, 2007).

Para lograr un grado de estimulación mayor, debe haber contacto físico entre sexos; es importante la proporción macho/hembras, y el incremento en el número de machos aumentará la tasa ovulatoria (Álvarez y Zarco, 2001); cuando el carnero se introdujo al corral de ovejas de pelo sin cría después del retiro del CIDR (Carnero: ovejas = 1:6) con un arnés marcador, el 100% exhibieron estro en un periodo de 36 h (Godfrey *et al.*, 1999). En otro estudio realizado con ovejas lactantes a finales de invierno y principios de primavera se sugiere un macho por cada 8 a 12 ovejas (Wheaton *et al.*, 1993) y más recientemente, en empadre controlado por 35 días, un macho por cada 25 ovejas (Sánchez *et al.*, 2011).

Además de la relación carnero:ovejas, existe la controversia sobre la necesidad del aislamiento entre sexos, algunos investigadores han comprobado que el porcentaje de las hembras ovulando en respuesta al olor del macho es menor cuando existe contacto físico total con el semental por lo que se recomienda aislarlos por lo menos 2 meses, para que el macho represente un estímulo “novedoso”; el aislamiento debe ser de calidad, por lo que no debe existir ningún grado de contacto entre sexos, eliminando las posibilidades de comunicación química (olfativa), visual, auditiva y táctil (Álvarez y Zarco, 2001). Wheaton *et al.* (1993) aislaron los sexos durante la gestación y parte de la lactancia y fueron reunidos después de remover el CIDR, y sin embargo, Lassoued *et al.* (2004) indicaron lo contrario, que la presencia continua de los carneros a partir del parto incrementa el número de ovejas ovulando, acorta el IPPO y reduce la profundidad del anestro postparto.

En un porcentaje variable de hembras anéstricas, la primera ovulación inducida por el efecto macho es silenciosa y seguida por una fase lútea corta, la cual se sigue de un segundo pico de LH que provoca la ovulación y origina un CL de características normales. Cuando el anestro es profundo y los machos manifiestan poca actividad sexual el porcentaje de ovulaciones silenciosas y de ciclos cortos se incrementa (Álvarez y Zarco, 2001). Para evitar lo anterior se recomienda, antes de introducir al macho, aplicar progesterona exógena a las ovejas (Bartlewski *et al.*, 2002; Ungerfeld, 2003).

Morales-Terán *et al.* (2011) indicaron que en las ovejas pelibuey que amamantaron 30 min 2 veces día⁻¹ (AR) en combinación con el efecto del macho desde los 7 d posparto, reduce el IPPO, incrementa el número de ovejas que reinician la actividad reproductiva antes de los 60 d postparto y propicia el comportamiento estral en todas las ovejas; es importante destacar, que en este estudio el 71.42% de las ovejas que estaban amamantando 24 horas día⁻¹ y sin macho, también manifestaron comportamiento estral antes de los 60 días postparto.

Se han encontrado otras ventajas, que ofrece utilizar el “Efecto Macho” en las ovejas cíclicas o anéstricas, por ejemplo, que contribuye a elevar la tasa ovulatoria (Álvarez y Zarco, 2001; Salloum y Claus, 2005; Arteaga *et al.*, 2007; Herrera-Corredor, 2008), por lo que se puede asumir que mejorará la prolificidad de las ovejas. Lo anterior puede deberse a que el “efecto macho” induce una fase de desarrollo folicular con duración menor de 36 horas (Álvarez y Zarco, 2001), lo que aumenta la producción de estradiol a nivel folicular, el estradiol en altas concentraciones estimula de manera positiva al HMB, actuando específicamente en el NVM (Caraty *et al.*, 1995) favoreciendo la aparición del pico pre-ovulatorio de LH en intensidad suficiente para que pueda rescatar a más folículos dominantes de la atresia y promover que ovulen (Bartlewski *et al.*, 2002).

2.5.3. Destete temporal

Algunos autores coinciden en el efecto benéfico del destete temprano (Camacho-Ronquillo *et al.*, 2008, Pérez-Hernández *et al.*, 2009, Hamadeh *et al.*, 2001), sin embargo, el destete precoz a 7 días postparto, afecta de manera importante la sobrevivencia de los corderos (Camacho-Ronquillo *et al.*, 2008); en general destetes antes de los 60 días postparto disminuye el desempeño productivo de los corderos y destetes después de 90 días no se recomiendan (Godfrey y Dodson, 2003; Sánchez *et al.*, 2011). Yilmaz *et al.* (2006) mencionan que la sobrevivencia de los corderos es un indicador de valor económico muy importante en la ganadería, por lo que será necesario evaluar la conveniencia de esta práctica o en su caso implementar mejoras en el manejo que reduzcan la mortalidad y se den mejores beneficios económicos.

El destete temporal entonces se establece como otra opción, [Rodríguez *et al.* \(1986\)](#) hicieron un estudio donde separaron a la madre de las crías por 24, 48 ó 72 horas, con la opción de alejar a los corderos de las madres, debido a que pensaban que la presencia del cordero era más importante que la cantidad de leche producida por la oveja, esto fue confirmado cuando los mejores resultados fueron para el tratamiento con destete temporal por 72 horas con alejamiento de las crías de sus madres, aplicado a 15-25 días postparto; en cuanto al desarrollo de las crías y mortalidad no encontraron diferencias significativas entre los diferentes tiempos de destete temporal.

Ya fueron revisados los factores involucrados en la duración y profundidad del anestro postparto, así como las alternativas para reducir el IPPO, Intervalo Parto-Gestación, y por consecuencia el Intervalo entre Partos, por lo cual se planteó un experimento que involucrara el control de la lactancia, sincronización postparto con hormonas, efecto del carnero y destete temporal, para conocer la respuesta reproductiva de las ovejas de pelo mantenidas bajo clima templado-frío, cuya alimentación fue controlada, con el fin de que no hubiera pérdidas significativas de peso entre los dos grupos de amamantamiento y sus posibles efectos sobre la eficiencia reproductiva de la ovejas en este estudio.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existen bases científicas para asegurar que los animales son seres conscientes, capaces de sufrir, lo que puede ir en detrimento de su respuesta productiva y reproductiva; estos conocimientos obliga a ofrecerles condiciones de vida acordes con las necesidades para su bienestar (las 5 libertades de Webster), para mejorar la producción de alimentos de origen animal (Aline, 2011). Se han propuesto alternativas de manejo “limpias, verdes y éticas” para mejorar la eficiencia de los pequeños rumiantes, técnicamente costeables, que implican la manipulación no farmacológica de los sistemas endógenos de control de los animales. Ante un mercado, cada vez más exigente en productos “limpios, verdes y éticos”, los productores de ovinos tendrán que adoptar prácticas que reduzcan al mínimo o eviten por completo los productos químicos y los tratamientos hormonales, y que no comprometan el bienestar de los animales (Martin *et al.*, 2004).

El control hormonal del ciclo estral y de la ovulación está más limitado por la dificultad de obtener las hormonas y por su elevado costo; los mejores resultados se han logrado con la aplicación de esponjas intravaginales con acetato de fluorogestona (FGA) o implantes con norgestomet, junto con eCG y/o prostaglandinas; la respuesta al tratamiento hormonal varía en relación con el momento de su aplicación, época del año, intervalo parto-tratamiento o estadio de lactación, nivel de producción láctea, amamantamiento y número de crías lactantes, condiciones de manejo de las explotaciones, empleo de la IA o monta natural y en especial, por la condición corporal al momento de aplicar el tratamiento (González-Stagnaro, 1993).

El "efecto macho" complementado con sobrealimentación y una mejora del estado nutricional se ha utilizado exitosamente para la sincronización del celo en las ovejas de trópico (González-Stagnaro, 1993). El destete para mejorar la sincronía de las ovejas también es una opción (Rodríguez *et al.*, 1986; Hamadeh *et al.*, 2001; Camacho-Ronquillo *et al.*, 2008)

El ganado ovino de pelo ofrece grandes oportunidades para el productor en la zona templada del país, debido a su comportamiento reproductivo. Para que su cría en esta región aumente, se propone eficientizar su desempeño productivo disminuyendo el periodo de anestro postparto, y así, reducir los costos de alimentación de la oveja vacía, e incrementar el número de kg de cordero por año por oveja en sistemas semiextensivos.

En este estudio se plantean alternativas de manejo reproductivo postparto en las ovejas de pelo dirigidas para productores pequeños, como lo es el limitar el tiempo de amamantamiento, el uso del destete temporal y del efecto del carnero, y, para productores más intensificados, además, el uso de tratamientos hormonales e inseminación artificial. Por tanto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la respuesta reproductiva postparto de las ovejas de pelo al control de la lactancia y a un protocolo de sincronización iniciado a 35 días postparto con progesterona y la aplicación de prostaglandinas, destete temporal y efecto del carnero dos días antes del retiro del progestágeno.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización

El experimento se realizó en el laboratorio de reproducción de ovinos y caprinos (LaROCa) del Colegio de Postgraduados localizado en Montecillo, Texcoco, estado de México, a 19°27'51.90" latitud N y 98°54'34.30" longitud O, 2250 msnm, clima C (W) templado, 644.8 mm de precipitación media anual y temperatura media anual de 15°C (García, 1989).

4.2. Unidades experimentales: tipo de animales, alimentación y manejo

4.2.1. Tipo de animales

Se utilizaron 96 ovejas de pelo, paridas en noviembre y diciembre 2009, con 2.5 ± 0.5 lactancias y peso corporal de 55 ± 2 kg; y sus 153 crías. El semen para la inseminación artificial se obtuvo de 2 carneros $\frac{3}{4}$ Damara; para probar el efecto del macho y para la detección de estros, se ocuparon otros 4 carneros F1 (Damara y Pelibuey).

4.2.2. Alimentación de las ovejas

La alimentación estuvo basada en una dieta integral (12% PC, 2.5 Mcal EM) en pesebre más lo consumido en el pastoreo. Por oveja, cinco días antes del parto se les asignó 2.1 kg d^{-1} de dieta, al parto 3 kg d^{-1} , sin salir a pastorear por 3 días, y a partir del cuarto día 2.7 kg d^{-1} , ofrecida a las 8:00, 15:00 y 20:00 h con pastoreo de 6 horas (9:00 a 15:00 h) en praderas mixtas de alfalfa con *orchard*, que complementó la dieta recibida en pesebre ya que la asignación de forraje fue de 4 ha para un rebaño de 400 animales en 2 meses. Las ovejas salieron a pastorear para acostumbrarlas a separarse de sus corderos y facilitar su manejo durante el experimento, disminuir problemas de distocias y de estrés por el encierro en los corrales, además de favorecer el desgaste de las pezuñas.

Durante la lactancia se ofreció en promedio 380 g de proteína y 7.5 Mcal de EM oveja⁻¹ día⁻¹, para cubrir sus requerimientos con base a un peso corporal promedio de 55 ± 2 kg, dos crías

amamantando y con respecto al tipo de ganado. Al evitar pérdidas de peso y asegurar la producción de leche se esperó que las ovejas respondieran a la sincronización postparto y que sus crías tuvieran un adecuado desarrollo.

