



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO EN RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

GANADERIA

**EFECTO DEL AMAMANTAMIENTO Y USO DE PROGESTÁGENOS
PARA AUMENTAR EL PORCENTAJE DE GESTACION EN
OVEJAS DE PELO DURANTE EL ANESTRO POSTPARTO**

SANTILLÁN GÓMEZ EMMA ANAYANTZIN

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO DE:**

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

La presente tesis titulada: **“EFECTO DEL AMAMANTAMIENTO Y USO DE PROGESTÁGENOS PARA AUMENTAR EL PORCENTAJE DE GESTACION EN OVEJAS DE PELO DURANTE EL ANESTRO POSTPARTO”** realizada por la alumna: EMMA ANAYANTZIN SANTILLÁN GÓMEZ 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. JUAN SALAZAR ORTIZ

ASESOR



DR. JAIME GALLEGOS SÁNCHEZ

ASESOR



DR. CÉSAR CORTEZ ROMERO

ASESOR



M.C. CARLOS SANCHEZ DEL REAL

EFFECTO DEL AMAMANTAMIENTO Y USO DE PROGESTÁGENOS PARA AUMENTAR EL PORCENTAJE DE GESTACION EN OVEJAS DE PELO DURANTE EL ANESTRO POSTPARTO

Santillán Gómez Emma Anayantzin, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2015.

RESUMEN

En el anestro postparto (APP), la involución suceden cambios en el eje reproductivo de la oveja que causan la anovulación y, estos cambios disminuyen la probabilidad de mantener una nueva gestación. Por lo cual, el objetivo del presente estudio fue evaluar la relación entre el amamantamiento y las concentraciones de progesterona con el porcentaje de gestación de las ovejas de pelo en APP. Se utilizaron 39 ovejas de pelo amamantando, asignandose aleatoriamente cada oveja a uno de cuatro tratamientos: amamantamiento continuo (Ac), amamantamiento continuo con progestágeno post-empadre (Ac+CIDRPE), amamantamiento controlado (AC) y amamantamiento controlado con progestágeno post-empadre (AC+CIDRPE). Para sincronizar el estro, se utilizó un CIDR por nueve días, al día siete se aplicó 1 mL de PGF_{2α} oveja-1 y al día nueve se inició la detección de estros cada cuatro horas a partir del retiro del CIDR. Al día seis postinseminación, a los tratamientos Ac+CIDRPE y AC+CIDRPE, se les colocó un CIDR por un periodo de 11 días. Las variables respuesta fueron: Tiempo al inicio de estro (TE), Manifestacion de estro (ME), Retorno a estro (RE), Porcentaje de gestación, Prolificidad y fecundidad. Los datos se analizaron mediante curvas de supervivencia, modelo de regresión binomial negativa e intervalos de confianza con distribución Poisson. Las ovejas en el tratamiento con Ac iniciaron el estro más temprano en comparación con las ovejas en AC ($p < 0.05$), el porcentaje de gestación y prolificidad fueron diferentes entre tratamientos ($p < 0.05$), manifestación de estro, retorno a estro, fecundidad y el porcentaje de parición no mostraron diferencias ($P > 0.05$). Los resultados sugieren que el uso de progestágenos y amamantamiento controlado después del empadre mejora el porcentaje de gestación y prolificidad de la oveja en anestro postparto en ovejas de pelo.

Palabras clave: Amamantamiento, progesterona, anestro postparto, gestación.

EFFECT OF SUCKLING AND USE OF PROGESTOGENS TO INCREASE THE PERCENTAGE OF PREGNANCY IN HAIR SHEEP DURING ANESTRUS POSTPARTUM

Santillán Gómez Emma Anayantzin, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2015.

ABSTRACT

Postpartum anestrus (APP) happen both physical and physiological changes that affects sheep in an anovulation. Therefore, the aim of the study was to evaluate the relationship that suckling and progesterone concentrations in pregnancy rate in hair sheep postpartum anestrus. 39 hair sheep suckling, randomly allocated to each of the four treatments: continuous suckling (Ac), continued suckling with progestogen post-breeding (Ac + CIDRPE), controlled suckling (AC) and suckling controlled progestogen post-breeding (AC + CIDRPE). They were synchronized with CIDR for nine days, a day seven one cc of Lutalyse sheep-1 was applied, and the end is detected estrus four hours after CIDR removal. The sixth day after insemination to Ac + AC + CIDRPE CIDRPE treatments were placed a CIDR for a period of 11 days from the day 6 PP. The response variables were: time to onset of estrus, estrus manifestation, return to estrus, pregnancy rate, prolificacy, fertility, weight change of ewes and lambs. The data were analyzed using survival curves, negative binomial regression model and Poisson confidence intervals rate. Ac sheep treatment started before estrus compared to AC ($p < 0.05$), the pregnancy rate and prolificacy were different between treatments ($p < 0.05$). The results suggest that the use of progestogen and controlled suckling after mating improves pregnancy rate and prolificacy of sheep in postpartum anestrus.

Keywords: Suckling, progesterone, postpartum anestrus, pregnancy

AGRADECIMIENTOS

Al **Colegio de Postgraduados**, por permitirme lograr una meta más y continuar con mi formación académica.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (**CONACYT**), por el financiamiento otorgado durante el tiempo que duro realizar mi estudio de maestría.

AL Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (**LaROCA**), por todo el apoyo brindado durante la realización de la investigación.

Al **Dr. Juan Salazar Ortiz** por sus consejos y apoyo para la realización y presentación de la Tesis de Maestría.

Al **Dr. Jaime Gallegos Sánchez** por los conocimientos compartidos, apoyo, consejos y paciencia ofrecidos durante mi estancia en el Colegio de postgraduados y en la elaboración de la Tesis de Maestría.

Al **Dr. César Cortez Romero** por su gran apoyo, participación, esfuerzo, conocimientos y consejos brindados durante la realización de este trabajo de investigación.

Al **M.C. Carlos Sánchez del Real**, por sus consejos, dedicación y contribuciones en la realización de la Tesis de Maestría.

Al **Dr. Humberto Vaquera Huerta** por las asesorías, recomendaciones y paciencia para los análisis estadísticos de los estudios realizados en la presente investigación.

Al **Dr. Eugenio Villagómez Amezcua M.** del Laboratorio de Reproducción Animal del CENID Microbiología del INIFAP, por el apoyo brindado en la realización del radioinmunoanálisis en fase sólida como parte de esta investigación.

A todos los compañeros del **equipo de Fisiología de la Reproducción** del Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (**LaROCA**) por el apoyo moral y técnico brindado durante la fase del desarrollo de la investigación.

Esta Tesis de Maestría está dedicada a:

A mis padres Dario Santillán y Gabriela Gómez

A mis hermanos Ilithya, Andrei y Mitzi

A mi esposo Karym Curzaynz

Y a mi hija Yulitza que me ha enseñado

lo simple que puede ser encontrar la felicidad.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCION	1
II.	REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1.	Situación actual ovina de las razas de pelo en México	3
2.2.	Endocrinología del anestro postparto.....	5
2.3.	Factores que alargan la duración del anestro postparto	7
2.3.1.	Nutrición	7
2.3.2.	Presencia del macho (Efecto macho).....	8
2.3.3.	Amamantamiento.....	11
2.4.	Fertilidad en el postparto.....	14
2.5.	Muerte embrionaria	15
2.6.	Reconocimiento materno	16
2.7.	Endocrinología del reconocimiento materno	17
2.7.1.	Importancia de la Progesterona.....	18
2.7.2.	Importancia del INF τ	18
III.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	21
4.1.	Ubicación	21
4.2.	Animales y alimentación.....	21
4.3.	Manejo de los animales.....	21
4.4.	Tratamientos	22
4.5.	Sincronización de estro	23
4.6.	Uso de progestágeno post-empadre	23
4.7.	Diagnóstico de gestación	24

4.8. Muestreos, conservación y análisis de muestras sanguíneas para determinar niveles de progesterona.	24
4.9. Variables estudiadas	25
4.10. Análisis estadístico	26
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
5.1. Efecto de estrategias en la lactancia	27
5.1.1. Manifestación y Tiempo al inicio de estro	27
5.1.2. Análisis de progesterona antes de la sincronización	30
5.2. Retorno a estro	31
5.3. Porcentaje de gestación y parición	33
5.4. Tasa de Prolifricidad y Fecundidad.....	35
VI. CONCLUSIONES.....	38
VII. LITERATURA CITADA.....	39

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Asignación de ovejas a tratamientos experimentales	22
Cuadro 2. Porcentaje de ovejas que manifestaron estro y tiempo de inicio al estro	27
Cuadro 3. Detección de manifestación de estro del día 0 hasta el día 34 después del empadre.	32
Cuadro 4. Porcentaje de Gestación y Parición.....	33
Cuadro 5. Tasa de Prolificidad y Fecundidad	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Entidades con mayor número de producción ovina 2013 (SIAP, 2013). .	3
Figura 2. Entidades con mayor número de inventario ovino 2013 (SIAP, 2013). ...	4
Figura 3. Estimación del consumo y Producción de carne ovina (SAGARPA, 2013).	5
Figura 4. Cambios en los niveles plasmáticos de Progesterona (P4) indicando la formación de un cuerpo lúteo. Adaptado de Fabre-Nys et al. (2015).	9
Figura 5. Niveles plasmáticos de LH con relación a la introducción de carneros en grupos de ovejas en anestro. Adaptado de Fabre-Nys et al. (2015).	10
Figura 6. Sincronización de estros	23
Figura 7. Progestágeno post-empadre	24
Figura 8. Muestras sanguíneas para determinar progesterona	25
Figura 9. Curvas de supervivencia para la hora de inicio del estro.	28
Figura 10. Porcentaje de ovejas que ovularon antes de la sincronización en AC= amamantamiento controlado y Ac= amamantamiento continuo.	30
Figura 11. Distribución de la incidencia de retorno a estro después del empadre.	33
Figura 12. Concentraciones de progesterona sérica (ng mL ⁻¹) posterior al empadre.	34

I. INTRODUCCION

La producción ovina en México ha incrementado en un 16 % (SIAP, 2013), pero no ha sido suficiente, pues se estima un déficit de 28% para cubrir la demanda nacional. Del total del inventario ovino, el 25% corresponde a ovinos de razas de pelo (Partida, 2007), y la tendencia va en aumento, ya que los productores prefieren las razas de pelo por su prolificidad, rusticidad, baja sensibilidad a los cambios del fotoperiodo (Galina *et al.*, 1996) y la ausencia de trasquila.

Uno de los principales problemas, a los que se enfrenta la producción de ovinos, para poder aumentar los niveles de producción así como el inventario ovino, es la eficiencia reproductiva principalmente durante el anestro postparto. En la actualidad está la disyuntiva de poder producir animales que tengan el menor uso de hormonas para su reproducción (Martin *et al.*, 2004).

Existen varios factores que influyen en la duración del intervalo parto-primera ovulación (IPPO) en la oveja (Sebastian e Inskeep, 1988) entre los cuales se encuentran factores internos y externos como lo son el fotoperiodo, el estrés, la nutrición y las interacciones sociales (Fabre-Nys *et al.*, 2015), considerándose al amamantamiento como el estímulo de mayor relevancia que influye en la duración del anestro postparto (Gallegos-Sánchez *et al.*, 2005). Estudios similares al de Castillo-Maldonado *et al.* (2013) reportaron que la estrategia de reducir la frecuencia del amamantamiento y la interacción madre-cría, a solo 30 min 2 veces día⁻¹ reduce el IPPO.

La fertilidad después del postparto, depende principalmente de dos factores: la involución uterina y el reinicio de la actividad cíclica ovárica (Hayder y Ali, 2008), esta se define como el momento en el que se desarrolla un cuerpo lúteo de vida media normal (Rubianes y Ungerfeld, 1993). Pero durante el anestro postparto, hay gran elevada incidencia de cuerpos lúteos de vida media corta, y esto se debe principalmente a que existe una luteólisis prematura por la secreción de PGF2 α del útero en la fase de involución (Cooper *et al.*, 1991). Estos cuerpo lúteos de vida media corta, producen niveles de progesterona insuficientes para la sobrevivencia embrionaria (Hernández y Zarco, 1998). Para que una hembra en el anestro

postparto, pueda lograr y mantener una gestación de manera exitosa es necesario que se presenten dos factores: el primero, es en relación a la madre y es a través de una adecuada relación entre E_2 y P_4 , para que no se secrete $PGF_{2\alpha}$ y no ocurra una lisis del cuerpo lúteo, y el segundo factor es mediado por el trofoblasto que secreta Interferón Tau (INF_{τ}), este último tiene efecto luteotrópico entre los días 15 y 19 de la gestación desencadenando el proceso de reconocimiento materno de la gestación (Gonella et al., 2010). Con base a lo anteriormente mencionado, el objetivo de este estudio fue reducir el IPPO y posteriormente, a través del uso de un progestágeno aumentar el porcentaje de gestación en ovejas de pelo.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Situación actual ovina de las razas de pelo en México

La producción ovina Nacional se encuentra distribuida en su mayoría en la región centro y sur del país (Figura 1), siendo los estados de Puebla, México, Oaxaca, Veracruz, Hidalgo y Guanajuato las entidades que concentran el 54.53% del inventario nacional (SIAP, 2013; Figura 2). En la actualidad el principal objetivo de la producción Ovina es para el abasto de carne, teniendo altos precios a la venta en animales vivos y en canal, más que en cualquier otra especie pecuaria.