Dieta integral para oveja (12% PC, 2.5 Mcal EM kg⁻¹ MS)

Ingrediente	% inclusión
Sorgo quebrado	28
Pasta de soya (44)	8
Salvado de trigo	12
Cascarilla de soya	12
Heno de avena*	30
Melaza	7
Premezcla Mineral (oveja)	2
Carbonato de Ca	1

*molida con criba de ½”

4.2.3. Alimentación de los corderos

Se aseguró que los corderos ingirieran calostro dentro de la primera hora de nacidos. A los corderos no alimentados por sus madres, se les proporcionó al nacer calostro de oveja o de cabra, previamente descongelado a baño maría (60°C) y calentado a 40°C para su consumo *ab libitum* con mamila, permaneciendo con sus madres hasta por tres días, hasta que la oveja lo reconociera y amamantara; una vez establecido el vínculo madre-crías se incluyeron en el experimento. Las ovejas después del parto permanecían en corraletas individuales por 24 horas para amamantar y reconocer a una cría, 48 horas con dos crías y 72 horas con tres crías. El sistema de lactancia fue natural con las modalidades: amamantamiento continuo (Ac) por 18 horas y lactancia controlada (Lc) por una hora.

Todas las crías se separaron de sus madres durante el pastoreo, a partir del cuarto día de edad, permaneciendo en sus corrales. Al primer grupo de 76 crías se les permitió amamantarse *ab libitum* durante las 18 horas que permanecieron con sus madres; mientras que al otro grupo de 77 crías, el control de la lactancia se implementó a los 10 días de edad permitiendo a las ovejas amamantar durante 30 min dos veces día⁻¹, antes de salir y al regresar del pastoreo. Además, tuvieron acceso a un concentrado en pellet (20% PC, MNA[®] con coccidiostato) *ab libitum*, a través del sistema de alimentación “Creep feeding” a partir del tercer día de edad; y

a partir de los 15 días de edad se les proporcionó una dieta integral (20 % PC, 2.7 Mcal EM) hasta una semana postdestete (68 días de edad). Los cambios de dieta se hicieron con una semana de adaptación y tuvieron acceso a agua potable y fresca en todo momento.

Dieta integral para cordero lactante (20% PC, 2.7 EM Mcal kg⁻¹ MS)

Ingrediente	% inclusión
Maíz molido	14
Sorgo quebrado	30
Pasta de soya (44)	22
Gluten de maíz (60)	4
Heno de alfalfa*	23
Melaza	5
Premezcla Mineral (engorda con coccidiostato)	1
Carbonato de Ca	1

*molida con criba de 1/3"

4.2.4. Manejo de las ovejas

Todas las ovejas fueron aisladas de los sementales 15 días antes del parto, alojadas en corrales provistos con 40% de sombra y suficientes comederos para que todas comieran al mismo tiempo. El agua se proporcionó mediante bebederos automáticos. Se vacunaron (Bobact-8[®], 2.5 cc IM, Intervet/Schering-Plough) y se les aplicó Selenio/Vitamina E (MUSE[®], 1 cc 50 kg⁻¹ PV, IM, Schering-Plough). A los 30 días postparto (5 días antes de la sincronización) se despezuñaron, desparasitaron (closantel, 10 mg kg⁻¹ PV *per os*) y vitamizaron (Polivit[®] B12+ADE, 3cc IM).

El secado de las ovejas se realizó de la siguiente manera: a partir del día 55 postparto se alimentaron dos veces día⁻¹ (1.4 kg oveja⁻¹ día⁻¹) de dieta integral más pastoreo, 2 días antes del último periodo de amamantamiento, sólo se les ofreció forraje (heno de pasto) y se les suspendió el agua por un día. Posteriormente se les alimentó con dieta integral 2 veces día⁻¹ (1.4 kg oveja⁻¹ día⁻¹) más pastoreo, 30 días después de la inseminación artificial la alimentación disminuyó a 1 kg de dieta integral oveja⁻¹ día⁻¹ proporcionada al momento de regresar del pastoreo y hasta los 15 días preparto, donde se inició con otro ciclo de manejo

para las ovejas y sus crías, resultantes del experimento realizado. Los pesos de las ovejas se registraron cada 10 días después del parto hasta el destete.

4.2.5. Manejo de los corderos

Al nacer a los corderos se les desinfectó el ombligo sumergiéndolo en una solución de yodo metálico al 5% en alcohol; al segundo día se les aplicó MUSE[®] (0.1 cc, IM), a los 45 días se vacunaron (Bobact 8[®], 2.5 cc IM), desparasitaron con albendazole (Valbazen 2.5%[®], 3.8 mg kg⁻¹ PV *per os*, Pfizer) y vitaminaron (Polivit[®] B12+ADE, 1 cc, IM). Los corderos en lactancia controlada se alojaron en corrales, cuyas divisiones fueron cubiertas con láminas para evitar el contacto visual con sus madres mientras estuvieran separados, la distancia entre los corrales fue máxima de 10 m para facilitar el manejo. Para el destete temporal las ovejas fueron llevadas a otra sección del modulo, a 30 m de distancia, por 48 h antes de retirar el CIDR, para después volver a su grupo original de amamantamiento continuo o lactancia controlada. El destete definitivo se realizó a los 61 días de edad y en forma gradual de la siguiente forma: en el grupo de amamantamiento continuo, a los 50 días de edad las crías se amamantaron 30 min dos veces día⁻¹ y a partir del día 55 solo 30 min una vez día⁻¹. En el grupo bajo lactancia controlada, de los 55 a los 60 días de edad se disminuyó la frecuencia del amamantamiento a 30 min una vez día⁻¹. Los pesos se realizaron cada 10 días después del nacimiento hasta el destete.

4.2.6. Manejo de los carneros

Los sementales utilizados para la inseminación artificial, bioestimulación y detección de estros, un mes antes fueron vacunados, desparasitados, vitaminados y despezuñados al igual que las ovejas. Se alimentaron con la misma dieta de las ovejas a razón de 3 kg día⁻¹ distribuida en dos ocasiones, a las 8:00 y 15:00 horas. Los carneros fueron separados de las ovejas del experimento 15 días antes de los partos, permaneciendo cerca y en contacto con ovejas en estro, para que estuvieran sexualmente activos al momento de ser utilizados.

4.3. Protocolo de sincronización del estro.

Para la sincronización de estros se utilizó en todas las ovejas un dispositivo intravaginal con P₄ natural de liberación controlada (CIDR, Pfizer[®], 300 mg P₄) por 10 días (35 a 45 días postparto), revisando en las ovejas dos veces día⁻¹ la permanencia del CIDR y se les aplicó 1.5 cc oveja⁻¹ vía de administración intramuscular de Lutalyse[®] (7.5 mg de dinoprost, Pharmacia & Upjohn, Michigan, E.U.A.) 48 horas antes del retiro del CIDR, con la finalidad de lisar probables cuerpos lúteos presentes en las ovejas. Al momento de retirar los CIDRs se comenzó a detectar estros cada dos horas durante tres días. Para detectar el estro se introdujo al corral de las ovejas un carnero celador con mandil, el cual se cambiaba por otro a la siguiente detección. Se consideró que la oveja entró en estro cuando se quedaba inmóvil para ser montada por el carnero. No se monitoreo retorno al estro.

4.4. Inseminación artificial

Los grupos para la inseminación artificial se formaron con ovejas que tenían entre 12 y 15 horas de haber iniciado el estro, no se les ofreció agua ni alimento por 12 horas y se les rasuró un área aproximada de 10 x 20 cm en la region anterior a la ubre. Previo a la inseminación artificial fue desinfectada el área rasurada con tintura de yodo al 7%, se les aplicó dos cc de anestesia local (40 mg lidocaína con epinefina, subcutánea, servacaína[®], Intervet México) en cada sitio de punción del trocar del laparoscopio y de la cánula que se utilizó para introducir aire en el abdomen. Las ovejas fueron tratadas con antibiótico de larga duración (Emicina[®]/LA, oxitetraciclina Hcl 200 mg/mL, 1cc 10 kg⁻¹ PV, intramuscular, Pfizer Brasil) y un analgésico (Vetalgina[®] 2.5 g dipirona, intramuscular, Intervet México). Las partes del laparoscopio que se introdujeron a la cavidad abdominal, fueron previamente esterilizadas y desinfectadas durante su uso entre ovejas, con cloruro de benzalconio al 5%. Las ovejas fueron colocadas de cúbito dorsal con la cabeza hacia el suelo sobre camillas inclinadas a 75°. La inseminación artificial se realizó inyectando 0.25 mL de semen diluido (230x10⁶ células/mL) en cada cuerno uterino, y al terminar se les aplicó en los puntos de incisión sobre piel un cicatrizante y desinfectante (violeta de genciana con fenol).

4.5. Diagnóstico de gestación.

El Diagnóstico de gestación se realizó a los 50 días postparto, mediante un ecógrafo portátil (UMS-900[®], Universal Medical System Inc., NY) con transductor rectal de 3.5-7.0 Mhz. Los resultados se compararon con la concentración de progesterona en plasma a los 17-18 días después de iniciado el estro y se confirmaron al parto.

4.6. Muestreos para determinar progesterona en plasma.

La obtención de las muestras de sangre (Mx) fue por punción de la vena yugular utilizando tubos con anticoagulante (BD vacutainer[®] con 10.8 mg de EDTA, New Jersey, USA) de 6 mL. Las muestras de sangre se centrifugaron a 693 g durante 20 min (2500 rpm en centrífuga Solbat[®] C-600) para extraer el plasma y conservarlo a -20°C hasta el día del análisis. Las 480 muestras de plasma fueron analizadas en el laboratorio de endocrinología del departamento de reproducción animal de la FMVZ-UNAM. Para determinar la concentración de P₄ se usaron kits para radioinmunoanálisis en fase sólida (Coat-a-Count[®], Siemens, CA, USA) con una sensibilidad del análisis de 0.02 ng/mL y el coeficiente de variación intraensayo del 9%.

Se realizaron en total 5 muestreos (Mx) a todas las ovejas con diferentes objetivos: los muestreos 1 y 2 se realizaron a los 30 y 35 días postparto, respectivamente, para determinar el porcentaje de ovejas con cuerpo lúteo (CL) funcional antes de/mL sincronizarlas, mediante la detección de las concentraciones en plasma de P₄>1ng/mL en alguno de los dos muestreos; y establecer si el tiempo de amamantamiento influyó en el porcentaje de ovejas que ovularon antes de los 35 días postparto. Los muestreos 3 y 4 se realizaron a los 5 y 10 días después del retiro del CIDR, para verificar si el estro fue seguido por la ovulación y si hubo formación de cuerpos lúteos de vida media normal o de vida media corta. El muestreo 5 se realizó a los 17-18 días después de iniciado el estro, como un método de diagnóstico temprano de gestación, considerando gestantes a las ovejas con cantidades en plasma de P₄>3ng/mL.

4.7. Tratamientos

Para determinar el efecto del control de la lactancia sobre la respuesta reproductiva postparto de las ovejas de pelo y el desarrollo de sus crías; primero, las ovejas conforme fueron

pariendo se dividieron en dos grupos (n=48) hasta el destete definitivo, el grupo con amamantamiento continuo (Ac, oveja-cría son separadas 6 h día⁻¹ durante el pastoreo) y el grupo con lactancia controlada (Lc, 30 min de amamantamiento dos veces día⁻¹). Segundo, para evaluar la respuesta reproductiva de las ovejas de pelo a un protocolo de sincronización a 35 días postparto, se dividió cada grupo en 4 subgrupos (n=12) dos días antes de retirar el CIDR, para meter los efectos del carnero (Ca, dos carneros para 12 ovejas por 30 min a las 48, 36, 24, 12 y 0 h antes de retirar el CIDR) y el destete temporal (Dt, por 48 horas antes de retirar el CIDR; Figura 1).

4.8. Variables evaluadas

De la respuesta al control de la lactancia se evaluó:

- ~ **Tasa de ovulación antes de 35 días postparto**, determinada como el porcentaje de ovejas que ovularon y detectadas por la cantidad P₄ en plasma mayor a 1 ng en alguno de los dos muestreos realizados a los 30 y 35 días postparto.
- ~ **Peso corporal de las ovejas**, calculado con datos de peso obtenidos cada 10 días empezando el primer día después del parto hasta el destete definitivo a los 61 días postparto.
- ~ **Mortalidad de los corderos (M)**, porcentaje de corderos que murieron hasta el destete definitivo a 61 días de edad.
- ~ **Peso corporal de los corderos y ganancia diaria de peso (GDP)**, obtenido con datos de peso cada 10 días empezando desde primer día hasta el destete definitivo a los 61 días postparto.

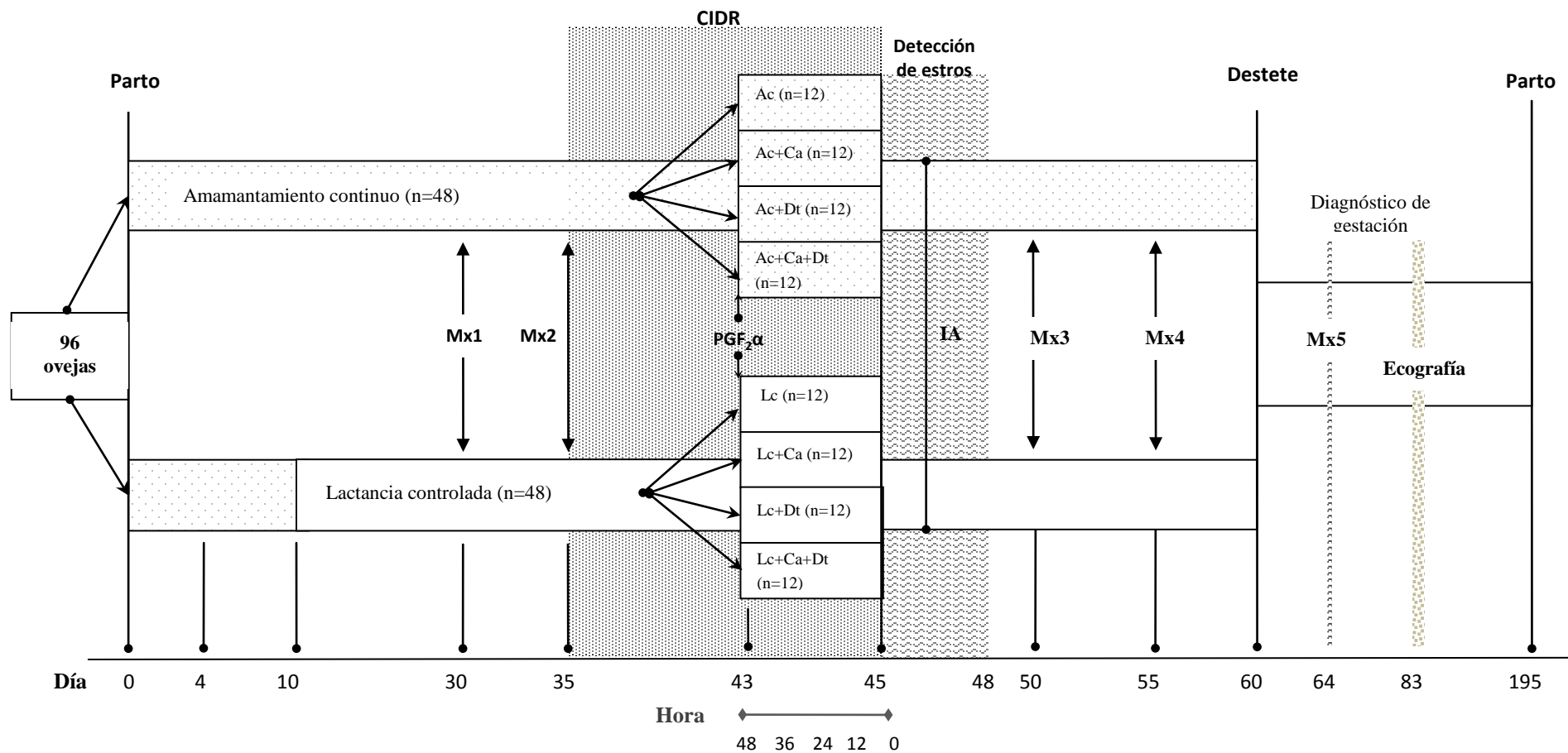


Figura 1. Esquema experimental utilizado en el estudio

Lactancia controlada (dos veces d^{-1}), Mx (muestras para obtener plasma y analizar P_4 por RIA), PGF₂α (7.5 mg de dinoprost), CIDR (Pfizer[®], 300 mg P₄), Ca (carnero Lc: 30 min por 30 min a las 48, 36, 24, 12 y 0 horas), Dt (destete temporal por 48 horas), IA (inseminación artificial 12-15 horas después de iniciado el estro)

De la respuesta a la sincronización de estros se evaluó:

- ~ **Manifestación del estro (ME)**, porcentaje de ovejas que manifestaron comportamiento estral.
- ~ **Tiempo a inicio del estro (EE)**, medido en horas desde el retiro del CIDR y el inicio del estro.
- ~ **Tasa ovulatoria después del retiro del CIDR**, porcentaje de ovejas que ovularon como resultado de la sincronización.
- ~ **Tasa de gestación (TG)**, porcentaje de ovejas que concibieron y parieron como consecuencia de la inseminación artificial.
- ~ **Prolificidad (Pf)**, número de corderos nacidos entre número de ovejas paridas por tratamiento.
- ~ **Prolificidad entre partos**. Es la comparación de la prolificidad de las ovejas paridas como resultado de la sincronización a 35 días postparto con la prolificidad que tenían en su parto anterior.

4.9. Análisis estadístico

Para evaluar la respuesta de las ovejas de pelo al tiempo de amamantamiento se utilizó un diseño completamente al azar con 48 ovejas en cada grupo. Las cantidades de progesterona en plasma asignada a dos categorías (sí y no) se analizaron con regresión logística (Proc Logistic). Se hizo un análisis multivariado de medidas repetidas, para el peso de las ovejas con Proc GLM repeated, Proc Means y la comparación de medias de tratamientos con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

Para evaluar la respuesta de los corderos al tiempo de amamantamiento se utilizó un diseño completamente al azar con 76 corderos en amamantamiento continuo y 77 en lactancia controlada. Se hizo un análisis multivariado para analizar los pesos de los corderos con Proc GLM repeated, Proc Means y la comparación de medias con la prueba de Tukey.

Para evaluar la respuesta reproductiva de las ovejas al protocolo de sincronización se utilizó un diseño completamente al azar de efectos fijos con arreglo factorial (2^3), 3 factores y dos niveles para cada factor: control de la lactancia (Ac y Lc), destete temporal (con y sin) y efecto del carnero (antes y después del CIDR) con 12 unidades experimentales (ovejas) para cada uno de los 8 tratamientos (subgrupos).

El tiempo de inicio del estro fue analizado con la prueba de homogeneidad de las varianzas de Bartlett, además se realizó el análisis de homogeneidad de las curvas de supervivencia con Proc Lifetest y se establecieron diferencias entre tratamientos con la prueba de Long Rank. El análisis de datos para determinar diferencias en la tasa de gestación se realizó con Proc Genmod utilizando modelos de regresión Poisson. La prolificidad de los 8 tratamientos fue analizada con la prueba de independencia de chi cuadrada (Proc Genmod) y la prolificidad entre partos se analizó con la prueba de T-pareada (Proc Ttest).

Para los análisis se utilizaron los programas estadísticos: [SAS](#)® (Versión 9.1, 2003, USA) y Minitab® (Versión 15, 2007, USA). Las diferencias fueron establecidas usando un nivel de confianza menor al 5% ($P < 0.05$, [Steel y Torrie, 1985](#)).

4.9.1. Modelos estadísticos

Para evaluar el control o no del tiempo de amamantamiento; el modelo estadístico utilizado para el porcentaje de ovulación antes de los 35 días postparto fue:

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

Donde:

- Y_{ij} = variable respuesta.
- M = constante que caracteriza a la población.
- T_i = efecto del tratamiento i-ésimo ($i = 2$).
- E_{ijk} = error aleatorio $E_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$

Para evaluar pesos de las ovejas y sus corderos durante la lactancia:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + P_k + T^*P_{ik} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

- Y_{ijkl} = una observación de las características observadas
 μ = media poblacional
 T_i = efecto fijo del i-ésimo tratamiento (i= 1,2)
 P_k = efecto fijo de K-ésimo periodo (k= 1, 2, 3, 4, 5, 6)
 $T*P_{ik}$ = efecto fijo de la interacción periodo por tratamiento
 ε_{ijkl} = error aleatorio asociado a cada observación, donde $\varepsilon_{ijkl} \sim N(0, \sigma^2)$

Para evaluar la respuesta reproductiva de las ovejas al protocolo de sincronización a 35 días postparto:

$$Y_{ijkl} = \mu + L_i + C_j + D_k + (LC)_{ij} + (LD)_{ik} + (CD)_{jk} + (LCD)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

- Y_{ijkl} = variable respuesta de la l-ésima repetición, del i-ésimo efecto de Lactancia, del j-ésimo efecto del Carnero y del k-ésimo efecto del Destete temporal.
 μ = media general
 L_i = efecto del i-ésimo de Lactancia, i=0,1 (0=continua, 1=controlada)
 C_j = efecto del j-ésimo de Carnero, i=0,1 (0=después, 1=antes)
 D_k = efecto del k-ésimo de Destete temporal, i=0,1 (0=sin, 1=con)
 $(LC)_{ij}$ = interacción entre el i-ésimo efecto de Lactancia y el j-ésimo efecto del Carnero.
 $(LD)_{ik}$ = interacción entre el i-ésimo efecto de Lactancia y el k-ésimo efecto del Destete.
 $(CD)_{jk}$ = interacción entre el j-ésimo efecto del Carnero y el k-ésimo efecto del Destete.
 $(LCD)_{ijk}$ = efecto de la triple interacción entre el i-ésimo efecto de Lactancia, el j-ésimo efecto del Carnero y el k-ésimo efecto del Destete.
 ε_{ijkl} = error aleatorio asociado a cada observación, donde $\varepsilon_{ijkl} \sim N(0, \sigma^2)$.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Efecto de la lactancia

5.1.1. Porcentaje de ovejas que ovularon antes de los 35 días postparto

El porcentaje de ovejas que ovularon antes de los 35 días postparto fue mayor ($p < 0.05$) para el grupo de lactancia controlada (89.6%) con respecto al grupo de amamantamiento continuo (52.1%), mismas que tuvieron una concentración de progesterona mayor a 1 ng mL^{-1} en el día 30 ó 35 postparto, indicando que el cuerpo lúteo ha adquirido plena funcionalidad (Hernández y Zarco, 1998); en el presente estudio, el manejo y la época del año pudieron influir en dichos resultados (Cerna *et al.*, 2004; Salloum y Claus, 2005; De la Isla *et al.*, 2010; Sánchez *et al.*, 2011). Las cantidades de progesterona plasmática demostraron que algunas de las ovejas no habían ovulado antes de la sincronización, por lo cual se indujo su ovulación después del retiro del CIDR.