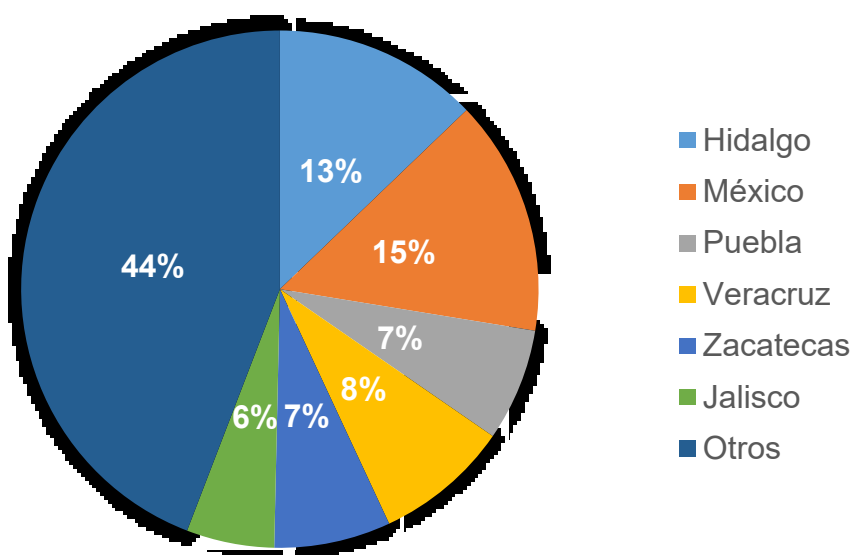


Figura 1. Entidades con mayor número de producción ovina 2013 (SIAP, 2013).

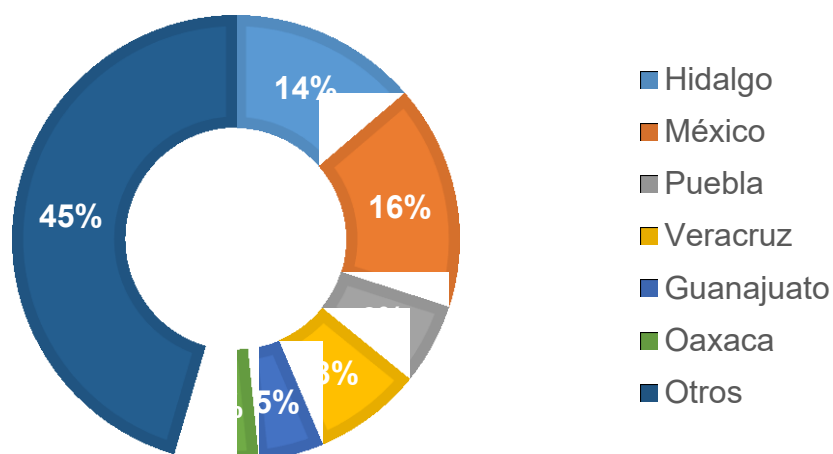


Figura 2. Entidades con mayor número de inventario ovino 2013 (SIAP, 2013).

Del total del inventario de producción ovina en México, solo el 25% corresponde a ovinos de razas de pelo, dentro de estas la mayor proporción se debe a ovinos de la raza Pelibuey y Blackbelly, encontrándose distribuidos en todos los estados del territorio Nacional (Partida, 2007), los ovinocultores tienen cierta preferencia a estas razas por que no presentan una estacionalidad tan marcada como en las razas de lana, tienen rusticidad para el pastoreo, alta prolificidad y no tiene que invertir en trasquilar a los animales.

Se estimó que la tasa de crecimiento promedio anual de la producción de ganado ovino del 2012 al 2018 sea de 58 mil toneladas para el 2012 a 70 mil toneladas para el año 2018 (SIAP, 2013) de igual manera la FAO (2013) estimó que el consumo de carne de ovino tiende a subir (Figura 2).

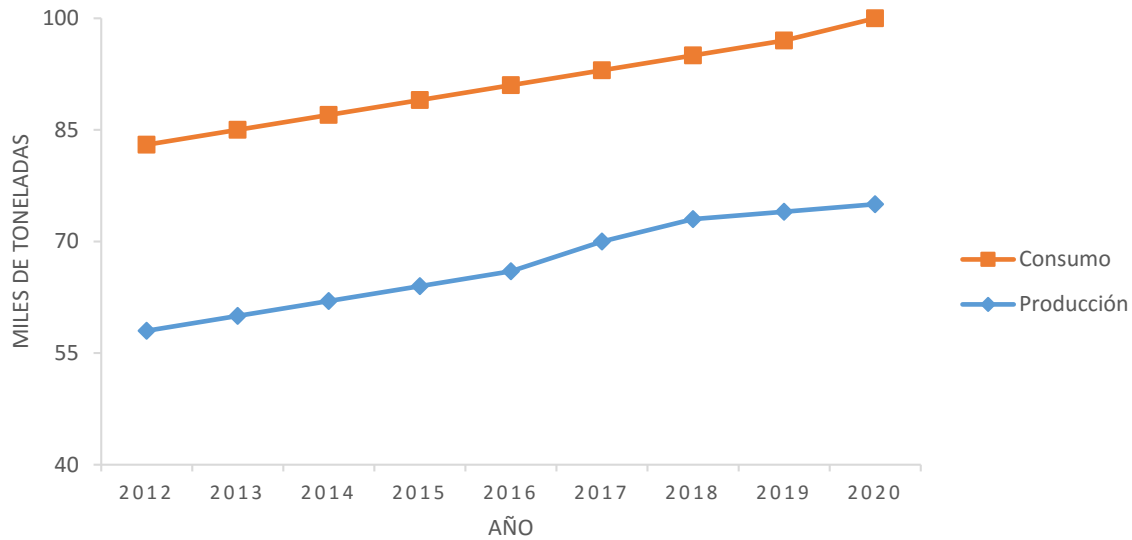


Figura 3. Estimación del consumo y Producción de carne ovina (SAGARPA, 2013).

Como se puede observar en la figura 3 la producción de carne de ovino no satisface la demanda del consumo, por lo que se ha recurrido a importar carne de otros países principalmente Australia, Estados Unidos y Nueva Zelanda (SAGARPA, 2013).

2.2. Endocrinología del anestro postparto

El anestro postparto se define como el intervalo de tiempo entre que ocurre el parto a cuando se reestablece la actividad ovulatoria cíclica después del parto (Arroyo *et al.*, 2009).

Se considera al amamantamiento como el estímulo de mayor relevancia que influye en la duración del anestro postparto (Gallegos-Sánchez *et al.*, 2005), y en el restablecimiento de la actividad ovárica durante este periodo (Herrera-Corredor, 2008), ya que es una compleja interacción madre-cría y no solo un contacto con la glándula mamaria (Tilbrook *et al.*, 2006).

Al final de la gestación y en la fase temprana del periodo postparto la hipófisis anterior tiene una disminución de LH y FSH, consecuente de una retroalimentación negativa por la alta concentración de estrógenos y progesterona al término de la gestación (Gallegos Sánchez *et al.*, 2009). Durante el anestro postparto existe un aumento en la sensibilidad del hipotálamo/hipófisis a la retroacción negativa del

estradiol, lo cual conlleva a una disminución en la frecuencia de secreción pulsátil de GnRH y por consecuencia de LH imposibilitando la maduración folicular y ovulación (Arroyo *et al.*, 2009). Por otro lado la progesterona durante un ciclo estral normal, es un importante esteroide inhibitorio, la cual presenta una correlación inversa entre la progesterona periférica y la secreción pulsátil de LH (Cortez y Gallegos, 2014).

En cuanto a la concentración de FSH después del parto, se encuentra en niveles bajos, alrededor del día cinco postparto, la secreción de FSH aumenta iniciando con ello el reclutamiento y posteriormente la selección dando origen a un folículo completamente desarrollado que se denominara folículo dominante (FD), durante la etapa de selección y dominancia los folículos dominantes cambian sus necesidades de FSH a LH, para poder crecer y madurar hasta convertirse en un folículo preovulatorio (Cortez y Gallegos, 2014), pero debido a que la secreción de LH durante el PP es inadecuada, resulta en una producción baja de andrógenos por el folículo y como consecuencia no hay aumento de estradiol y el FD sufre atresia en la etapa final de su diferenciación. Para que se pueda dar la ovulación, la secreción pulsátil de LH debe tener una ocurrencia de 40 a 60 minutos entre pulsos, con el fin de estimular la secreción de E₂ para que se pueda presentar un pico preovulatorio de LH y FSH (Gallegos Sánchez *et al.*, 2009).

Se ha sugerido que neurotransmisores como los Péptidos Opioides Endógenos (POEs) y el amamantamiento, participan en la inhibición de GnRH durante el anestro postparto y la lactancia (Cosgrove *et al.*, 1993; Yavas y Walton, 2000), probablemente elevando los niveles de prolactina e inhibiendo por consecuencia la secreción de LH (Malven, 1986).

Estudios como los de Cosgrove *et al.* (1993) sugieren que la acción de los POEs inhiben la secreción de GnRH, donde actúa como neurotransmisor en el APO, EM y núcleo arcuato. Esta inhibición resulta en una limitante para un adecuado desarrollo folicular en el anestro postparto.

Durante el anestro postparto, se ha demostrado que hay incidencia de cuerpos luteos de vida media corta, y esto se debe principalmente a que existe una luteolisis

prematura, resultado de la secreción de PGF2 α del útero en la fase de involución (Cooper *et al.*, 1991).

2.3. Factores que alargan la duración del anestro postparto

La reproducción en general de los mamíferos se encuentra controlada por el eje hipotálamo-hipofisario-gonadal, este eje se ve influenciado por factores internos y externos como lo son el fotoperiodo, el estrés, la nutrición y las interacciones sociales (Fabre-Nys *et al.*, 2015). Durante el periodo del anestro postparto este eje hipotálamo-hipofisario-gonadal, debe recuperarse en su totalidad para que la oveja sea capaz de mantener una nueva gestación, si no lo hace podría repercutir en grandes pérdidas económicas para los productores.

La duración del anestro postparto va a depender de diferentes factores así como las interacciones entre ellas, como lo son la raza, edad, condición corporal al momento del parto, época del año en la que ocurre el parto, nutrición, amamantamiento, involución uterina y presencia del macho (Sebastian y Inskeep, 1988).

Como se pudo observar en la endocrinología del anestro postparto son varios los factores que muy probablemente en conjunto son los que influyen ya sea de manera negativa o positiva en la duración del anestro postparto.

2.3.1. Nutrición

En zonas de climas tropicales, se ha demostrado que existen de dos a cuatro épocas de mayor actividad sexual y fertilidad en ovejas, las cuales concuerdan con la disponibilidad y abundancia de forrajes (Delpino y González-Stagnaro, 1993). Se menciona que las ovejas Pelibuey aunque no presentan un periodo de anestro estacional, disminuyen su actividad reproductiva durante los meses que comprenden de Enero a Junio concordando con la época de estiaje (Heredia, 1994).

Cuando en la etapa final de gestación y lactancia existe una ausencia de aporte de nutrientes, la oveja tiene la tendencia de recurrir a sus reservas corporales para poder mantener a la cría, dejando de lado su reproducción y no reiniciando su

actividad reproductiva hasta que recupere su condición corporal (Robinson *et al.*, 2002).

Godfrey y Dodson (2003) mencionaron en un estudio con ovejas de lana, que con una suplementación durante la época de estiaje se puede obtener una primera ovulación en 33.0 ± 3.1 días postparto. Por lo tanto es importante considerar estudios relacionados con el nivel óptimo de aporte de nutrimentos a la hora de suplementar.

Se ha considerado que la condición corporal de las ovejas es un gran indicativo de sus reservas corporales (Sanson *et al.*, 1993) relacionándose también con la tasa ovulatoria, ya que, se ha observado que en ovejas con condición corporal alta tienen mayor cantidad de folículos preovulatorios por lo tanto mayor tasa ovulatoria (De la Isla *et al.*, 2010).

Torreão *et al.*, 2008 aseguran que durante el PP, el inicio de la actividad reproductiva se relaciona directamente con la ingesta de energía. Mencionando que el proporcionar una dieta con 3.4 Mcal de Energía Metabolizable a las ovejas, estas reinician su actividad cíclica reproductiva durante los primeros 44 días postparto quedando gestantes por el carnero.

Una estrategia alimenticia comúnmente usada para procesos reproductivos específicos como la producción de gametos, producción de calostro y supervivencia embrionaria es la “alimentación focalizada o alimentación dirigida” que consiste en otorgar suplementación de corta duración a las ovejas en momentos precisos de su estado fisiológico (Martin *et al.*, 2004).