Se observó que la ovulación de las ovejas en lactancia controlada se concentró antes del día 35 postparto, debido a que en el primer muestreo realizado a los 30 días postparto, sólo 4 ovejas tuvieron concentraciones de progesterona indicativas de actividad lútea, en cambio, a los 35 días postparto se detectaron 43 ovejas con cantidades de progesterona en plasma mayor a 1 ng/mL (Figura 2); evento que pudo ser favorecido, por disminuir al mismo tiempo la intensidad del amamantamiento a los 10 días postparto y por que las ovejas parieron concentradas en dos días. La alimentación de las ovejas en este estudio pudo contribuir, si se considera que el 100% de las ovejas pueden ser cubiertas en un periodo de 44 días postparto al suministrarles una dieta con 3.4 Mcal EM (Torreño *et al.*, 2008); por eso la alimentación durante la lactancia es importante, sobre todo, si las ovejas van a concebir durante este periodo (Robinson *et al.*, 2002).

Existe poca evidencia de ovejas ovulando antes de los 35 días postparto, González *et al.* (1987) en un estudio en México encontraron que el 75% de las ovejas Pelibuey habían ovulado antes de los 30 días postparto cuando había buena disponibilidad de forraje, Morales-Terán *et al.* (2004) reportaron poco menos del 25% cuando controlaban la lactancia a 30 min

dos veces por día y 5% para amamantamiento continuo por 24 horas, atribuyéndole la diferencia a la intensidad con que las crías se alimentan de sus madres. En un estudio posterior, [Morales-Terán et al. \(2011\)](#) indicaron un porcentaje inferior al 10% (de acuerdo a la curva de sobrevivencia), donde la baja respuesta ovulatoria de las ovejas paridas a principios de primavera, quizá estuvo influida por el fotoperiodo ([De la Isla et al., 2010](#)), como lo indican investigaciones hechas durante el postparto en la misma época del año ([Cerna et al., 2004](#); [Salloum y Claus, 2005](#); [Sánchez et al., 2011](#)). [Pérez-Hernández et al. \(2009\)](#) reportaron que aproximadamente el 50 % de las ovejas ovularon antes de los 35 días postparto cuando el destete se realizó a los 7 días postparto, y el 10% cuando el amamantamiento se permitió 30 min día⁻¹ o por 24 horas, y donde el inconveniente en el destete precoz, es un claro aumento en la mortalidad de los corderos.

Cuadro 1. Porcentaje de ovulación en ovejas de pelo antes de la sincronización a 35 días postparto

Tratamiento	n	Ovejas que ovularon	Porcentaje de ovulación
Amamantamiento continuo (18 h)	48	25	52.1 ^a
Lactancia controlada (1 h)	48	43	89.6 ^b

^{a,b} Medias con distinta literal en misma columna son diferentes (P<0.05)

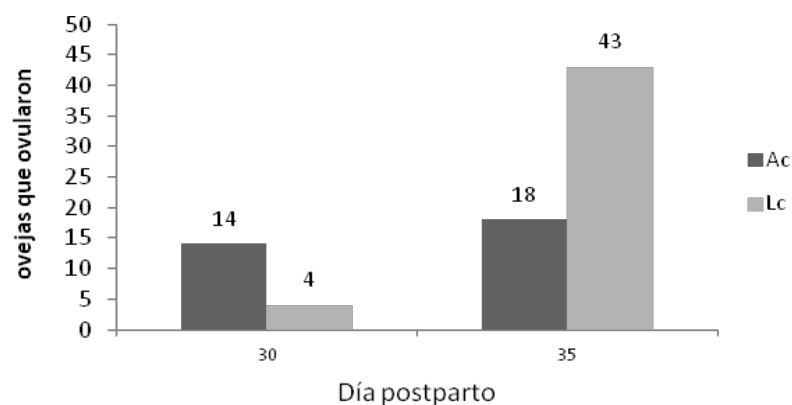


Figura 2. Frecuencia relativa de ovejas de pelo ovulando antes de los 35 días postparto en Amamantamiento continuo (Ac) y lactancia controlada (Lc) sin presencia del carnero

Herrera-Corredor (2008) menciona que el amamantamiento es un factor inhibitorio más fuerte que la nutrición deficiente durante el postparto, y que el hecho de amamantar 30 min por la mañana y por la tarde, permite que un folículo alcance su diámetro preovulatorio antes, comparado con el amamantamiento por 24 horas al día, lo que sugiere que se puede favorecer la tasa de ovulación, porque habrá más folículos disponibles.

5.1.2. Cambios en el peso corporal de las ovejas

La modalidad de amamantamiento no influyó ($p>0.05$) en que se dieran cambios de peso corporal en las ovejas (Cuadro 2); hubo una disminución de peso de los 51 a 61 días postparto en todas las ovejas, debido al método de alimentación implementado para su secado antes del destete (Figura 3). Morales-Terán *et al.* (2004), Herrera-Corredor (2008) y Pérez-Hernández *et al.* (2009) indicaron que las ovejas en amamantamiento continuo por 24 horas perdieron más peso, debido a una mayor producción de leche, lo que pudo prolongar la duración del anestro postparto, y que existe una posible interacción entre el amamantamiento y la nutrición; en este estudio se cubrieron los requerimientos de todos los animales, tomando en cuenta que los ovinos de pelo tienen mayor necesidad de nutrientes con respecto a los de lana (Solís *et al.*, 1991), y que cuando se suplementa a las ovejas se puede adelantar el estro postparto a 33.0 ± 3.1 días (Godfrey y Dodson, 2003).

La pérdida de peso durante la lactancia, limita el restablecimiento de la ciclicidad en las ovejas y una mala condición corporal incrementa el intervalo parto primer estro (Robinson *et al.*, 2002; Godfrey y Dodson, 2003; Córdova-Izquierdo *et al.*, 2008). La alimentación de las ovejas en este estudio influyó para que no perdieran peso, incluso tal vez contribuyó a que más ovejas ovularan antes de los 35 días postparto, en referencia a lo que reportó Torreño *et al.* (2008), quienes demostraron que el 100% de las ovejas fueron cubiertas en un periodo de 44 días después del parto cuando se les suministraba en la dieta 3.4 Mcal EM, demostrando que existe la posibilidad de que las ovejas queden gestantes con solo alimentarlas mejor, por lo tanto, y al sincronizarlas asegura que los partos se concentren y facilita su manejo.

Cuadro 2. Cambios de peso en ovejas de pelo manejadas en Amamantamiento continuo (Ac) o Lactancia controlada (Lc) durante los primeros 61 días postparto

Tratamiento*	n	días postparto (kg)							
		1	11	21	31	41	51	61	±EE
Ac	48	53.8 ^d	57.1 ^a	55.7 ^{bc}	55.4 ^c	55.4 ^c	56.6 ^{ab}	53.9 ^d	±0.2
Lc	48	54.3 ^a	54.4 ^a	53.2 ^b	54.5 ^a	53.6 ^{ab}	54.2 ^{ab}	51.6 ^c	±0.2

^{a,b,c,d}

Medias con distinta literal en misma fila son diferentes ($p < 0.05$), comparación entre periodos para cada modalidad de amamantamiento.

* No hubo diferencias entre modalidades de amamantamiento por periodo (misma columna, $p > 0.05$), por lo que las letras (A, B) no aparecen
EE= error estándar

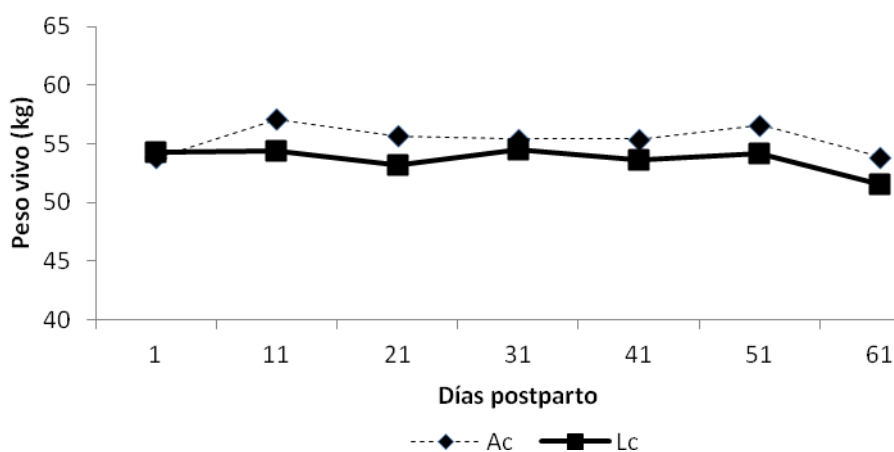


Figura 3. Peso corporal en ovejas de pelo durante la lactancia manejadas en amamantamiento continuo (Ac) y lactancia controlada (Lc) durante los primeros 61 días postparto

5.1.3. Comportamiento de los corderos durante la lactancia

Los corderos en lactancia controlada ganaron menos peso ($p < 0.05$) a partir de los 41 días postparto (Cuadro 3), quizá porque las ovejas bajaron su producción de leche debido a una menor intensidad de amamantamiento, y por lo tanto, hubo mayor necesidad de nutrimentos

en el alimento concentrado para cubrir los requerimientos de los corderos en desarrollo bajo lactancia controlada, por lo cual se sugiere que después de los 30 días de edad, mejorar la calidad del concentrado ofrecido a los corderos. Los pesos al destete, en los corderos bajo lactancia controlada, son aceptables e incluso superiores a los reportados por otros autores que trabajaron con corderos producto del cruzamiento de diferentes razas de pelo, similares a los de este experimento (Godfrey y Dodson, 2003; Macedo y Arredondo, 2008; Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2009) y se coincide con los resultados de Herrera-Corredor (2008) que encontró mejores pesos de los corderos en amamantamiento continuo.

Suplementar a las ovejas antes del parto y durante la lactancia mejora los pesos al nacimiento y al destete de los corderos y su sobrevivencia (Becker *et al.*, 1999; Godfrey y Dodson, 2003), lo que coincide con Yilmaz *et al.* (2006) quienes mencionaron que la sobrevivencia es un indicador de valor económico muy importante en la ganadería; en este estudio no hubo mortalidad en los corderos. Las diferencias con otros estudios que reportan mortalidad en los corderos al limitar el tiempo de amamantamiento (Morales-Terán *et al.*, 2004; Pérez-Hernández *et al.*, 2009), pudo deberse además del manejo nutricional, a la atención oportuna de enfermedades. Otros estudios bajo el mismo enfoque no reportan cual fue la mortalidad en las crías o lo que paso en su desarrollo (Hamadeh *et al.*, 2001; Camacho-Ronquillo *et al.*, 2008).

Cuadro 3. Peso corporal (kg) de los corderos de pelo durante los primeros 61 días de edad manejados en Amamantamiento continuo (Ac) y Lactancia controlada (Lc)

Tratamiento	n	días de edad (media ± EE)								GDP
		1	11	21	41	51	61	±EE		
Ac	76	3.6 ^a	5.8 ^b	7.7 ^c	9.7 ^d	12.1 ^e _A	14.5 ^f _A	16.9 ^g _A	±0.1	0.221±0.03 _A
Lc	77	3.4 ^a	5.8 ^b	7.4 ^c	9.2 ^d	11.0 ^e _B	13.7 ^f _B	15.9 ^g _B	±0.1	0.209±0.04 _B

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

^{A,B} Medias con distinta literal en misma columna son diferentes (P<0.05).