2.3.2. Presencia del macho (Efecto macho)

Se conoce como efecto macho al bioestimulo visual, olfatorio y físico que se da por medio de las feromonas las cuales son liberadas a través del olor, orina, secreciones perianales. Ocurre cuando se introduce al macho de manera repentina, en un rebaño de hembras que no habían estado en contacto con ningún macho anteriormente o por un espacio de tiempo de alrededor de 3- 4 semanas (Martin *et al.*, 1986).

En este efecto se involucra principalmente el órgano vomeronasal o también llamado órgano de Jacobson (sistema olfatorio principal) y los bulbos olfatorios accesorios, los cuales se encuentra conectados al hipotálamo (Gallegos Sánchez et al., 2009; Scaramuzzi et al., 2014), esta conexión es de gran relevancia para el control de la actividad reproductiva en el anestro postparto, pues después de introducir al macho se ha detectado un aumento en la frecuencia y amplitud de pulsos de LH y posteriormente la ovulación (Hawken *et al.*, 2008; Chanvallon *et al.*, 2010). Este incremento de pulsos de LH se mantiene aproximadamente 12 horas, pero transcurridos, de una a dos horas la amplitud de pulsos de LH disminuye, debido a que altos niveles de estradiol disminuyen la respuesta de la pituitaria a los pulsos de GnRH (Alvarez y Zarco, 2000).

Es muy frecuente que las ovulaciones que se dan, se describen como ovulaciones silenciosas porque no presentan comportamiento estral, algunas ovejas presentaran una fase lútea de aproximadamente 10 días mostrando un comportamiento estral a los 17-20 días después de la introducción del carnero, en otras ovejas el cuerpo lúteo de esta primera ovulación es de ciclo corto por lo que la oveja inicia un segundo ciclo presentando comportamiento estral hasta 22-28 días después de la introducción de carneros como se muestra en la Figura 4 (Fabre-Nys *et al.*, 2015).

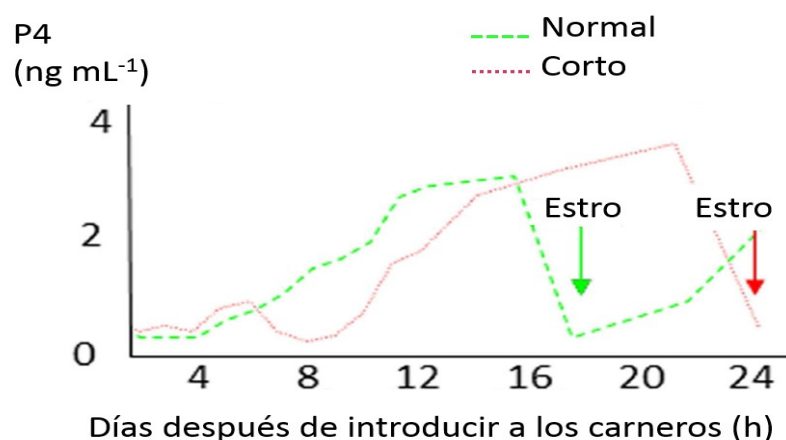


Figura 4. Cambios en los niveles plasmáticos de Progesterona (P4) indicando la formación de un cuerpo lúteo. Adaptado de Fabre-Nys *et al.* (2015).

Ciclo normal de la fase lútea (línea verde) con estro a los 16-19 días y ciclo corto de la fase lútea (línea roja) estro 21-26 días después de introducir al carnero.

Chanvallon *et al.* (2011) mencionaron que cuando se expone al carnero o su olor a las ovejas por periodos de tiempo cortos, no se produce cambios en el comportamiento de las ovejas, si no al parecer, las ovejas solo concentran su atención en el carnero provocándoles micción, sin embargo si este contacto se mantiene la secreción pulsátil de LH aumentara de 6 a 54 h después (Figura 5).

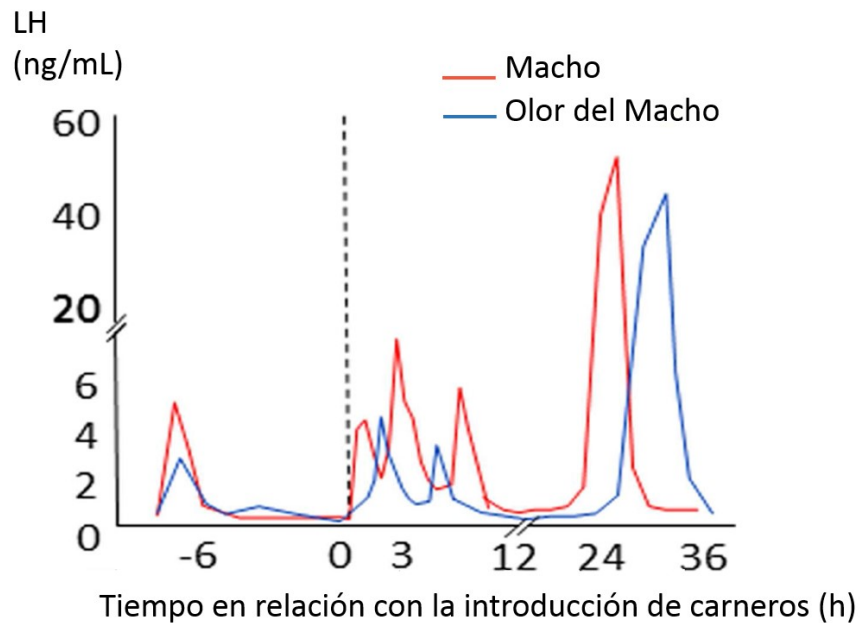


Figura 5. Niveles plasmáticos de LH con relación a la introducción de carneros en grupos de ovejas en anestro. Adaptado de Fabre-Nys *et al.* (2015).

Se ha demostrado que la presencia del carnero inmediatamente después del parto ha reiniciado la actividad cíclica ovárica de las ovejas, teniendo una primera ovulación aproximadamente 20.3 ± 9.7 días postparto en comparación con las ovejas que se mantuvieron totalmente aisladas del carnero, las cuales ovularon 50.4 ± 28.7 días postparto (Lassoued *et al.*, 2004).

En otro estudio (Morales-Terán et al., 2011) realizado con ovejas Pelibuey en anestro postparto, demostró que la interacción entre el control del amamantamiento y el efecto macho a los 7 días postparto reiniciaron su actividad ovárica antes de los 60 días postparto.

Para que el estímulo que causa el efecto macho se considere como exitoso, el incremento de la frecuencia pulsátil de LH, debe de ser de magnitud y mantenido por un lapso de tiempo de 24 a 36 horas (Alvarez y Zarco , 2000).

La eficiencia de la respuesta al efecto macho depende de varios factores, entre los cuales se encuentran, tiempo en anestro postparto de la oveja, profundidad del anestro (Alvarez y Zarco , 2000), condición corporal de hembras y machos, libido y proporción hembras machos (Flores *et al.*, 2000).

Sin embargo, en otros estudios como el de Hawken *et al.* (2005) mencionan que el exponer a las hembras 3 días antes de terminar la sincronización con progestágenos a la presencia del carnero, influye negativamente la fertilidad de las ovejas. En otro estudio con ovejas en anestro estacional se introdujo al macho por periodos cortos, y se obtuvieron resultados negativos en la secreción pulsátil de LH asociando más, a la secreción pulsátil de LH con la condición corporal de la oveja (Yildiz *et al.*, 2002). Por lo que se asocia la condición corporal con la eficacia del efecto macho, ya que en hembras con baja condición corporal se obtuvo menos folículos y menores tasas de ovulación en respuesta al efecto macho (Scaramuzzi *et al.*, 2014).

2.3.3. Amamantamiento

La lactancia es un estado fisiológico de las hembras, repercutiendo principalmente en la función hipotalámica, provocando que las hembras entren en un anestro (Dobek *et al.*, 2013) y como consecuencia alargando el intervalo parto-primera ovulación (IPPO). Se ha demostrado que el estímulo que ejerce la cría en la madre, durante un amamantamiento frecuente, influye en la inhibición de secreción pulsátil de LH, lo cual se relaciona inversamente con niveles séricos de prolactina (Gregg

Dw *et al.*, 1986). Por lo que implica una compleja interacción madre-cría y no solo estímulo táctil de la glándula mamaria (Tilbrook *et al.*, 2006).

Se han realizado diversos estudios en cuanto a la frecuencia del amamantamiento, en donde, se demuestra que reducir la frecuencia del amamantamiento a solo 30 min 2 veces día⁻¹ reduce el IPPO, empezando la restricción del amamantamiento en el día siete postparto (Pérez Hernández *et al.*, 2009; Morales-Terán *et al.*, 2011; Castillo-Maldonado *et al.*, 2013).

Se cree que la duración del anestro postparto así como la inhibición de la secreción pulsátil de LH, el desarrollo folicular y la esteroidogénesis se debe a, la acción de los péptidos opioides endógenos (POE's) los cuales inhiben la secreción de GnRH (Cosgrove *et al.*, 1993).

2.3.3.1. Endocrinología del amamantamiento continuo

Durante el parto la reserva de LH en la hipófisis anterior, se agota, debido al efecto negativo del estradiol proveniente de la placenta, afectando la síntesis de las subunidades α y β de LH y por consecuencia provocando disminuya la concentración LH (Nett, 1987).

En ovejas que están lactando, los niveles de prolactina y GnRH/LH son más altos que en ovejas que se encuentran en anestro estacional, en cuanto a los receptores estrogénicos en la eminencia media, los niveles de prolactina y LH son iguales en ambos grupos (Clarke *et al.*, 1984). Sugiriendo que la sensibilidad y el efecto de la retroalimentación es diferente para cada grupo de ovejas.

La inhibición de la secreción de GnRH en el APO, por efecto del amamantamiento se debe a la acción de los POE's, durante el amamantamiento se induce la liberación de β endorfinas en el hipotálamo (Gordon *et al.*, 1987) y probablemente influyendo en la síntesis, secreción y acción de neuropeptidos como oxitocina y prolactina, las cuales inhiben la secreción de GnRH y por consecuencia LH aunque esta hipótesis no ha sido probada (Tilbrook *et al.*, 2006).

Los POE's comprenden una familia de neurotransmisores que interactúan con sistemas neuronales, los cuales tienen un efecto en la secreción de LH (Cosgrove

et al., 1993), se menciona que puede estar involucrado el núcleo hipotalámicos A15 de la zona retroquiasmática lateral, en donde ocurre la síntesis de dopamina la cual inhibe la secreción de LH (Thiery *et al.*, 1995).

Por otro lado, algunos autores mencionan que los POE's actúan en dos momentos, inmediatamente después del parto y durante el tiempo que amamanta la cría, ya que estas acciones causan estrés asociándose con altas concentraciones periféricas de opioideos (Smart *et al.*, 1994; Tu *et al.*, 2005) y de cortisol (Cook, 1997). Tilbrook *et al.* (2006) y Torreão *et al.* (2008) mencionaron en sus respectivos estudios, que en animales expuestos a un estrés constante, se aumentan las concentraciones periféricas de ACTH y esteroides corticales, al igual que prolactina, y por consecuencia tanto los corticoesteroides como la prolactina inhiben la secreción de GnRH/LH y por ende la presentación de una ovulación.

En otro estudio realizado por Dobek *et al.* (2013) demostraron la participación de los POE's en el anestro postparto y realizaron un estudio con el fin de averiguar que receptor opioide estaba involucrado en la actividad del eje gonadotrópico en ovejas lactantes, aplicaron por separado, en el tercer ventrículo, los siguientes antagonistas de POE evaluando la respuesta de LH a: naloxona (receptores opioideos de todo tipo), naloxonazina (receptores opioideos específicos μ), GNTI (receptores opioideos específicos K) y naltrindol (receptores opioideos específicos δ). Sugiriendo que varios POE participan en la inhibición de secreción pulsátil de GnRH/LH (aplicación de Naloxona), aunque la mayor concentración de LH se obtuvo con el efecto resultante a la aplicación de naloxonazina para receptores opioideos específicos μ , siguiendo a este, el efecto del naltrindole específico para receptores δ .

2.3.3.2. Endocrinología del amamantamiento controlado

En ovejas que no amamantan, el reinicio de su actividad cíclica estral se presenta alrededor de la 3ra a 5ta semana postparto (Schirar *et al.*, 1989).

Conforme se desarrolla y va creciendo el cordero, el consumo de alimento sólido va en aumento, dependiendo menos del alimento que obtiene de la madre,

umentando paulatinamente las concentración de LH en la oveja, de esta manera se estimula el crecimiento folicular estabilizándose las concentraciones de estradiol (Gallegos Sánchez *et al.*, 2009), este resultado es muy probablemente lo que sucede cuando se hacen destetes precoces o cuando ocurre control del amamantamiento, ya que se reduce la frecuencia del amamantamiento.

En relación con el estradiol, las ovejas que no amamantan a sus corderos tienen mayor concentración de esta hormona, que ovejas que se encuentran al inicio del anestro postparto,

2.4. Fertilidad en el postparto

La fertilidad durante el anestro postparto va a depender principalmente de dos factores, la involución uterina o puerperio y el reinicio de la actividad cíclica ovarica (Hayder y Ali, 2008).

Se conoce como el puerperio al periodo después del parto en donde el tracto reproductivo regresa a su estado natural antes de la gestación, este periodo de regeneración es de suma importancia para el mantenimiento de una nueva gestación (Senger, 2003). El tiempo que dura el útero en volver a su tamaño original es de 4 semanas aproximadamente para ovejas de pelo (Godfrey *et al.*, 1999).

Durante el puerperio es poco probable el mantenimiento de una nueva gestación y que esta llegue a su término, debido a el desarrollo de cuerpos lúteos de vida media corta en la primera ovulación postparto y a una liberación prematura de prostaglandinas, hace imposible que se mantenga el cuerpo lúteo gestacional (Hernández y Zarco, 1998).

Se ha demostrado que la época de parto influye en el tiempo de involución uterina, en un estudio con ovejas de raza Farafra, en clima subtropico, involucionaron más rápido las ovejas que parieron en el mes de febrero (29.4 ± 1.2 días) que las ovejas que lo hicieron en el mes de junio (33.9 ± 1.1 días), también se ha demostrado que los factores como número de parto, numero de crías por parto, condición corporal y producción de leche no influyen en la involución uterina (Hayder y Ali, 2008).

El reinicio de la actividad cíclica ovárica, se define como el momento en el que se desarrolla un cuerpo lúteo de vida media normal y por consecuente el ciclo estral será con una duración de 17 días (Rubianes y Ungerfeld, 1993).

Existen dos fases en el restablecimiento de la secreción pulsátil de LH, para el reinicio de la actividad cíclica ovárica. La primera es un aumento de la frecuencia de la secreción pulsátil de GnRH y LH. Sin embargo, este incremento no es suficiente para el restablecimiento, pero por otra parte si induce una ovulación temprana ocasionada por un cuerpo lúteo de vida media corta (Arroyo *et al.*, 2009). La segunda fase empieza, cuando al terminar el ciclo estral corto, existe en un aumento en las concentraciones de FSH y aumento en la frecuencia de secreción pulsátil de LH, induciendo la síntesis de estradiol. A concentraciones altas de estradiol existe una retroalimentación positiva hacia el hipotálamo actuando en el núcleo ventromedial del área mediobasal (Caraty *et al.*, 1998), estos eventos inducen a maduración folicular, seguido de la ovulación y desarrollo de un cuerpo lúteo de vida media normal (Schirar *et al.*, 1989).

2.5. Muerte embrionaria

Es necesario que, para mantener una nueva gestación durante el anestro postparto, esté presente un cuerpo lúteo de vida media normal y que se produzca suficiente cantidad de progesterona (Hernández y Zarco, 1998). Para que el CL pueda sintetizar progesterona a partir de colesterol, es necesario la presencia de 3β -hidroxiesteroide deshidrogenasa (3β -HSD) y P450scc (Peng *et al.*, 2002), estas enzimas rompen la cadena colateral de colesterol permitiendo la síntesis de grandes cantidades de progesterona (Stocco *et al.*, 2007).

Por otra parte, el CL de vida media corta, que se desarrolla muy frecuentemente en el anestro postparto, es insuficiente para sintetizar P_4 para el mantenimiento de la gestación (Garverick y Smith, 1986). Estos CL se caracterizan por que hay una regresión del mismo, la cual obedece a la liberación prematura de $PGf_{2\alpha}$, esta liberación prematura se asocia con la aparición de receptores para oxitocina en endometrio durante el día 5 después de la ovulación (Hunter *et al.*, 1989) aunque este mecanismo aún no ha sido esclarecido en su totalidad, y no se sabe si la

apoptosis de las células lúteas inicia antes o después de la acción de $PGf_2\alpha$ (Gonella *et al.*, 2010).

Durante un ciclo normal la elongación rápida del blastocisto, las células mononucleares del trofoblasto deben de secretar grandes cantidades de Interferon Tau ($INF\tau$), con el fin de mantener la integridad morfológica y funcional del cuerpo lúteo desarrollado de manera que este sea capaz de mantener una secreción de P_4 adecuada (Thatcher *et al.*, 1997).

Con el fin de evitar la regresión del CL que normalmente ocurre entre los días 15-17 en un ciclo normal y evitando disminuir los niveles de progesterona, el embrión debe enviar un mensaje al útero por medio de la proteína trofoblástica ovina (OTP-1) informando que se encuentra ahí (Hunter, 1991), el embrión secreta OTP-1 entre los días 12 y 13 después de la fertilización por lo que solo tiene 1-2 días para que no ocurra una muerte embrionaria (Aké-López *et al.*, 2005).

Humblot (2001) mencionó que la muerte embrionaria se divide en dos, muerte embrionaria temprana, la cual sucede en ovejas durante el día 11 y 13 postempadre y muerte embrionaria tardía el cual ocurre a partir del rescate del cuerpo lúteo hasta el estado de diferenciación embrionaria completo.

Sin embargo, las muertes embrionarias no solo son a causa de factores endocrinos, Vanroose *et al.* (2000) mencionaron que las pérdidas embrionarias también pueden deberse a factores nutricionales, genéticos, ambientales, así como también, debido a enfermedades.

2.6. Reconocimiento materno

La gestación se establece y se mantiene en respuesta a una serie de interacciones entre el embrión y sus membranas asociadas y el tracto reproductivo de la madre (Thatcher *et al.*, 1997).

Para que una hembra sea capaz de poder quedar gestante y albergar un embrión de forma exitosa, debe crearse un ambiente embriotrófico adecuado, esta receptividad va a depender de dos mecanismos. El primero es en relación a la madre y es a través de una adecuada relación entre E_2 y P_4 , para que no se secrete

PGF₂α y no ocurra una lisis del cuerpo lúteo y el segundo es mediado por el trofoblasto que secreta Interferón Tau (INF_T), este último tiene efecto luteotrópico entre los días 15 y 19 de la gestación desencadenando el proceso de reconocimiento materno de la preñez (Gonella *et al.*, 2010), definiéndose como el periodo en el cual el concepto da señales de su presencia a la madre antes de que se inicie la regresión del cuerpo lúteo .

2.7. Endocrinología del reconocimiento materno

Para el establecimiento de una gestación exitosa existen varios factores que se deben contemplar, comenzando con la presencia de un embrión, reconocimiento, implantación y placentación (Spencer *et al.*, 2004).

El inicio de una gestación comienza con un embrión en etapa de mórula, el cual entra al útero en los días 4 y 6 postmonta, formando un blastocisto, después de la eclosión durante el día 8-9 postmonta el blastocisto crece en forma tubular en la zona pelucida, denominándolo *conceptus* (embrión-feto y membranas asociadas extraembrionarias). El embrión comienza a alargarse en el día 12 postmonta, formando un embrión filamentoso aproximadamente de 10-15 cm de longitud el cual ocupa toda la longitud del cuerno uterino del mismo lado del CL (Dorniak *et al.*, 2013).

La progesterona ovárica proveniente de los CL, ayuda a estimular el crecimiento de pre-implantación del blastocisto y su elongación (Spencer *et al.*, 2013), mientras que la acción de INF_T, es la señal del reconocimiento materno de la preñez, el cual es secretado durante la fase de elongación del embrión (Dorniak *et al.*, 2013), actuando de manera paracrina sobre el endometrio inhibiendo la secreción de PGF₂α (Thatcher *et al.*, 1997).

Cuando ocurre la secreción de PGF₂α, es a través de pulsos en el endometrio luminal y el epitelio glandular superficial, porque expresan receptores para Oxitocina (OT), siendo estas las únicas células que expresan la ciclooxigenasa 2 (COX-2) esta enzima es de gran importancia para la síntesis de P₄, por lo que los factores producidos localmente con acción parácrina pueden estar involucrados en regular

la expresión genética para receptores uterinos de E₂ y P₄, desarrollo del mecanismo luteolítico, crecimiento y desarrollo uterino y quietud del miometrio (Spencer y Bazer, 2002).

2.7.1. Importancia de la Progesterona

Lonergan (2011) mencionó que la progesterona producida por el CL tiene acción en útero, estimulando y manteniendo las funciones necesarias para el crecimiento, implantación del blastocisto, placentación y desarrollo del embrión.

El aumento en concentraciones de P₄ después de la ovulación, mejora la elongación del embrión (Satterfield, 2006), mientras que concentraciones más bajas durante la fase lútea, ocasiona un retraso en el desarrollo embrionario en ovinos y bovinos (Forde *et al.*, 2011).

Para evitar que suceda la regresión del CL es necesario que el embrión secrete INF τ , pero también es necesario la presencia de P₄, la acción de esta última será mediada, por receptores para progesterona (RP), estos receptores se expresan en células endometriales del estroma uterino. Durante la gestación no son detectados en el epitelio luminal de la oveja hasta el día 11 de la gestación y en epitelio germinal hasta el día 13 de la gestación, por lo que para regular las funciones esenciales y lograr una exitosa implantación y placentación es necesario que las células del estroma respondan a la acción de P₄, produciendo factores que actúen de forma parácrina en las células epiteliales uterinas (Dorniak *et al.*, 2011).

Existen varios factores de crecimiento que son mediados por progesterona. Entre los factores de crecimiento derivados de células estromales se encuentran tres, los cuales son factor de crecimiento de fibroblastos 10 (FGF-10), factor de crecimiento de fibroblastos 7 (FGF-7) y factor de crecimiento de hepatocitos (HGF) los cuales actúan a través de receptores que son únicos para células epiteliales (Sekine *et al.*, 1999).

2.7.2. Importancia del INF τ

El INF τ actúa en el útero alterando la secreción de PGF₂ α , facilitando el mantenimiento del CL evitando la luteólisis. Asegurando así, la producción de P₄ por

el CL. Las acciones del INF τ para que se realice el reconocimiento de la preñez e undicir o aumentar la expresión de genes estimulados con interferón (ISGs) son dependientes de P₄ (Ott *et al.*, 1992).

Estudios mencionan que el INF τ estimula la transcripción de cierto número de genes y las actividades de varias enzimas de células de manera específica dentro del endometrio, involucradas en el establecimiento de la receptividad uterina, la elongación e implantación del embrión (Hansen *et al.*, 1999). También se conoce que el INF τ puede inhibir la transcripción de genes de receptores para E₂ y oxitocina, induce o aumenta la expresión de ISGs en endometrio, entre los genes estimulados se encuentran STAT1 y 2, 2', 5' oligoadenilato sintetasa (OEA) IRF-1, beta2-microglobulina, proteína Mx e ISG-17 (Johnson *et al.*, 2001).

Sin embargo estudios *in vivo* demostraron que la mayoría de los ISG no se inducen de INF τ del epitelio luminal o epitelio glandular superficial durante una gestación temprana (Choi *et al.*, 2001).

El resultado de estos cambios en la expresión génica, es la secreción o el transporte de sustancias (por ejemplo, glucosa, aminoácidos y proteínas) del endometrio al lumen uterino para la supervivencia embrionaria (Dorniak *et al.*, 2013).

Estudios recientes indican que algunos, de los mecanismos, vías y factores que regulan la elongación del embrión en rumiantes son hereditarios (Forde y Lonergan, 2012).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante el anestro postparto (APP) suceden cambios tanto físicos como fisiológicos en la oveja, que repercute en que exista una anovulación haciendo poco probable el mantenimiento de una nueva gestación. El amamantamiento del cordero retrasa el restablecimiento de la actividad ovulatoria (Arroyo *et al.*, 2009), vía los péptidos opioides endógenos, el cual se establece en la fase final de la gestación y durante fase temprana del anestro postparto, mediante retroacción negativa del estradiol disminuye la secreción de GnRH y LH (Dobek *et al.*, 2013), por lo que se han desarrollado diferentes estrategias de manejo del amamantamiento para restablecer la actividad ovulatoria postparto lo más pronto posible. La restricción del contacto entre la oveja y el cordero demuestra que el amamantamiento durante 30 min dos veces al día restablece la actividad ovárica postparto antes de los 35 días postparto (Castillo-Maldonado *et al.*, 2013). Una vez que la oveja ha reiniciado su actividad ovárica, la fertilidad de la misma va a depender principalmente del puerperio, etapa en la que ocurre la involución uterina. El mantenimiento de la gestación va a depender de la vida media de los cuerpos lúteos, ya que durante esta etapa es muy común que se desarrollen cuerpos lúteos de vida media corta en la primera ovulación después del parto (Hernández y Zarco, 1998), por lo que durante esta etapa es de gran importancia la progesterona (P4), pues se ha demostrado que niveles altos son fundamentales para el desarrollo y supervivencia del embrión, ya que durante la fase lútea temprana inhibe la secreción de GnRH, así como también de receptores α estradiol (E2- α) y oxitocina (Spencer *et al.*, 2004). Por lo que el objetivo del presente estudio es evaluar el uso de dos estrategias de amamantamiento y progestágenos exógenos (CIDR) en el porcentaje de gestación en ovejas de pelo durante el anestro postparto.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación

La investigación se realizó en el Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (LaROCa) ubicado en el Colegio de Postgraduados campus Montecillo, Montecillo, Municipio de Texcoco, Estado de México. Se localiza a 98° 54'34.30" longitud O y 19° 27'51.90" latitud N, a una altitud de 2240 msnm. El clima predominante es templado subhúmedo C (w), con precipitación de 644.8 mm y temperatura media anual de 15° C (García, 2004).