GDP= ganancia diaria de peso, *peso al destete, EE= error estándar.

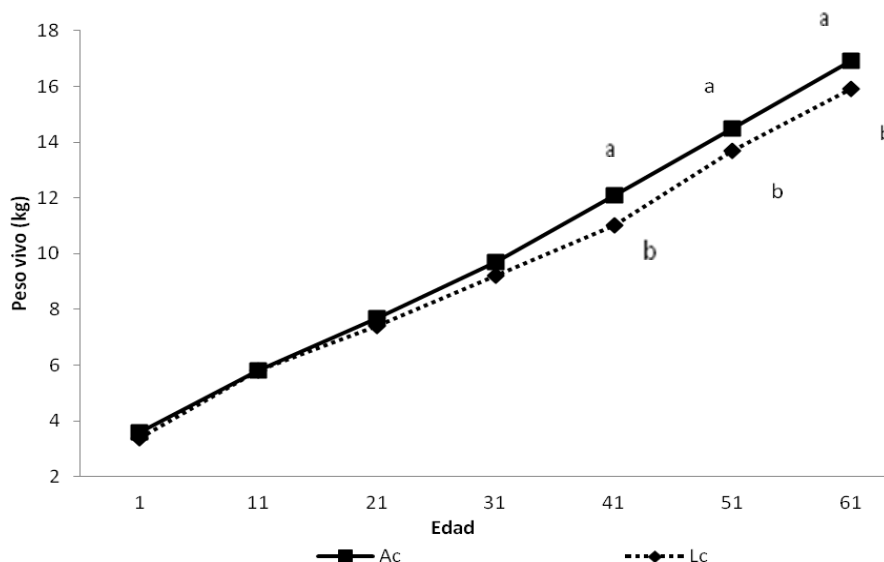


Figura 4. Peso corporal de los corderos en Amamantamiento continuo (Ac) y Lactancia controlada (Lc) durante los primeros 61 días de edad

5.2. Del protocolo de sincronización

Los resultados obtenidos en el presente estudio (Cuadro 6) muestran que es posible iniciar un protocolo de sincronización en las ovejas lactando a 35 días postparto usando progesterona y prostaglandinas, y lograr un buen desempeño reproductivo tras la inseminación artificial, lo que se discutirá en los siguientes apartados.

5.2.1. Manifestación de estros y ovulación después del estro

El 100% de las ovejas manifestaron comportamiento estral dentro de las 72 horas siguientes al retiro del CIDR, lo que coincide con lo reportado por [Martínez-Tinajero et al. \(2008\)](#) que de igual forma detectaron estros cada 2 horas; en otro estudio similar el carnero se introdujo de manera permanente al corral (carnero:ovejas = 1:6) con un arnés marcador y el 100% exhibieron estro en un periodo de 36 horas ([Godfrey et al., 1999](#)), sugiriendo que la duración mínima del estro en algunas ovejas puede ser de 2 horas y remarca la importancia que tiene la estimulación del macho a la hora de detectar estros. La diferencia con otros estudios en el porcentaje de manifestación de estros después del retiro del progestágeno, pudo deberse a la metodología empleada para su detección.

Es posible usar el efecto estimulador de un macho sexualmente activo para inducir el estro en hembras lactantes (Arteaga *et al.*, 2007). A finales de invierno y principios de primavera se sugiere un macho por cada 8 a 12 ovejas lactando, aislados de ellas y reunidos nuevamente después de remover el CIDR (Wheaton *et al.*, 1993). Existe controversia en si se aíslan o no ambos sexos, se ha sugerido que la presencia continua de los carneros a partir del parto provoca que el 100% de las ovejas ovulen antes de los 44 días postparto, acorta el intervalo parto primera ovulación a 20 días y reduce la profundidad del anestro postparto (Lassoued *et al.*, 2004), sin embargo, en el presente estudio todas las ovejas se aislaron del macho por un periodo de 60 días, como lo recomiendan Wheaton *et al.* (1993) y Álvarez y Zarco (2001); y posiblemente por eso, todas las ovejas respondieron a los pocos minutos de introducido el carnero al corral, aumentando la pulsabilidad de LH, evento necesario para que ocurra la ovulación (Hawken *et al.*, 2008), y por lo tanto, no hubo diferencias en cuanto si el carnero se metió antes o después del retiro del CIDR. Los resultados de los muestreos realizados a los 5 y 10 días después del retiro del CIDR, para determinar las concentraciones de progesterona en plasma, confirmaron que todas las ovejas ovularon y que solo hubo la formación de un cuerpo lúteo de vida media corta (Figura 7).

5.2.2. Hora de inicio del estro

Los estros de las ovejas en lactancia controlada se agruparon mas ($p < 0.05$) que las de amamantamiento continuo, lo cual es útil para la inseminación artificial; el grupo con menor varianza en el inicio del estro fue el de las ovejas con solo lactancia controlada (Figura 5) coincidiendo con la sincronía de estas mismas ovejas con $P_4 > 1\text{ng}$ en plasma el día 35 postparto (Figura 2). Las diferencias ($p < 0.05$) estuvieron entre las ovejas Lc y las ovejas AcCaDt, lo cual puede ser explicado si consideramos que las ovejas en amamantamiento continuo no estaban todas ciclando y que el estímulo del macho indujo la ovulación y el destete temporal dispersó el inicio de entrada al estro, debido al estrés que les causó el destete temporal, como lo indican en una revisión sobre bioestimulación Álvarez y Zarco (2001); sin embargo, en este estudio las cantidades de cortisol no fueron medidas.

Prueba de igualdad de varianzas para el inicio del estro

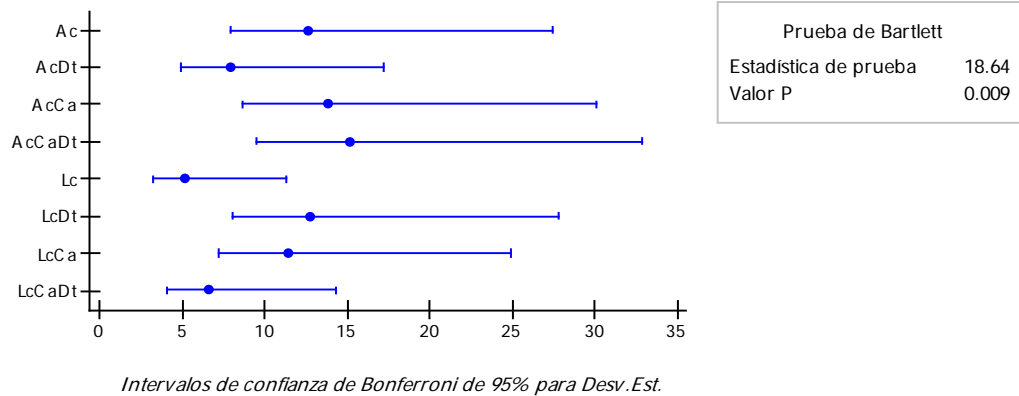


Figura 5. Prueba de igualdad de varianzas para la hora de inicio del estro en las ovejas de pelo después del retiro del CIDR

En la hora de inicio del estro se encontraron diferencias entre tratamientos ($p=0.001$). Las curvas de supervivencia con los estimadores de Kaplan-Meier para los tiempos de inicio del estro de las ovejas por tratamiento, dentro de las 72 horas después del retiro del CIDR se muestran en la Figura 6, por ejemplo, el 100% de las ovejas con LcCaDt entraron en estro antes de 35 horas y el 100% de las ovejas con AcCa entraron en estro hasta las 72 horas.

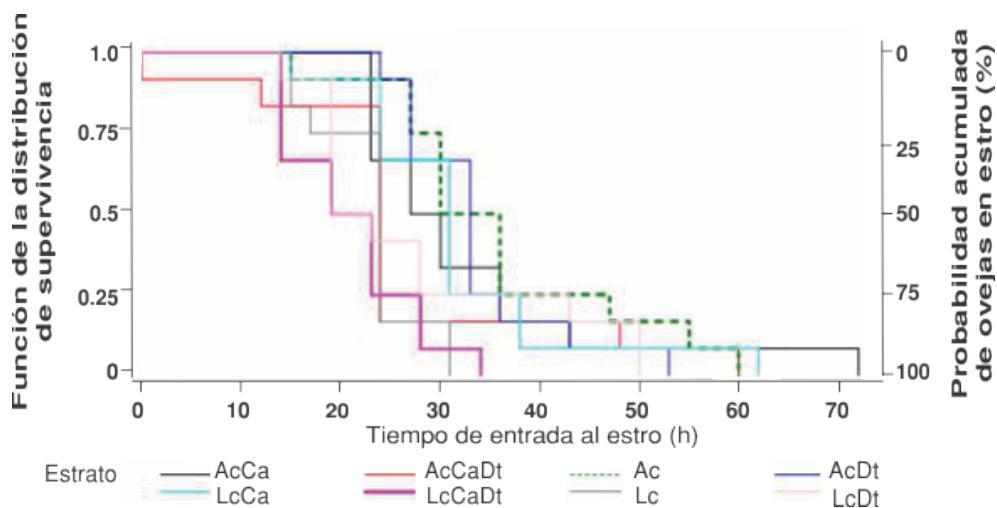


Figura 6. Curvas de supervivencia para la hora de inicio del estro de las ovejas de pelo después del retiro del CIDR

(Se registran los estimadores de supervivencia de Kaplan-Meier en la función de la distribución de supervivencia, completada con el porcentaje de ovejas entrando al estro)

Los estimadores de supervivencia de Kaplan-Meier para los tiempos de inicio del estro se muestran en el Cuadro 4, por ejemplo, el 75% de las ovejas en lactancia controlada entraría en estro a las 24 horas y el 75% de las ovejas en amamantamiento continuo entraría hasta las 41.5 horas.

Cuadro 4 . Estimadores de supervivencia de Kaplan-Meier para la hora de inicio del estro de las ovejas de pelo después del retiro del CIDR

Tratamiento	n	Estimador del punto				Tiempo de inicio del estro*
		25%	50%	75%	100%	
Ac (Amamantamiento continuo)	12	28.5	33	41.5	60	35.8±3.7 ^a
AcCa (Amamantamiento continuo +Carnero)	12	23	28.5	36	72	32.8±4.0 ^{ab}
AcDt (Amamantamiento continuo +Destete temporal)	12	27	33	34.5	53	33.5±2.3 ^{ab}
AcCaDt (Amamantamiento continuo +Carnero +Destete temporal)	12	24	24	24	60	26.0±4.4 ^{ab}
Lc (Lactancia controlada)	12	20.5	24	24	31	23.1±1.5 ^{ab}
LcCa (Lactancia controlada +Carnero)	12	24	31	34.5	62	31.7±3.3 ^{ab}
LcDt (Lactancia controlada +Destete temporal)	12	19	21	35.5	50	27.6±3.7 ^{ab}
LcCaDt (Lactancia controlada +Carnero +Destete temporal)	12	14	21	25.5	34	21.1±1.9 ^b

^{a,b} Medias con distinta literal en misma columna son diferentes (P<0.05),

*Media ± EE

5.2.3. Análisis de progesterona después del retiro del CIDR

Las cantidades de progesterona en plasma determinadas en los días cinco y diez después del retiro del CIDR, confirmaron que el 100% de las ovejas sincronizadas ovularon, y que solo una de las ovejas en amamantamiento continuo, presentó un cuerpo lúteo de vida media corta (Figura 7), debido a que tuvo una concentración de $P_4 < 1$ ng en el día 5 y $P_4 < 0.5$ ng en el día 10 después del retiro del CIDR, esta oveja manifestó estro, fue inseminada, pero no quedó gestante. El tratamiento con progesterona permite que un número importante de ovejas manifiesten estro durante los primeros días después de la introducción de los carneros, y previene la formación de fases lúteas cortas en ovejas anéstricas (Ungerfeld, 2003), el CIDR como fuente de progesterona se utilizó debido a que llega a ser superior o igual a la esponja en efectividad (Wheaton *et al.*, 1993).