4.2. Animales y alimentación

Se utilizaron 39 ovejas adultas, de razas de pelo, con sus respectivas crías (77 corderos, hembras y machos) provenientes de partos simples y múltiples, que había parido en septiembre y octubre 2013. El peso corporal promedio de las ovejas fue de 58.7 ± 19.4 . Para el empadre de las ovejas se utilizaron machos adultos de razas Pelibuey, Damara y Dorper. Las ovejas consumieron una dieta integral con 14 % de PC y 2.6 Mcal de EM. Por otra parte, la alimentación de los corderos se basó en consumo de leche de sus respectivas madres asegurándose que durante la primera hora de nacidos ingirieran calostro y, a partir del día 7 postparto, se les ofreció a libre acceso un concentrado iniciador en forma de pellet a través del sistema de alimentación "creep feeding" y tuvieron acceso a agua potable a libre acceso.

4.3. Manejo de los animales

Las ovejas permanecieron en aislamiento de los sementales hasta el momento del empadre, en corrales provistos con 40% de sombra, con agua a libre acceso y con suficiente espacio en los comederos asegurándose de que todas las ovejas pudieran comer al mismo tiempo. 30 días antes del parto se vacunaron (Bobact-8®, 2.5 mL vía IM oveja⁻¹, Intervet) y se les aplicó selenio con vitamina E (MUSE®, 1 mL 50 kg⁻¹ PV, vía subcutánea, Schering-Plough). Una semana antes de la sincronización del estro se despezuñaron, desparasitaron (Closantil 5% 00AE, 1 mL 10 kg⁻¹ PV, Chinoin) y vitaminaron (Amino-Lite®, 5 mL vía subcutánea, Boehringer Ingelheim).

Las ovejas del grupo de amamantamiento continuo permanecieron con sus corderos durante las 24 h del día, mientras que las ovejas del grupo de amamantamiento controlado, a partir del día 9.5 ± 3.5 en promedio debido a las fluctuaciones en las fechas de parto de las ovejas, fueron separadas de sus corderos, teniendo acceso a ellos para alimentarlos, durante 30 minutos dos veces al día⁻¹, mañana y tarde.

El destete de los animales se realizó, para los corderos de las ovejas del grupo de amamantamiento continuo al día 67.5 ± 2.5 postparto y para los corderos del grupo amamantamiento controlado se realizó al día 66 ± 4 postparto.

4.4. Tratamientos

Al inicio de la investigación se separaron a las ovejas en dos grupos con diferente modalidad de amamantamiento Ac y AC. Posterior a la sincronización del estro con CIDR, cada grupo del tipo de amamantamiento, se dividió en forma aleatoria en otros dos grupos, uno con el uso de un progestágeno (CIDR) post-empadre y el otro sin la inclusión del CIDR postempadre, quedando 4 tratamientos en total (Cuadro 1).

Cuadro 1. Asignación de ovejas a tratamientos experimentales

Tratamiento	N° animales
Ac	10
Ac + CIDRPE	10
AC	9
AC + CIDRPE	10

Ac= Amamantamiento continuo, Ac +CIDRPE= Amamantamiento continuo + CIDR post-empadre, AC= amamantamiento controlado y AC+CIDRPE= Amamantamiento controlado + CIDR post-empadre.

4.5. Sincronización de estro

Se utilizó un dispositivo intravaginal con progesterona (P₄) natural, de lenta liberación (CIDR, Pfizer®, 300 mg P₄) durante nueve días (35-40 DPP amamantamiento continuo y 33-40 DPP para amamantamiento controlado), durante los nueve días se revisaban a las ovejas dos veces día⁻¹ para corroborar la presencia del CIDR. Al día siete del protocolo de sincronización se les aplicó 6.71 mg de dinoprost trometamina oveja⁻¹ IM (Lutalyse®, PFIZER, S.A. de C.V., E.U.A) con el fin de lisar probables cuerpos lúteos que pudieran tener las ovejas. Al día nueve, se retiró el CIDR y se comenzó con la detección de estro cada cuatro horas (Figura 6). Para el empad্রে, se introdujo un carnero, el cual se cambiaba cuando realizaba como máximo cuatro montas.

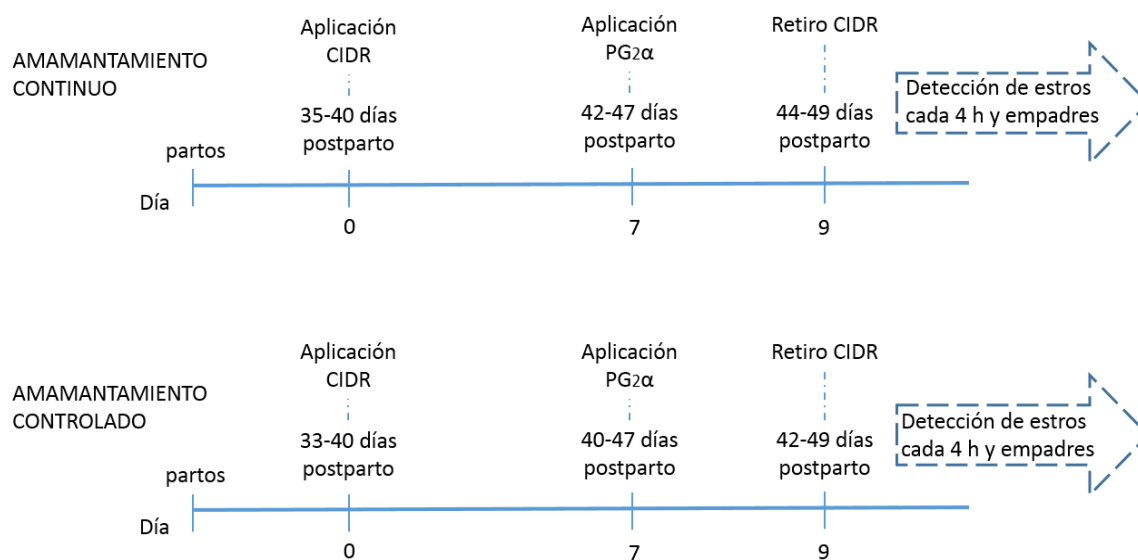


Figura 6. Sincronización de estros

4.6. Uso de progestágeno post-empad্রে

Al día seis posterior al empad্রে, a las ovejas dentro de los tratamientos Ac + CIDRPE y AC + CIDRPE, se les introdujo un CIDR durante 11 días (completar un ciclo reproductivo de la oveja), con el objetivo de aumentar los niveles de progesterona para apoyar el mantenimiento del embrión. Al día 17 postempad্রে se retiró y se prosiguió a detectar retornos a estro (Figura 7).

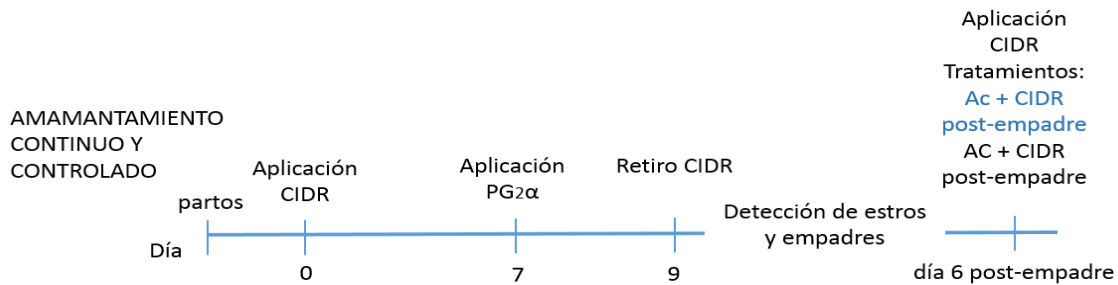


Figura 7. Progestágeno post-empadre

4.7. Diagnóstico de gestación

El diagnóstico de gestación se realizó a los 60 días después del empadre, se utilizó un ecógrafo portátil (UMS 900®, Universal Medical Systems) con un transductor de 3.5-7.0 Mhz. El diagnóstico de gestación se confirmó con las concentraciones de progesterona plasmática, en el suero sanguíneo de las muestras sanguíneas tomadas después del empadre y se corroboró nuevamente con el parto.

4.8. Muestreos, conservación y análisis de muestras sanguíneas para determinar niveles de progesterona.

Las muestras sanguíneas (5 mL) para su posterior análisis y determinación de concentraciones de P₄, se obtuvieron mediante punción de la vena yugular en diferentes momentos de la investigación (Figura 8).

Posteriormente se centrifugaron a 693 g (centrifuga Solbat® C600) durante 20 min para separar el suero sanguíneo. El suero se separó por medio de decantación y se almacenaron a -20°C hasta su análisis.

Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio Reproducción Animal del CENID Microbiología INIFAP, Palo Alto México Distrito Federal. Para determinar niveles de progesterona, se utilizaron kits para radioinmunoanálisis en fase sólida (Coat-A-Count Progesterone®, Siemens, CA, USA) con una sensibilidad de análisis de 0.05 ng mL⁻¹ con un coeficiente de variación intraensayo de 3.9 %.

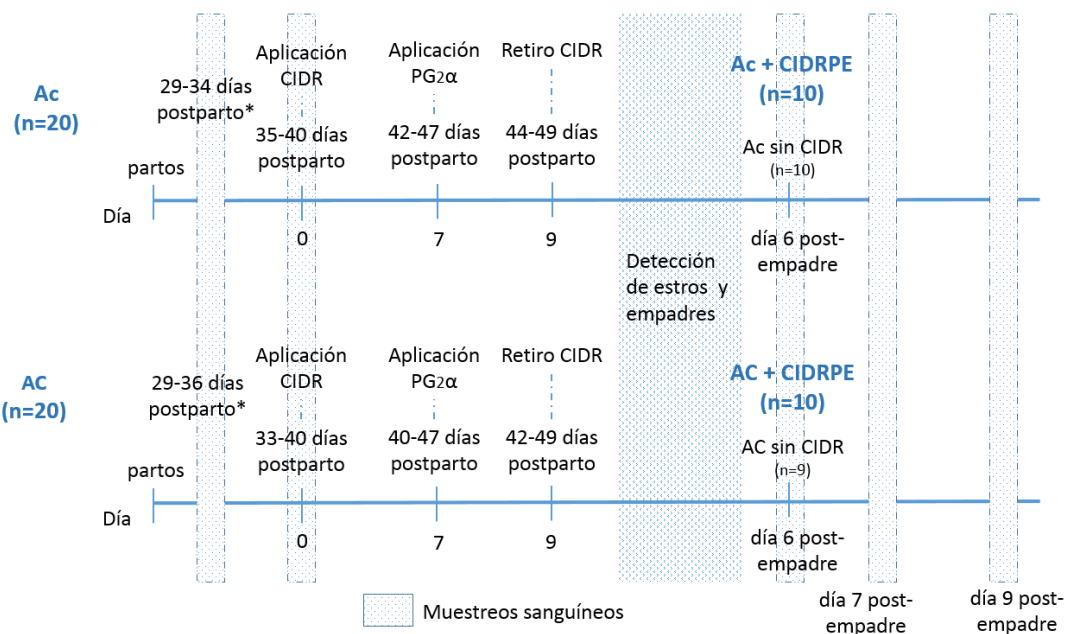


Figura 8. Muestreos sanguíneos para determinar progesterona

Ac= Amamantamiento continuo, Ac+CIDRPE= Amamantamiento continuo + CIDR post-empadre, AC= amamantamiento controlado y AC+CIDRPE= Amamantamiento controlado + CIDR post-empadre. * El desfase de días se debe a la diferencia en la fecha de parto de las ovejotas.

Los muestreos realizados previo a la sincronización fueron para identificar si las ovejotas habían restablecido su actividad ovárica, dos muestreos con valores de 0.5 ng mL⁻¹ o un muestreo con 1 ng mL⁻¹ de progesterona. En cuanto a los muestreos post-empadre fueron para verificar si el estro fue seguido de la ovulación, si existieron cuerpos lúteos de vida media normal o de vida media corta y, para corroborar si los niveles de progesterona influyen en la sobrevivencia embrionaria.

4.9. Variables estudiadas

- **Tiempo al inicio de estro (h).** Medido en horas desde el retiro del CIDR para la sincronización de estros y el inicio del estro.
- **Manifestación de estro (%).** Porcentaje de ovejotas que manifestaron conductas de la presencia de estro después de retirar el CIDR.

- **Retorno a estro post-empadre (%).** Porcentaje de ovejas que presentaron comportamiento estral, alrededor de los días 17 y 34 postinseminación.
- **Porcentaje de gestación (%).** Porcentaje de ovejas que tuvieron un resultado positivo al diagnóstico de gestación.
- **Porcentaje de parición (%).** Porcentaje de ovejas que fueron diagnosticadas como positivas en el diagnóstico de gestación y que culminaron la gestación con el parto.
- **Tasa de Prolificidad.** Numero de corderos nacidos entre el número de ovejas paridas por tratamiento.
- **Tasa de Fecundidad.** Numero de corderos nacidos entre el número total de ovejas por tratamiento.

4.10. Análisis estadístico

La variable respuesta a tiempo al inicio de estro, se analizó mediante el método curvas de supervivencia LONG-RANK, utilizando el procedimiento LIFE TEST y comparación de medias con Kaplan-Meier (SAS®, versión 9.3, 2010, USA), estableciendo las diferencias con un nivel de confianza menor al 5 % ($p < 0.05$).

Las variables Manifestación de estro, retorno a estro post-empadre, porcentaje de gestación y parición se utilizó el procedimiento GENMOD con un modelo de regresión Binomial negativa (SAS®, versión 9.3, 2010, USA), con un nivel de confianza menor al 5 % ($p < 0.05$). El modelo descrito es el siguiente:

$$p(y_i = y \setminus x_i) = \frac{e^{-\lambda_i} \lambda_i^y}{y!}$$

Para el análisis de las variables tasa de prolificidad y fecundidad se utilizó un método mediante intervalos de confianza, con distribución Poisson (Minitab16, 2014) con un nivel de confianza menor al 5 % ($p < 0.05$).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Efecto de estrategias en la lactancia

5.1.1. Manifestación y Tiempo al inicio de estro

El porcentaje de ovejas que presentaron signos de estro después del retiro del CIDR para sincronización, no fue diferente entre tratamientos ($P>0.05$); sin embargo, las ovejas del grupo de Ac, mostraron diferencias ($P<0.05$) para el inicio del estro respecto a las ovejas de amamantamiento controlado; las cuales presentaron manifestaciones de estro más tarde y de manera más dispersa (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de ovejas que manifestaron estro y tiempo de inicio al estro

Tratamiento	Ovejas que manifestaron estro (%)	Tiempo inicio de estro (h)
Ac (n=20)	95 ± 0.2 a	20.97 ± 4.3 a
AC (n=19)	95 ± 0.2 a	31.77 ± 9.1 b

Ac= Amamantamiento continuo, AC= amamantamiento controlado

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

Este resultado no concuerda en lo reportado por Castillo-Maldonado *et al.* (2013), en donde reportan que después del retirado el CIDR del protocolo de sincronización las ovejas respondieron a los pocos minutos de la introducción del carnero y el grupo que tuvo un mejor agrupamiento fue el de las ovejas con control del amamantamiento.

En la Figura 9, se presentan las curvas de supervivencia para los tiempos de inicio del estro de las ovejas donde la modalidad de Ac tuvo mayor agrupación ($p<0,05$), transcurridas las 72 horas de detección de estro, el 95 % de las ovejas manifestara comportamiento estral, ya que en cada tratamiento hubo una oveja que no manifestó comportamiento estral.

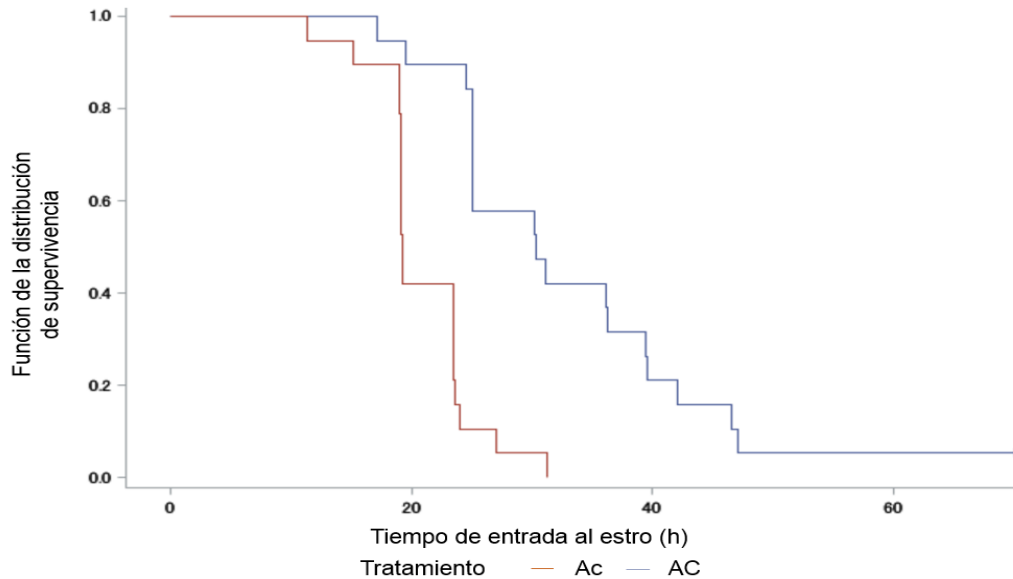


Figura 9. Curvas de supervivencia para la hora de inicio del estro.

Formadas por los estimadores de supervivencia de Kaplan-Meier y el porcentaje de ovejas en estro a diferentes tiempos por tratamiento ($p < 0,05$). Ac= Amamantamiento continuo; AC= Amamantamiento controlado.

Álvarez Ramírez y Zarco Quintero (2000) mencionaron que cuando la oveja están en amamantamiento, se inhibe la secreción de LH, pero este efecto va disminuyendo a medida que avanza el periodo postparto, por lo que las diferencias encontradas entre los dos grupos, pudieron deberse a que las ovejas del tratamiento Ac tenían mayor tiempo en anestro postparto (alrededor de 40 días postparto) y, los corderos eran más grandes en comparación con los de AC (en promedio 33 días postparto). Esta situación aumentó el consumo de alimento de los corderos de Ac, ocasionando que los pulsos de LH en las ovejas fuera mayor y, por consecuencia, que ocurra la ovulación (Hawken *et al.*, 2008).

El efecto del amamantamiento controlado, no se pudo observar de manera adecuada, debido al desfase de las pariciones, ya el primer grupo en sincronizar estro fueron las ovejas de Ac, debido a esto y a que se encontraban en un corral contiguo las ovejas del grupo AC, pudo influir de manera indirecta la presencia del carnero en las ovejas de AC inducir el estro antes de la sincronización, ya que se ha sugerido, que la presencia continua de los carneros a partir del parto incrementa

el número de ovejas ovulando, acorta el intervalo parto primera ovulación y reduce la profundidad del anestro posparto (Lassoued *et al.*, 2004).

En cuanto a la manifestación de estro no se encontraron diferencias ($P>0.05$) entre tratamientos, presentándose en ambos tratamientos una oveja que no presento signos de estro en las primeras 72 horas después de retirado el CIDR. Este resultado concuerda con lo reportado por (Martínez-Tinajero *et al.*, 2008) y se puede deber a la eficiencia del carnero en detectar estros y a la metodología empleada.

Delgadillo *et al.* (2009) mencionaron que la presencia del carnero, estimula la secreción pulsátil de LH y por consecuencia existe la ovulación, por esta razón se puede asociar a que la presencia del carnero pudo haber influido en que el 95% de las ovejas presentaran signos de estro. Lassoued *et al.* (2004) realizaron un estudio con ovejas en APP, divididas en dos tratamientos, ovejas que permanecían 24 h día-1 con el carnero (R) y ovejas aisladas completamente del carnero (NR), teniendo como resultado que el 73 % de las ovejas del grupo R ovularon en los 20 días PP, mientras que las ovejas totalmente aisladas en su mayoría se agruparon alrededor del día 100 postparto. En otro estudio, con ovejas en APP, se obtuvo que las ovejas con AC sin efecto macho, ovularon alrededor del día 42 postparto, mientras que las ovejas con Ac sin el efecto macho ovularon hasta el día 56.7 en promedio (Morales-Terán *et al.*, 2011). Aunque en esta investigación no se realizó un protocolo para ver el efecto macho en las ovejas, se sugieren la importancia de la estimulación con carnero.

El uso de progesterona en el protocolo de sincronización, permite que las ovejas manifiesten estro durante los primeros días después de que se retira el CIDR y se introducen a los machos, su forma de acción es la de prevenir la formación de CL de vida media corta (Ungerfeld, 2003). Sin embargo, la exposición prolongada de las células endometriales a P4 (8-10 días) promueve la acumulación endometrial de ácido araquidónico y ciclooxigenasa (COX), siendo ambos necesarios para la síntesis de $PGF_{2\alpha}$, reduciendo en endometrio receptores para progesterona (RP) y aumentando la expresión de receptores para estrógenos (ER) y oxitocina (OTR) (Gonella *et al.*, 2010). Los resultados obtenidos en el presente estudio, sugieren que

es posible sincronizar ovejas en anestro postparto usando progesterona y prostaglandinas como parte del protocolo de sincronización, con la finalidad de inducir el estro, se recomienda el uso del carnero.

5.1.2. Análisis de progesterona antes de la sincronización

De acuerdo a los niveles de progesterona que se registraron en el muestreo sanguíneo antes de la sincronización del estro (36.5 ± 3.5 días PP) el 84.2 % de ovejas con AC y el 100 % de las ovejas con la modalidad de Ac, ya se encontraban ovulando (Figura 10) antes del momento de la sincronización (33-40 días postparto), por lo que no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en las concentración de P4 sérica entre tratamientos, ya que antes de la sincronización por lo menos en alguno de los dos muestreos sanguíneos que se realizaron, se obtuvieron niveles de progesterona sérica mayores a 1 ng mL^{-1} , indicando que el CL había adquirido su total funcionalidad (Hernández y Zarco, 1998).

El mayor el número de ovejas que ovularon entre los días 29-36 postparto fueron los del grupo de Ac (amamantamiento continuo). Este resultado no concuerda con Morales-Terán *et al.* (2004) y Camacho (2007), en el que mencionaron que las ovejas dentro del grupo de amamantamiento controlado ovularon antes que las ovejas con amamantamiento continuo.

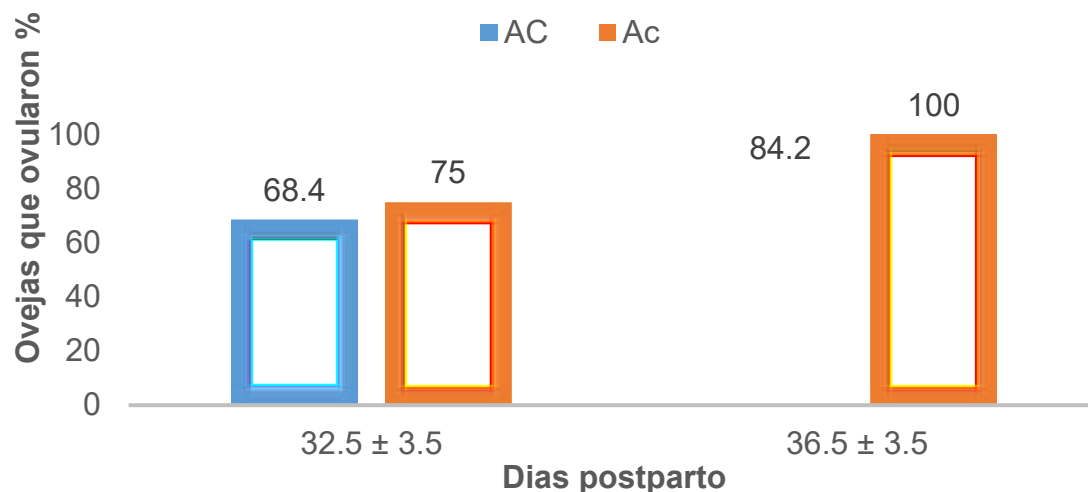


Figura 10. Porcentaje de ovejas que ovularon antes de la sincronización en AC= amamantamiento controlado y Ac= amamantamiento continuo.

Sin embargo, el resultado en el presente estudio, se pudo deber al desfase de días entre los partos de Ac y AC entre ambos grupos de amamantamiento, ya que las ovejas que se encontraban alrededor del día 36 fueron las ovejas del grupo del Ac y las ovejas cercanas al día 29 post-parto fueron las de AC. Este resultado concuerda con el reportado por Castillo (2012) en donde realizó muestreos al día 30 y 35 días postparto, en el cual obtuvo que al día 30 postparto solo 4 ovejas de amamantamiento controlado y 14 de amamantamiento continuo mostraron actividad lútea (de un total de 48 ovejas por grupo), mientras que en el muestreo del día 35, 43 ovejas del grupo controlado y 18 del grupo continuo obtuvieron niveles superiores a 1 ng mL^{-1} reportando en ambos grupos un mayor número de ovejas que ovularon en el día 35 postparto.

En un estudio realizado por Pérez Hernández *et al.* (2009) reportaron que aproximadamente el 50% de las ovejas que ovularon antes de los 35 días postparto, fueron a las que se realizó destete precoz (7 días postparto) y solamente un 10% para las ovejas con control del amamantamiento (30 min día^{-1}), sin embargo con el destete precoz se incrementa considerablemente la mortalidad de los corderos.

5.2. Retorno a estro

El resultado de retorno a un nuevo estro después del empadre no se obtuvieron diferencias ($P > 0.05$) como se muestra en el cuadro 3. Ac+CIDRPE y AC+CIDRPE mostraron tendencias, a no retornar durante los primeros 17 días postempadre, sin embargo estas tendencias disminuyeron en la detección del segundo retorno a estro, momento en el que se retiró el CIDR postempadre. Este resultado se puede deber a que la mayoría de las ovejas presentaron signos de estro durante un periodo de 35 a 50 horas después de retirado el CIDR, durante este periodo Fernández *et al.* (2006) mencionaron que es cuando se tiene mayor fertilidad, después de este periodo, la fertilidad tiende a disminuir.