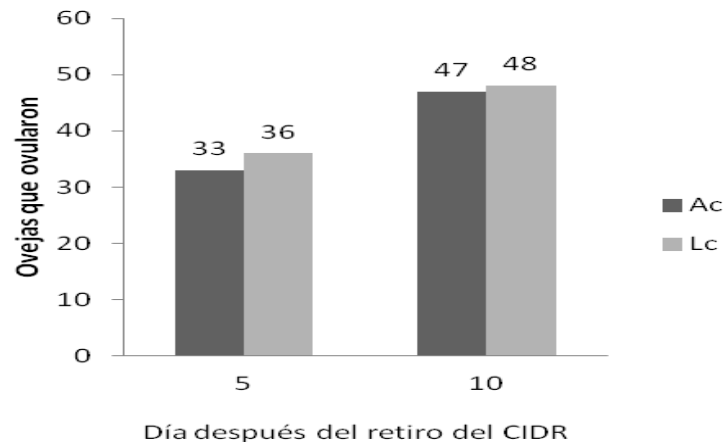


Figura 7. Frecuencia relativa de ovejas de pelo manejadas en Amamantamiento continuo (Ac) y lactancia controlada (Lc) que ovularon después del retiro del CIDR

El muestreo cinco realizado a los 18 días después del inicio del estro, confirmó la información obtenida por ecografía y al parto, en cuanto al porcentaje de ovejas gestantes (Cuadro 5) con una exactitud superior al 92%, tal como lo indican [Delpino y González-Stagnaro \(1993\)](#).

Cuadro 5 . Tasa de gestación de las ovejas de pelo determinada con diferentes métodos de diagnóstico después de ser inseminadas y al parto

Tratamiento	n	P ₄ >1ng† (%)	P ₄ >3ng† (%)	Ecografía (%)	Al parto (%) ±EE
Ac (Amamantamiento continuo)	12	100.0	100.0	100.0	100.0±0.0 ^a
AcCa (Amamantamiento continuo +Carnero)	12	91.7	91.7	91.7	91.7±0.1 ^a
AcDt (Amamantamiento continuo +Destete temporal)	12	75.0	75.0	75.0	75.0±0.1 ^a
AcCaDt (Amamantamiento continuo +Carnero +Destete temporal)	12	83.3	83.3	75.0	75.0±0.1 ^a
Lc (Lactancia controlada)	12	91.7	91.7	83.3	75.0±0.1 ^a
LcCa (Lactancia controlada +Carnero)	12	83.3	83.3	83.3	83.3±0.1 ^a
LcDt (Lactancia controlada +Destete temporal)	12	91.7	91.7	83.3	83.3±0.1 ^a
LcCaDt (Lactancia controlada +Carnero +Destete temporal)	12	91.7	75.0	83.3	75.0±0.1 ^a
Total	96	88.5	86.5	84.4	82.3

^{a,b} Medias con distinta letra en la columna son diferentes (P<0.05)

† Muestreo a 17 días después de la inseminación artificial o 18 días después de la manifestación del estro

Las diferencias con otras investigaciones que determinaron progesterona plasmática, se pueden deber al criterio establecido en la cantidad de progesterona en plasma y el número de muestras necesarias para considerar la funcionalidad del cuerpo lúteo, el establecimiento de la ciclicidad, así como para el diagnóstico de gestación; en este estudio se establecieron los criterios sugeridos por [Delpino y González-Stagnaro \(1993\)](#) y [Ganaiea et al., \(2009\)](#).

Determinar las cantidades de progesterona en plasma permite identificar la función ovárica y seguir el comportamiento reproductivo de las hembras ([Matamoros et al., 2002](#)); se ha señalado que en ovejas manejadas en clima cálido en el trópico, una o dos muestras con $P_4 > 0.5$ ng es suficiente para que las ovejas se consideren cíclicas, un solo muestreo en el día 17-18 después de la manifestación del estro con $P_4 > 1$ ng indica gestación ([Delpino y González-Stagnaro, 1993](#)) o $P_4 > 1.75$ ng/mL indica fertilización y la existencia de un CL funcional en la oveja gestante ([Ganaiea et al., 2009](#)).

5.2.4. Tasa de gestación y prolificidad

La tasa de gestación no fue diferente entre tratamientos. La tasa de gestación fue del 86.5% cuando la concentración de progesterona fue mayor a 3 ng, por ecografía fue del 84.4 %, se registró un 82.3% de pariciones, por lo que existe la posibilidad de que hubo más ovejas que quedaron gestantes y no llegaron al parto, tal vez por reabsorciones embrionarias. La cantidad de progesterona secretada después de retirar el CIDR es mayor comparada cuando se sincroniza con esponjas intravaginales o con dos dosis de prostaglandinas ([Godfrey et al., 1999](#)); esta hormona estimula la secreción de sustancias en la mucosa del oviducto y del útero que nutrirán al embrión hasta que este comience a hacerlo a través de la placenta ([Hernández y Zarco, 1998](#)); lo anterior puede justificar en parte el desempeño reproductivo de todas las ovejas en este estudio en cuanto a la tasa de gestación, fecundidad y prolificidad (Cuadro 6).

No se encontraron diferencias ($p > 0.05$) para la prolificidad entre tratamientos (Cuadro 6), sin embargo, para las 79 ovejas paridas, su prolificidad se incrementó ($p < 0.05$) en un 13.04% entre partos. Varios eventos pudieron estar involucrados para llegar a lo anterior; por ejemplo, las prolificidades en las ovejas bajo lactancia controlada fueron más altas, quizá porque hubo más folículos preovulatorios dispuestos a ovular en ovejas que amamantaron 30 min dos

veces día⁻¹ como lo indica [Herrera-Corredor \(2008\)](#). El efecto del carnero también pudo favorecer el aumento de la tasa ovulatoria y prolificidad de las ovejas, como lo indicaron [Salloum y Claus \(2005\)](#), ya que todas fueron aisladas del carnero, y por lo tanto, todas pudieron responder a este; sin embargo, hay que considerar, que las ovejas utilizadas en este estudio, en su gestación anterior recibieron diferente manejo, y por lo tanto otros factores pudieron estar involucrados.

Cuadro 6 . Estro, porcentaje de gestación, fecundidad y prolificidad de las ovejas de pelo después del retiro del CIDR y de ser inseminadas

Tratamiento	n	Estro (%)	Inicio del estro (h)*	Porcentaje de gestación ±EE (n)	Crías (n)	Fecundidad	Prolificidad ±EE
Ac	12	100.0	35.8±3.7 ^a	100.0±0.0 ^a (12)	22	1.83 ^a	1.83±0.2 ^a
AcCa	12	100.0	32.8±4.0 ^{ab}	91.7±0.1 ^a (11)	19	1.58 ^a	1.73±0.2 ^a
AcDt	12	100.0	33.5±2.3 ^{ab}	75.0±0.1 ^a (9)	15	1.25 ^a	1.67±0.2 ^a
AcCaDt	12	100.0	26.0±4.4 ^{ab}	75.0±0.1 ^a (9)	15	1.25 ^a	1.67±0.2 ^a
Lc	12	100.0	23.1±1.5 ^{ab}	75.0±0.1 ^a (9)	18	1.50 ^a	2.00±0.3 ^a
LcCa	12	100.0	31.7±3.3 ^{ab}	83.3±0.1 ^a (10)	21	1.75 ^a	2.10±0.2 ^a
LcDt	12	100.0	27.6±3.7 ^{ab}	83.3±0.1 ^a (10)	17	1.41 ^a	1.70±0.2 ^a
LcCaDt	12	100.0	21.1±1.9 ^b	75.0±0.1 ^a (9)	18	1.50 ^a	2.00±0.2 ^a

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

Ac (Amamantamiento continuo), Ca (Carnero), Dt (Destete temporal)

*Estimador del punto (Kaplan-Meier) en horas para la curva de supervivencia y para el 100% de las ovejas en estro.

Una buena nutrición durante el postparto puede confundir la respuesta reproductiva al carnero y al destete temporal ([Hamadeh et al., 2001](#)); en cuanto al efecto del carnero todas las ovejas respondieron porque todas fueron aisladas de él. Aunque la diferencia entre tratamientos no fue estadísticamente significativa, al parecer el destete temporal disminuyó la eficiencia reproductiva de las ovejas, en lo que se refiere a la tasa de gestación, sobre todo en las ovejas con amamantamiento continuo, tal vez por el estrés que les provocó quitarles las crías por 48 horas, además, durante este periodo se acumuló la leche en las ubres, provocando tumefacción de la ubre y posible dolor. Se observó que las ovejas en lactancia controlada se

estresaron menos, debido tal vez a la costumbre de ser separadas de sus crías, ya que se escucharon menos balidos tanto de las ovejas como de sus crías, y al implementarles el ayuno por 12 horas antes de la inseminación artificial, la mayoría redujo considerablemente el tamaño de la ubre.

En general, los resultados de este estudio en el desempeño reproductivo de las ovejas fueron superiores a los reportados por [Camacho-Ronquillo *et al.* \(2008\)](#) en otro estudio similar, donde utilizaron un protocolo de sincronización postparto con FGA de los 30 a 42 días postparto + destete temporal a los 40 días postparto + dos dosis de $\text{PGF}_2\alpha$ a los 30 y 40 días postparto + 300 UI de eCG a los 40 días postparto y cuyos resultados fueron 85.7% en manifestación de estros, 71.4 % de gestación y 1.9 de prolificidad. En ovejas que se les quitó las crías a los 7 días postparto, obtuvieron un 96% en manifestación de estros, 72% de gestación y 1.9 prolificidad; y cuando disminuyeron en otro grupo de ovejas el tiempo de amamantamiento a 30 min día^{-1} obtuvieron un 92% en manifestación de estros, 76 % de gestación y 1.9 en prolificidad; es importante resaltar que no se aportan datos sobre las crías y los resultados en la tasa de gestación se favorecieron por que las ovejas sin presentación de estro se inseminaron a tiempo fijo, y por lo tanto, se aumentó la posibilidad de que quedaran más ovejas gestantes en todos los tratamientos.

6. CONCLUSIONES

Disminuir el tiempo de amamantamiento a 30 min dos veces día⁻¹ provocó que las ovejas ovularan antes de los 35 días postparto, lo cual permite iniciar el empadre por 35 días a los 30 días postparto, previo aislamiento de las ovejas al carnero por 60 días, y así evitar el uso de hormonas.

En las ovejas con amamantamiento continuo es posible implementar con buenos resultados en la eficiencia reproductiva, un protocolo de sincronización a 35 días postparto (con CIDR por 10 días y 7.5 mg de dinoprost aplicado 48 horas antes de su retiro) y aprovechar el efecto del carnero al momento de detectar estros para apoyar la ovulación y agrupar la presentación de estros para la inseminación artificial.

En ovejas con lactancia controlada, se puede disminuir el tiempo de permanencia del CIDR o en su caso usar inyecciones oleosas de progesterona para la sincronización.

Es posible lograr que todas las ovejas manejadas en amamantamiento continuo manifiesten estro, como respuesta a la sincronización postparto, y que los corderos no mueran al limitar el tiempo de amamantamiento a una hora día⁻¹ con un manejo adecuado.

La lactancia controlada disminuye las ganancias de peso de los corderos a partir de los 30 días de edad, por lo cual es necesario mejorar la calidad de la dieta ofrecida después de este tiempo para que el crecimiento sea similar a los corderos con amamantamiento continuo.

La determinación de progesterona plasmática en el día 18 después de iniciado el estro puede ser empleado como un diagnóstico temprano de gestación con una exactitud del 92%.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso del efecto del carnero y el control del tiempo de amamantamiento como métodos alternativos al uso de hormonas (como eCG y GnRH) para inducir la ovulación y aumentar la prolificidad de las ovejas durante el postparto.

Se recomienda en estudios subsecuentes, detallar el manejo de los animales, condiciones ambientales y alimentación ofrecida (cantidad de energía y proteína consumida por animal día⁻¹) para poder realizar comparaciones.

Para el pequeño productor (con menos de 50 ovejas) de la zona centro de México, los resultados de este estudio pueden traducirse en separar a las crías de las ovejas durante el pastoreo y alimentarlas por “Creep feeding”, suplementar a las ovejas 15 días antes del parto y durante la lactancia, utilizar el efecto del carnero después de los 30 días postparto, aislados previamente por dos meses, en una proporción carnero:ovejas de 1:6, por dos días y luego dejando a un semental en el corral de las ovejas para darles monta directa. La lactancia puede prolongarse hasta por 3 meses. Si se desea aumentar la prolificidad de las ovejas y reducir el intervalo entre partos, se puede implementar la lactancia controlada, para lo cual será necesario más horas de trabajo, más corrales y una mejor dieta para los corderos.

El productor de ganado ovino para pie de cría y con mayor nivel tecnológico, podrá implementar la lactancia controlada y el efecto del carnero para disminuir los costos por un menor uso de hormonas para la sincronización postparto, mejorando la sincronía del estro y la prolificidad; y al realizar la inseminación artificial a 45 días postparto, reducirá el intervalo entre partos y podrá hacer mejoramiento genético en menor tiempo.

Ofrecer una buena nutrición de las ovejas, antes del parto y durante la lactancia, mejorará su respuesta reproductiva a diferentes estímulos farmacológicos y no farmacológicos.

Cada vez son más los productores que cuentan con ovejas producto de la cruce de diferentes razas de pelo, las cuales son una opción viable para usarlas como reproductoras.

8. LITERATURA CITADA

- Alonso, A. J. I. 1981. Manejo de la reproducción en el ovino. FMVZ-UNAM. Ciencia Veterinaria Vol. 3. 34 p.
- Álvarez, R. L., Q. L. A. Zarco. 2001. Los Fenómenos de la Bioestimulación sexual en Ovejas y Cabras. *Vet. Méx.* 32 (2): 117-129.
- Álvarez, L., S. Andrade. 2008. El efecto macho reduce la edad al primer estro y ovulación en corderas pelibuey. *Arch. Zootec.* 57 (217): 91-94.
- Arroyo, J., H. Magaña-Sevilla, M. A. Camacho-Escobar. 2009. Regulación neuroendocrina del anestro posparto en la oveja. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 10: 301-312.
- Arroyo-Ledezma, J., J. Gallegos-Sánchez, G.A. Villa, M. J. Valencia. 2006. Sistemas neurales de retroalimentación durante el ciclo reproductivo anual de la oveja: Una Revisión. *Interciencia* 31(1): 8-15.
- Arroyo, L. J., J. Gallegos-Sánchez, A. Villa-Godoy, J. M. Berruecos, G. Perera, J. Valencia. 2007. Reproductive activity of pelibuey and Suffolk ewes at 19° north latitude. *Anim. Reprod. Sci.* 102:24-30.
- Arteaga, C. M. L., M. Martínez-Gómez, R. Guevara-Guzmán, R. Hudson. 2007. Comunicación química en mamíferos domésticos. *Vet. Méx.* 38 (1): 105-123.
- Bartlewski, P. M., A. P. Beard, S. J. Cook, N. C. Rawlings. 2002. Ovarian activity during sexual maturation and following introduction of the ram to ewe lambs. *Small Ruminant Res.* 43:37-44.
- Becker, N. S., M. J. Oberg, B. A. Neumann. 1999. Efecto de la suplementación con ensilaje a ovejas en gestación y lactación. *Arch. Zootec.* 48: 433-436.
- Berumen, A. A. C. 2004. Manejo reproductivo del rebaño ovino. In: Hernández-Sánchez (comp.). *Producción de ovinos en zonas tropicales*. 2da. ed. Colegio de Postgraduados. Fundación Produce Tabasco A. C., ISPROTAB, Villahermosa, Tabasco, México. p. 105-119.
- Bertrand, F., J. C. Thiéry, S. Picard, B. Malpoux. 1999. Implication of D2-like dopaminergic receptors in the median eminence during the establishment of long-day inhibition of LH secretion in the ewe. *Journal of Endocrinology* 163: 243-254.
- Camacho-Ronquillo, J. C., M. A. Pro, C. M. Becerril-Pérez, S. B. Figueroa, G. B. Martín, J. Valencia, J. Gallegos-Sánchez. 2008. Prevention of suckling improves postpartum reproductive responses to hormone treatments in Pelibuey ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 107: 85-93.
- Caraty, A., N. P. Evans, C. J. Fabre-Nys, F. J. Karsch. 1995. The preovulatory gonadotrophin-releasing hormone surge: a neuroendocrine signal for ovulation. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement* 49: 245-255.
- Caraty, A., C. Fabre-Nys, B. Delaleu, A. Locatelli, G. Bruneau, F.J. Karsch, A. Herbison, 1998. Evidence that the mediobasal hypothalamus is the primary site of action of estradiol in inducing the preovulatory gonadotropin releasing hormone surge in the ewe. *Endocrinology* 139: 1752-1760.
- Cerna, C. C., A. A. Porras, Q. L. A. Zarco, M. J. Valencia. 2004. Efecto del fotoperiodo artificial sobre el reinicio de la actividad ovárica posparto en la oveja pelibuey. *Vet. Méx.* 35(3): 179-185.

- Clarke, I. J., P. J. Wright, W. A. Chamley, K. Burman. 1984. Differences in the reproductive endocrine status of ewes in the early post-partum period and during seasonal anoestrus. *J. Reprod. Fertil.* 70: 591-597.
- Córdova-Izquierdo, A., M. Córdova-Jiménez, C. A. Córdova-Jiménez, J.E. Guerra-Liera. 2008. Procedimientos para aumentar el potencial reproductivo en ovejas y cabras. *Rev. Vet.* 19: 1, 67-79.
- Cosgrove, J. R., F. de Rensis, G. R. Foxcroft. 1993. Opioidergic pathways in animal reproduction: Their role and effects of their pharmacological control. *Animal Reproduction Science* 33: 373-392.
- De la Isla, H. G., L. J. R. Aké, B. A. Ayala, A. González-Bulnes. 2010. Efecto de la condición corporal y la época del año sobre el ciclo estral, estro, desarrollo folicular y tasa ovulatoria en ovejas Pelibuey mantenidas en condiciones de trópico. *Vet. Méx.* 41 (3): 167-175.
- De Lucas, T. J., A. S. Arbiza. 2010. Contribución de los ovinos y los caprinos a la ganadería mexicana y sus perspectivas. Ponencia presentada en el Simposio "La contribución de los ovinos y caprinos en la producción de los alimentos". Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 15 de septiembre del 2010.
- De Rensis, F. 1998. Involvement of the opioidergic and dopaminergic system in the central regulation of gonadotropin secretion. Consultado en internet: www.unipr.it/arpa/facvet/annali/1998/derensis/derensis.htm
- Delpino, A., C. González-Stagnaro, 1993. Evaluación del comportamiento reproductivo en pequeños rumiantes tropicales utilizando los perfiles de progesterona. *Rev. Cient-Fac. Cien. V.* 3(3): 231-247.
- Foster, D. L. 1994. Puberty in the Sheep. In: Knobil, E.; J.D. Neill (Eds.). *The Physiology of Reproduction*. Vol. 2, 2nd ed., p. 411-451. Raven Press, New York.
- Galina, M. A., R. Morales, E. Silva, B. López. 1996. Reproductive performance of pelibuey and blackbelly sheep under tropical management systems in México. *Small Ruminant Res.* 22: 31-37.
- Gallegos-Sánchez, J., B. Delaleu, A. Caraty, B. Malpoux, J. C. Thiéry. 1997. Estradiol acts locally within the Retrochiasmatic Area to inhibit pulsatile Luteinizing-Hormone release in the female sheep during anestrus. *Biology of Reproduction* 56: 1544-1549.
- Gallegos-Sánchez, J., G. Morales-Terán, O. Tejeda-Sartorius, P. Pérez-Hernández. 2009. Manejo del anestro postparto para mejorar la eficiencia reproductiva de las ovejas. *PR.* 10 (3): 16-25.
- Ganaiea, B. A., M. Z. Khana, R. Islama, D. M. Makhdoomib, S. Qureshic, G. M. Wania. 2009. Evaluation of different techniques for pregnancy diagnosis in sheep. *Small Ruminant Res.* 85:135-141.
- García, A. E. 1989. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarla a las condiciones de la república mexicana). 4ª ed. Instituto de Geografía. UNAM, México. 252 p.
- Godfrey, R. W., R. E. Dodson. 2003. Effect of supplemental nutrition around lambing on hair sheep ewes and lambs during the dry and wet seasons in the U.S. Virgin Islands. *J Anim. Sci.* 81:587-59.
- Godfrey, R. W., J. R. Collins, E. L. Hensley, J. E. Wheaton. 1999. Estrus synchronization and artificial insemination of hair sheep ewes in the tropics. *Theriogenology* 51: 985-997.
- Goodman, R. L., E. K. Inskip. 2006. Neuroendocrine control of the Ovarian Cycle of the Sheep. Chapter 44 in Knobil and Neill's *Physiology of Reproducción*. 3ra ed. Elsevier. Vol. 2, p. 2389-2447.