El resultado de la investigación se puede atribuir a la presencia de CL de vida media corta, los cuales son muy comunes durante la primera ovulación de las ovejas en anestro postparto (Garverick y Smith, 1986). Sin embargo, existe la posibilidad de

que quizá no existió la fecundación para algunas de las ovejas ya que la mayoría de los retornos fueron dentro de los días 16-19 postempadre, por lo que se sugiere que no hubo fecundación, ya que la regresión de un CL de vida media normal, ocurre alrededor de los días 15-17 dentro de un ciclo estral normal (Hunter, 1991).

Cuadro 3. Detección de manifestación de estro del día 0 hasta el día 34 después del empadre.

TRATAMIENTO	17 días %	34 días %
Ac (n=10)	20 (2/10)	75 (6/8)
Ac+ CIDRPE (n=10)	10 (1/10)	33.33 (3/9)
AC (n=9)	11.11 (1/9)	25 (2/8)
AC+CIDRPE (n=10)	0 (0/10)	30 (3/10)

Ac= Amamantamiento continuo, Ac+CIDRPE= Amamantamiento continuo + CIDR post-empadre, AC= amamantamiento controlado y AC+CIDRPE= Amamantamiento controlado + CIDR post-empadre.

En cuanto a los tratamientos Ac+CIDRPE y AC+CIDRPE que fueron en los que se usó P4, 6 días después del empadre, no se presentaron signos de estro durante los primeros días si no hasta la detección del segundo estro, esto pudiéndose deber a la caída abrupta de los niveles de progesterona al momento del retiro del CIDR post-empadre que fue al día 17, o porque todavía no se había desencadenado el reconocimiento materno de la preñez, por medio del cual se secreta Interferón Tau (INF τ), el cual tiene un efecto luteotrópico entre los días 15 y 19 de la gestación (Gonella *et al.*, 2010).

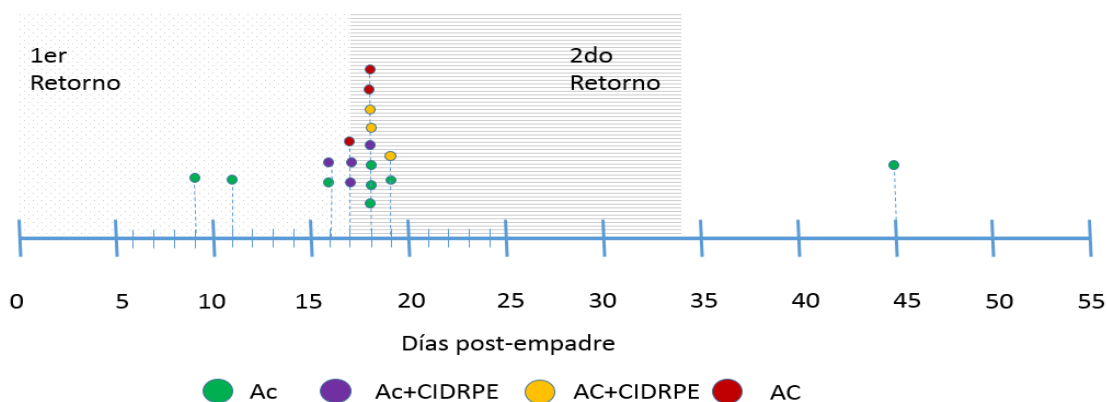


Figura 11. Distribución de la incidencia de retorno a estro después del empadre.

(Ac= Amamantamiento continuo, Ac+CIDRPE= Amamantamiento continuo + CIDR post-empadre, AC= amamantamiento controlado y AC+CIDRPE= Amamantamiento controlado + CIDR post-empadre).

En contraste, Vanroose et al. (2000) mencionan que las muertes embrionarias no solo son a causa de factores endocrinos, sino que también pueden deberse a factores nutricionales, genéticos, ambientales, así como también debido a enfermedades.

5.3. Porcentaje de gestación y parición

El tratamiento de AC tuvo 66.6 % de gestación ($P < 0.05$), mostrando diferencias en comparación con el tratamiento Ac en el que solo 20 % de las ovejas resultaron gestantes. El uso de progestágenos hizo que las ovejas de los tratamientos Ac+CIDRPE y AC+CIDRPE tuvieran porcentaje de gestación similar ($P > 0.05$) al tratamiento AC (Cuadro 4).

Cuadro 4. Porcentaje de Gestación y Parición.

Tratamiento	% Gestación	% Parición
Ac (n=10)	20 (2/10) a	100 (2/2)
Ac+CIDRPE (n=10)	60 (6/10) ab	100 (6/6)

AC (n=9)	66.6 (6/9) b	100 (6/6)
AC+CIDRPE (n=10)	50 (5/10) ab	100 (5/5)

Ac= Amamantamiento continuo, Ac+CIDRPE= Amamantamiento continuo + CIDR post-empadre, AC= amamantamiento controlado y AC+CIDRPE= Amamantamiento controlado + CIDR post-empadre.

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

Ya que al correlacionar los niveles de progesterona sérica con el diagnóstico de gestación, se observó que los niveles elevados de progesterona circulante en el día 7 (Figura 12) después del empadre, influyó en que la mayoría de las ovejas quedaran gestantes.

Este resultado concuerda con Spencer *et al.* (2004) en donde mencionaron que niveles altos de progesterona después del empadre se relacionan positivamente con la fertilidad, ya que niveles altos de P4 son esenciales para la implantación y desarrollo embrionario.

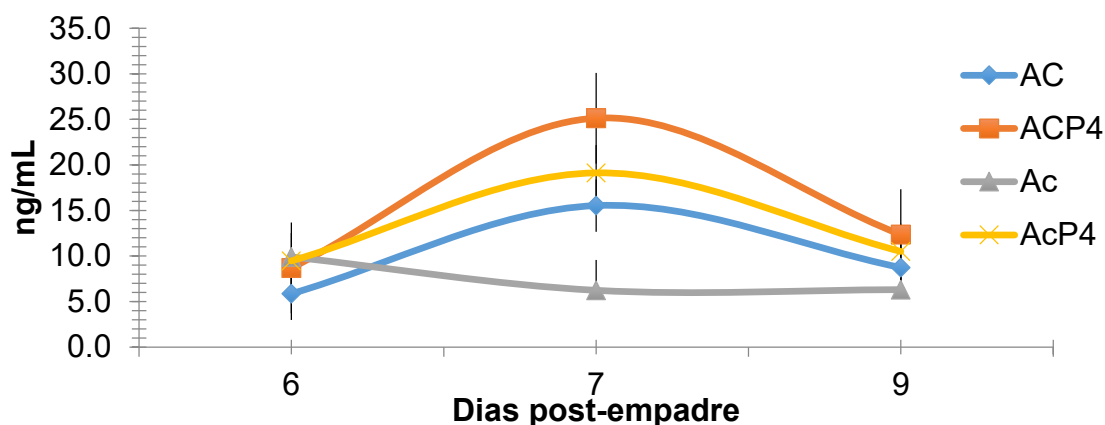


Figura 12. Concentraciones de progesterona sérica (ng mL⁻¹) posterior al empadre.

Ac= Amamantamiento continuo, Ac+CIDRPE= Amamantamiento continuo + CIDR post-empadre, AC= amamantamiento controlado y AC+CIDRPE= Amamantamiento controlado + CIDR post-empadre.

La disminución de la concentración de progesterona alrededor del día 10 postempadre, se especula que puede deberse a la baja de receptores de progesterona, que permitió que receptores α -estradiol y en consecuencia receptores a oxitocina se incrementaran en los días 13 y 14 iniciando el proceso luteolítico debido a la liberación de $\text{PGF}_{2\alpha}$ (Spencer *et al.*, 1995).

Se considera que un solo muestreo en el día 17-18 después de la manifestación de estro y posteriormente el empadre, con niveles de progesterona mayores a 1 ng mL^{-1} indica que existe una gestación (Delpino y González-Stagnaro, 1993) mientras que Ganaie *et al.* (2009) mencionaron que concentraciones de progesterona mayores a 1.75 ng mL^{-1} indica que hubo fertilización y la existencia de un CL funcional. Sin embargo en los resultados del presente podemos inferir que existió una gestación que posteriormente se perdió, pues los niveles de P_4 son muy elevados durante los primeros días postempadre.

Las ovejas que no resultaron gestantes probablemente se pudo deber a que sus concentraciones de P_4 fueron anormales (incrementos y decrementos de las concentraciones en periodos muy cortos), pudiendo ser ocasionados por una función lútea anormal, lo cual se asocia con problemas de fertilidad y por consecuencia se imposibilita a la oveja para poder mantener una gestación (Garverick y Smith, 1986).

En cuanto al porcentaje de parición entre tratamientos no existieron diferencias significativas ($P > 0.05$), ya que todas las ovejas que se diagnosticaron gestantes a los 60 días postempadre, culminaron exitosamente su gestación. El que todas las ovejas que se diagnosticaron como positivas es el resultado de hacer el diagnóstico al día 60, cuando el reconocimiento de la preñez ya se había llevado a cabo, disminuyendo el riesgo de una muerte embrionaria.

5.4. Tasa de Prolificidad y Fecundidad

Las ovejas que tuvieron una mayor tasa de prolificidad; es decir, mayor número de corderos al parto fue el grupo de AC+CIDRPE ($P < 0.05$) en comparación con los demás tratamientos. Aunque existieron diferencias, se observó que los grupos con

los tratamientos en los que incluían el aporte de progesterona exógena tendían a ser los más prolíficos. En cuanto a la tasa de fecundidad, no observaron diferencias ($P < 0.05$) entre los tratamientos, aunque si una tendencia ligeramente mayor para el tratamiento AC+CIDRPE (cuadro 5). Este resultado se puede deber a la interacción que se obtuvo con la estrategia del control del amamantamiento y por el aporte de progesterona exógena después del empadre.

Cuadro 5. Tasa de Prolifidad y Fecundidad

Tratamiento	Prolifidad	Fecundidad
Ac (n=10)	1.5 ± 0.7 (3/2) a	0.3 ± 0.7 (3/10)
Ac+CIDRPE (n=10)	1.7 ± 0.8 (10/6) a	1.0 ± 1.0 (10/10)
AC (n=9)	1.5 ± 0.8 (9/6) a	1.0 ± 1.3 (9/9)
AC+CIDRPE (n=10)	2.2 ± 0.5 (11/5) b	1.1 ± 0.9 (11/10)

Ac= Amamantamiento continuo, Ac+CIDRPE= Amamantamiento continuo + CIDR post-empadre, AC= amamantamiento controlado y AC+CIDRPE= Amamantamiento controlado + CIDR post-empadre.

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

Este resultado se puede deber a la interacción que se obtuvo con la estrategia del control del amamantamiento y por el aporte de progesterona exógena después del empadre.

La tasa de prolifidad en este trabajo de investigación, asociado a la modalidad del control del amamantamiento, se asocia a que se han obtenido resultados positivos al amamantar durante un periodo de 30 min dos veces al día, permitiendo que un folículo alcance su diámetro preovulatorio antes, en comparación con el amamantamiento continuo, lo que sugiere que se puede favorecer la tasa de ovulación, porque habrá más folículos disponibles (Herrera-Corredor, 2008).

En cuanto al uso de progesterona exógena, y el efecto que esta pudiera haber tenido en la prolificidad de esta investigación, es porque se ha demostrado que la carencia por parte del cuerpo lúteo (normalmente por cuerpos lúteos de vida media corta), por sintetizar progesterona, ocasiona muertes embrionarias (Garverick y Smith, 1986), por lo que la progesterona exógena pudo haber ayudado, manteniendo los niveles de P4 para evitar la regresión del CL y dar tiempo a que ocurriera el reconocimiento de la preñez. Sin embargo se ha reportado que la presencia de cuerpo lúteo de vida media corta se relaciona con luteólisis prematura, la cual puede ocurrir al día 4 después de la ovulación (Mann y Lamming, 2001).

Los resultados en este estudio en cuanto a la prolificidad, fueron superiores a los reportados por Castillo *et al.* (2013), en el cual se evaluó la respuesta reproductiva en ovejas de pelo, sincronizadas a los 35 días postparto con dos modalidades de amamantamiento (control del amamantamiento y amamantamiento continuo) y uso del efecto macho, en el cual no obtuvieron diferencias entre tratamientos, cuyos resultados fueron 1.76 ± 0.2 en amamantamiento continuo; 1.70 ± 0.02 en amamantamiento continuo+carnero; 1.84 ± 0.02 para amamantamiento controlado y 2.05 ± 0.02 para amamantamiento controlado+carnero. Es importante resaltar que en este estudio se obtuvieron resultados respecto al desarrollo de las crías en cada modalidad de amamantamiento.