- González, A., B. D. Murphy, J. De Alba, J. G. Manns. 1987. Endocrinology of the postpartum period in the pelibuey ewe. *J. Anim. Sci.* 64: 1717-1724.
- González, R. A., M. J. Valencia, W. C. Foote, B. D. Murphy. 1991. Hair sheep in México: reproduction in the Pelibuey sheep. *Animal Breeding Abstracts* 59:509-524.
- González-Stagnaro C. 1993. Control del ciclo estrual en ovejas y cabras en el medio tropical. *Rev. Cient-Fac. Cien.* V3 (3): 211-230.
- Gordon, K., M. B. Renfree, R. V. Short, I. J. Clarke. 1987. Hypothalamo-pituitary portal blood concentration of endorphin during suckling in the ewe. *J. Reprod. Fertil.* 79: 397-408.
- Gregg, D. W, G. E. Moss, R. E. Hudgens, P. V. Malven. 1986. Endogenous opioid modulation of luteinizing hormone and prolactin secretion in postpartum ewe and cows. *J. Anim. Sci.* 63: 838-847.
- Hafez, E. S. E, B. Hafez. 2002. Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. 7ma ed. Ed. McGraw-Hill Interamericana. Mexico, D. F. 523 p.
- Hamadeh, S. K., M. Abi Said, F. Tami, E. K. Barbour. 2001. Weaning and the ram-effect on fertility, serum luteinizing hormone and prolactin levels in spring rebreeding of postpartum Awassi ewes. *Small Ruminant Res.* 41: 191-194.
- Hawken, P. A. R., A. C. O. Evans, A. P. Beard. 2008. Prior exposure of maiden ewes to rams enhances their behavioural interactions with rams but is not a pre-requisite to their endocrine response to the ram effect. *Anim. Reprod. Sci.* 108: 13-21.
- Hayder, M., A. Ali. 2008. Factors affecting the postpartum uterine involution and luteal function of sheep in the subtropics. *Small Ruminant Res.* 79: 174-178.
- Hernández, C. J., Q. L. A. Zarco. 1998. Función del cuerpo lúteo y muerte embrionaria en rumiantes. *FMVZ, UNAM. Ciencia Veterinaria* 8: 1-28.
- Herrera-Corredor, A. C. 2008. Efecto de la restricción del amamantamiento y el aceite de soya en el desarrollo folicular y el retorno a la actividad ovárica postparto en ovejas de pelo. Tesis doctoral. Colegio de Postgraduados, 109 p.
- Hinojosa-Cuéllar, J. A., F. M. Regalado-Arrazola, J. Oliva-Hernández. 2009. Crecimiento prenatal y predestete en corderos Pelibuey, dorper, katahdin y sus cruces en el sureste de México. *Rev. Cient-Fac. Cien.* V. 19 (5): 522-532.
- Lashari, M. H., Z. Tasawar. 2010. The effect of GnRH given on day of mating on ovarian function and reproductive performance in Lohi sheep. *Pakistan Vet. J.* 30(1): 29-33.
- Lassoued, N., M. Naouali, G. Khaldi, M. Rekik. 2004. Influence of the permanent presence of rams on the resumption of sexual activity in postpartum Barbarine ewes. *Small Ruminant Res.* 54: 25-31.
- Legan, S. J., F. J. Karsch. 1979. Neuroendocrine regulation of the Estrous Cycle and Seasonal Breeding in the Ewe. *Biology of Reproduction* 20: 74-85.
- Lehman, M. N., F. J. Karsch. 1993. Do gonadotropin-releasing hormone, tyrosine hydroxylase-immunoreactive, and beta-endorphin-immunoreactive neurons contain estrogen receptors? A double-label immunocytochemical study in the Suffolk ewe. *Endocrinology* 133: 887-895.
- Macedo, R., V. Arredondo. 2008. Efecto del sexo, tipo de nacimiento y lactancia sobre el crecimiento de ovinos pelibuey en manejo intensivo. *Arch. Zootec.* 57 (218):219-228.
- Malven, P.V., R.E. Hundgens. 1987. Naloxone-reversible inhibition of luteinizing hormone in postpartum ewes. Effects of suckling and season. *J. Anim. Sci.* 65: 196-202.
- Malpaux, B., C. Viguié, D. C. Skinner, J. C. Thiéry, J. Pelletier, P. Chemineau. 1996. Seasonal breeding in sheep: Mechanism of action of melatonin. *A. Reprod. Sc.* 42: 109-117.

- Martin, G. B., Milton, J. T. B., R. H. Davidson, G. E. Banchemo-Hunzicker, D. R. Lindsay, D. Blache. 2004. Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Anim. Reprod. Sci.* 82-83: 231-246.
- Martínez-Tinajero, J. J., M. T. S. Torres-Esqueda, G. Torres-Hernández, J. G. Herrera-Haro, L. Bucio-Alanís, R. Rojo-Rubio, J. Hernández-Martínez. 2008. Comportamiento reproductivo de ovejas F1 (Damara x Merino) sincronizadas con CIDR y dos tiempos de aplicación de GnRH. *Universidad y Ciencia* 24(3):175-182.
- Matamoras, R., C. Gómez, M. Andaur. 2002. Hormonas de utilidad diagnóstica en medicina veterinaria. *Arch. Med. Vet.* 34 (2): 167-182.
- McNeilly, A. S. 2006. Suckling and the control of gonadotropin secretion. Chapter 46 in Knobil and Neill's *Physiology of Reproducción*. 3ra ed. Elsevier. Vol. 2, p. 2511-2551.
- Morales-Terán, G., A. C. Herrera-Corredor, P. Pérez-Hernández, J. Salazar-Ortiz, J. Gallegos-Sánchez. 2011. Influencia del amamantamiento controlado y del efecto macho sobre el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en la oveja pelibuey. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 13: 493-500.
- Morales-Terán, G., M. A. Pro, S. B. Figueroa, C. Sánchez del Real, J. Gallegos-Sánchez. 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, T. M. Nett. 1980. Effects of parturition and suckling on concentrations of pituitary responsiveness to GnRH in ewes. *J. Anim. Sci.* 50: 496-502.
- Naqvi, S. M. K., A. Joshi, V. P. Maurya. 2007. Application of reproductive technologies for improving reproductive efficiency of sheep-a review. *Indian Journal of Small Ruminants* 13(2): 115-143.
- Newton, G. R., K. K. Schillo, L. A. Edgerton. 1988. Effects of weaning and naloxone on luteinizing hormone secretion in postpartum ewes. *Biology of reproduction.* 39:532-535.
- Padilla, R. F. J., S. G. E. Mapes, K. F. Jiménez. 1988. Perfiles hormonales durante el ciclo estral de la oveja. *Téc. Pecu. Méx.* 26 (1): 96-108.
- Parvazi, N. 2000. Neuroendocrine regulation of gonadotropins in the male and the female. *Animal Reproduction Science* 60-61: 31-47.
- Pérez-Hernández, P., V. V. M. Hernández, S. B. Figueroa, H. G. Torres, R. P. Díaz, J. Gallegos-Sánchez. 2009. Efecto del tipo de amamantamiento en la actividad ovárica postparto de ovejas pelibuey y tasas de crecimiento de corderos en los primeros 90 días de edad. *Rev. Cient-Fac. Cien. V.* 19 (4): 343-349.
- Ramón-Ugalde, J. P., J. R. Sanginés-García. 2002. Respuesta al efecto macho de primales pelibuey en condiciones de pastoreo y suplementación en trópico. *Téc. Pecu. Méx.* 40 (3): 309-317.
- Robinson, J.E., Kendrick, K.M. 1992. Inhibition of luteinizing hormone secretion in the ewe by progesterone: associated changes in the release of gamma-aminobutyric acid and noradrenaline in the preoptic area as measured by intracranial microdialysis. *Journal of Neuroendocrinology* 4: 231-236.
- Robinson, J.E. 1995. Gamma amino-butyric acid and the control of GnRH secretion in sheep. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement* 49: 221-230.
- Robinson, J. J., J. A. Rooke, T. G. McEvoy. 2002. Nutrition for conception and pregnancy. In: *Sheep Nutrition*, CABI Publishing, Wallingford, U.K. pp. 189-211.

- Rodríguez, O. L., M. Heredia, F. Quintal, L. Carrillo. 1986. Manejo de la lactación para incrementar la eficiencia reproductiva en ovejas Pelibuey. I. Presencia del cordero en destetes temporales. *Téc. Pecu. Méx.* 51: 104-110.
- Rosa, H. J. D., M. J. Bryant. 2002. The 'ram effect' as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. *Review. Small Ruminant Res.* 45:1-16
- Rubianes, E., R. Ungerfeld. 1993. Uterine involution and ovarian changes during early post partum in autumn-lambing Corriedale ewes. *Theriogenology* 40 (2): 365-372.
- Salloum, B. A., R. Claus. 2005. Interaction between lactation, photoperiodism and male effect in German Merino ewes. *Theriogenology* 63: 2181-2193.
- Sánchez, D. F., H. Bernal, J. Colín, E. Olivares, S. A. Del Bosque, R. Ledezma, R. Ungerfeld. 2011. Environmental factors and interval from the introduction of rams to estrus in postpartum Saint Croix sheep. *Trop. Anim. Health Pro.* 43(4):887-891. On line <https://springerlink3.metapress.com/content/0049-47/43/4/>
- SAS. 2003. Versión 9.1. SAS Institute Inc. Cary. NC, USA.
- Sierra, A. I. 1994. Nueva alternativa en alimentación ovina. I. Ración completa, molida y *ad libitum*. *Arch. Zootec.* 43:31-43.
- SIAP. 2011. www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=29
- Smart, D., I. Singh, R. F. Smith, H. Dobson. 1994. Opioids and suckling in relation to inhibition of oestradiol-induced LH secretion in postpartum ewes. *J. Reprod. Fertil.* 101:115-119.
- Solís, R. G., R. A. Castellanos, M. A. Velázquez, G. F. Rodríguez. 1991. Determination of nutritional requirements of growing hair sheep. *Small Ruminant Res.* 4:115-125.
- Steel, R. G. D., J. H. Torrie. 1988. *Bioestadística: principios y procedimientos*. McGraw-Hill. 2da. Ed. México, D. F. 622 p.
- Srivastava, A. K. 2009. Importance of reproductive technology in rural economy. *Vets Communications* 5: 13-16
- Thiéry, J. C., V. Gayrard, S. Le Corre, C. Viguié, G. B. Martin, P. Chemineau, B. Malpoux. 1995. Dopaminergic control of LH secretion by the A15 nucleus in anoestrous ewes. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement* 49: 285-296.
- Thiéry, J. C., P. Chemineau, X. Hernández, M. Migaud, B. Malpoux. 2002. Neuroendocrine interactions and seasonality. *2002. Domestic Animal Endocrinology* 23: 87-100.
- Torreão, J. N. C., E. C. Pimenta-Filho, A. N. Medeiros, S. Gonzaga-Neto, M. T. J. A. Catanho, L. M. G. Barreto, J. O. Silva. 2008. Return of reproductive cyclic activity in Morada Nova sheep at metabolizable energy different levels. *Rev. Bras. Saúde Prod. An.* 9 (3): 621-630.
- Ungerfeld, R. 2003. Reproductive responses of anestrous ewes to the introduction of rams. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, Sweden. 62 p.
- Wheaton, J. E., K. M. Carlson, H. F. Windels, L. J. Johnston. 1993. CIDR: A new progesterone-releasing intravaginal device for induction of estrus and cycle control in sheep and goats. *Anim. Reprod. Sci.* 33: 127-141.
- Wise, M. E., J. E. Glass, T. M. Nett. 1986. Changes in the concentration hypothalamic and hypophyseal receptors for estradiol in pregnant and postpartum ewes. *J. Anim. Sci.* 62: 1021-1028.
- Yilmaz, O., Y. Öztürk. M. Küçük. 2006. Investigation of fertility at first mating period in Hamdani ewes and survival rate with growth performances at suckling period of their lambs. *Udulag Univ. J. Fac. Vet. Med.* 25 (1-2): 13-17.