En cuanto a fecundidad aunque no existieron diferencias ($P > 0.05$) la mayoría de corderos por tratamiento se encontraron en AC+CIDRPE en donde se obtuvieron 11 corderos de 10 ovejas de las cuales solo cinco resultaron gestantes y terminaron su gestación con éxito, en comparación con las ovejas del grupo Ac en donde se obtuvieron solamente tres corderos de 10 ovejas de las cuales fueron diagnosticadas y solo dos ovejas terminaron su gestación con éxito.

VI. CONCLUSIONES

Con base a los resultados de este estudio, se concluye que es posible sincronizar a ovejas de pelo con 33-40 días postparto, utilizando un protocolo con CIDR durante 9 días, con una aplicación de Lutalyse al día 7 y la utilización del carnero como “efecto macho”, con el fin de estimular y apoyar la ovulación.

Los niveles elevados de progesterona durante los primeros días después del empadre más el efecto positivo del control del amamantamiento, influyeron positivamente en el porcentaje de gestación, el cual fue mayor en las ovejas de los tratamientos AC, Ac+CIDRPE y AC+CIDRPE. Esta interacción también tuvo un efecto positivo en la tasa de prolificidad, ya que las ovejas con mayor número de corderos nacidos por parto fue el tratamiento de AC+CIDRPE.

VII. LITERATURA CITADA

- Alvarez Ramirez, L., and L. A. Zarco Quintero. 2000. Los fenomenos de bioestimulacion sexual en ovejas y cabras. *Vet. México* 32:117–129.
- Arroyo, J., H. Magaña-Sevilla, and M. A. Camacho-Escobar. 2009. Regulación Neuroendocrina Del Anestro Posparto En La Oveja. *Trop. Subtrop. Agroecosystems*. Available from: <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=93912996001>
- Camacho, R. J. C. 2007. Restricción del amamantamiento en la eficiencia reproductiva postparto de ovejas Pelibuey [Tesis Doctorado]. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx.
- Caraty, A., C. Fabre-Nys, B. Delaleu, A. Locatelli, G. Bruneau, F. J. Karsch, and 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 1. *Endocrinology* 139:1752–1760.
- Castillo-Maldonado, P. P., H. Vaquera-Huerta, L. A. Tarango-Arambula, P. Pérez-Hernández, A. C. Herrera-Corredor, and J. Gallegos-Sánchez. 2013. Restablecimiento de la actividad reproductiva postparto en ovejas de pelo. *Arch. Zootec.* 62:419–428.
- Castillo, M. P. P. 2012. Manejo reproductivo postparto en ovejas de pelo [Tesis Maestría]. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco.
- Chanvallon, A., D. Blache, A. Chadwick, T. Esmaili, P. A. R. Hawken, G. B. Martin, C. Viñoles, and C. Fabre-Nys. 2010. Sexual experience and temperament affect the response of Merino ewes to the ram effect during the anoestrous season. *Anim. Reprod. Sci.* 119:205–211.
- Chanvallon, A., L. Sagot, E. Pottier, N. Debus, D. François, T. Fassier, R. J. Scaramuzzi, and C. Fabre-Nys. 2011. New insights into the influence of breed

and time of the year on the response of ewes to the “ram effect.” *animal* 5:1594–1604.

Choi, Y., G. A. Johnson, R. C. Burghardt, L. R. Berghman, M. M. Joyce, K. M. Taylor, M. D. Stewart, F. W. Bazer, and T. E. Spencer. 2001. Interferon regulatory factor-two restricts expression of interferon-stimulated genes to the endometrial stroma and glandular epithelium of the ovine uterus. *Biol. Reprod.* 65:1038–1049.

Clarke, I. J., P. J. Wright, W. A. Chamley, and K. Burman. 1984. Differences in the reproductive endocrine status of ewes in the early post-partum period and during seasonal anoestrus. *J. Reprod. Fertil.* 70:591–597.

Cook, C. J. 1997. Oxytocin and prolactin suppress cortisol responses to acute stress in both lactating and non-lactating sheep. *J. Dairy Res.* 64:327–339.

Cooper, D. A., D. A. Carver, P. Villeneuve, W. J. Silvia, and E. K. Inskeep. 1991. Effects of progestagen treatment on concentrations of prostaglandins and oxytocin in plasma from the posterior vena cava of post-partum beef cows. *J. Reprod. Fertil.* 91:411–421.

Cortez-Romero, C., and J. Gallegos-Sánchez. 2014. *Biotechnologías reproductivas moleculares y génicas en ovinos*. Primera Edición. Biblioteca Básica de Agricultura, Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx.

Cosgrove, J. R., F. de Rensis, and G. R. Foxcroft. 1993. Opioidergic pathways in animal reproduction: Their role and effects of their pharmacological control. *Anim. Reprod. Sci.* 33:373–392.

Delgadillo, J. A., H. Gelez, R. Ungerfeld, P. A. R. Hawken, and G. B. Martin. 2009. The “male effect” in sheep and goats—Revisiting the dogmas. *Behav. Brain Res.* 200:304–314.

- Delpino, A., and C. González-Stagnaro. 1993. Evaluación del comportamiento reproductivo en pequeños rumiantes tropicales utilizando los perfiles de progesterona. *Rev. Científica FCV-LUZ* III:231–247.
- Dobek, E., K. Górski, K. Romanowicz, and T. Misztal. 2013. Different types of opioid receptors involved in the suppression of LH secretion in lactating sheep. *Anim. Reprod. Sci.* 141:62–67.
- Dorniak, P., F. W. Bazer, and T. E. Spencer. 2011. Prostaglandins Regulate Conceptus Elongation and Mediate Effects of Interferon Tau on the Ovine Uterine Endometrium. *Biol. Reprod.* 84:1119–1127.
- Dorniak, P., F. W. Bazer, and T. E. Spencer. 2013. PHYSIOLOGY AND ENDOCRINOLOGY SYMPOSIUM: Biological role of interferon tau in endometrial function and conceptus elongation. *J. Anim. Sci.* 91:1627–1638.
- Fabre-Nys, C., K. M. Kendrick, and R. J. Scaramuzzi. 2015. The “ram effect”: new insights into neural modulation of the gonadotropic axis by male odors and socio-sexual interactions. *Front. Neurosci.* 9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4391029/>
- Flores, J. A., F. G. Véliz, J. A. Pérez-Villanueva, G. M. De La Escalera, P. Chemineau, P. Poindron, B. Malpoux, and J. A. Delgadillo. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol. Reprod.* 62:1409–1414.
- Forde, N., F. Carter, T. E. Spencer, F. W. Bazer, O. Sandra, N. Mansouri-Attia, L. A. Okumu, P. A. McGettigan, J. P. Mehta, R. McBride, P. O’Gaora, J. F. Roche, and P. Lonergan. 2011. Conceptus-Induced Changes in the Endometrial Transcriptome: How Soon Does the Cow Know She Is Pregnant? *Biol. Reprod.* 85:144–156.

- Forde, N., and P. Lonergan. 2012. Transcriptomic analysis of the bovine endometrium: What is required to establish uterine receptivity to implantation in cattle? *J. Reprod. Dev.* 58:189–195.
- Galina, M. A., R. Morales, E. Silva, and B. López. 1996. Reproductive performance of Pelibuey and Blackbelly sheep under tropical management systems in Mexico. *Small Rumin. Res.* 22:31–37.
- Gallegos-Sánchez, J., A. Herrera-Corredor, O. Tejeda-Sartorius, and P. Pérez-Hernández. 2005. Manejo del anestro postparto en vacas de doble propósito. In: Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx. p. 132–149.
- Gallegos Sánchez, J., G. Morales-Terán, O. Tejeda-Sartorius, and P. Pérez-Hernández. 2009. Manejo del anestro postparto para mejorar la eficiencia reproductiva de las ovejas. *Pequeños Ruminantes* 10:16–22.
- Ganaie, B. A., M. Z. Khan, R. Islam, D. M. Makhdoomi, S. Qureshi, and G. M. Wani. 2009. Evaluation of different techniques for pregnancy diagnosis in sheep. *Small Rumin. Res.* 85:135–141.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Garverick, H. A., and M. F. Smith. 1986. Mechanisms associated with subnormal luteal function. *J. Anim. Sci.* 62 Suppl 2:92–105.
- Godfrey, R. W., J. R. Collins, E. L. Hensley, and J. E. Wheaton. 1999. Estrus synchronization and artificial insemination of hair sheep ewes in the tropics. *Theriogenology* 51:985–997.
- Godfrey, R. W., and R. E. Dodson. 2003. Effect of supplemental nutrition around lambing on hair sheep ewes and lambs during the dry and wet seasons in the US Virgin Islands. *J. Anim. Sci.* 81:587–593.

- Gonella, D., L. Grajales, V. Hernández, and others. 2010. Ambiente receptivo uterino: control materno, control embrionario, muerte embrionaria. *Rev. MVZ Córdoba* 15:1976–1984.
- Gordon, K., M. B. Renfree, R. V. Short, and I. J. Clarke. 1987. Hypothalamo–pituitary portal blood concentrations of β -endorphin during suckling in the ewe. *J. Reprod. Fertil.* 79:397–408.
- Gregg Dw, Moss Ge, Hudgens Re, and Malven Pv. 1986. Endogenous opioid modulation of luteinizing hormone and prolactin secretion in postpartum ewes and cows. *J. Anim. Sci.* 63:838–847.
- Hansen, T. R., K. J. Austin, D. J. Perry, J. K. Pru, M. G. Teixeira, and G. A. Johnson. 1999. Mechanism of action of interferon-tau in the uterus during early pregnancy. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 54:329–339.
- Hawken, P. A. R., A. P. Beard, C. M. O’Meara, P. Duffy, K. M. Quinn, T. F. Crosby, M. P. Boland, and A. C. O. Evans. 2005. The effects of ram exposure during progestagen oestrus synchronisation and time of ram introduction post progestagen withdrawal on fertility in ewes. *Theriogenology* 63:860–871.
- Hawken, P. A. R., A. C. O. Evans, and 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., and A. Ali. 2008. Factors affecting the postpartum uterine involution and luteal function of sheep in the subtropics. *Small Rumin. Res.* 79:174–178.
- Heredia, A. M. 1994. Determinación de la época de menor actividad estral de la oveja Pelibuey en el trópico [Tesis Maestría]. Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán, Edo. de Méx.
- Hernández, C. L., and Q. Zarco. 1998. Función del cuerpo lúteo y muerte embrionaria en rumiantes. *Cienc. Vet.*:1–28.

- Herrera-Corredor, C. A. 2008. Efecto de la restricción del amamantamiento y el aceite de soya en el desarrollo folicular y el retorno a la actividad ovárica postparto en ovejas de pelo. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx.
- Humblot, P. 2001. Use of pregnancy specific proteins and progesterone assays to monitor pregnancy and determine the timing, frequencies and sources of embryonic mortality in ruminants. *Theriogenology* 56:1417–1433.
- Hunter, M. G. 1991. Characteristics and causes of the inadequate corpus luteum. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 43:91–99.
- Hunter, M. G., V. J. Ayad, C. L. Gilbert, J. A. Southee, and D. C. Wathes. 1989. Role of prostaglandin F-2 α and oxytocin in the regression of GnRH-induced abnormal corpora lutea in anoestrous ewes. *J. Reprod. Fertil.* 85:551–561.
- De la Isla, H., A. López, A. Ayala Burgos, and 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. México* 41:167–175.
- Johnson, G. A., M. D. Stewart, C. A. Gray, Y. Choi, R. C. Burghardt, L.-Y. Yu-Lee, F. W. Bazer, and T. E. Spencer. 2001. Effects of the estrous cycle, pregnancy, and interferon tau on 2', 5'-oligoadenylate synthetase expression in the ovine uterus. *Biol. Reprod.* 64:1392–1399.
- Lassoued, N., G. Khaldi, P. Chemineau, Y. Cognie, and J. Thimonier. 1997. Role of the uterus in early regression of corpora lutea induced by the ram effect in seasonally anoestrous Barbarine ewes. *Reprod. Nutr. Dev.* 37:559–571.
- Lassoued, N., M. Naouali, G. Khaldi, and M. Rekik. 2004. Influence of the permanent presence of rams on the resumption of sexual activity in postpartum Barbarine ewes. *Small Rumin. Res.* 54:25–31.

- Lonergan, P. 2011. Influence of progesterone on oocyte quality and embryo development in cows. *Theriogenology* 76:1594–1601.
- Aké-López, R., J. C. Segura-Correa, and J. Quintal-Franco. 2005. Effect of flunixin meglumine on the corpus luteum and possible prevention of embryonic loss in Pelibuey ewes. *Small Rumin. Res.* 59:83–87.
- Malven, P. V. 1986. Inhibition of pituitary LH release resulting from endogenous opioid peptides. *Domest. Anim. Endocrinol.* 3:135–144.
- Mann, G. E., and G. E. Lamming. 2001. Relationship between maternal endocrine environment, early embryo development and inhibition of the luteolytic mechanism in cows. *Reproduction* 121:175–180.
- Martínez-Tinajero, J. J., M. T. Sánchez Torres-Esqueda, G. Torres-Hernández, J. G. Herrera-Haro, L. Bucio-Alanís, R. Rojo-Rubio, and J. Hernández-Martínez. 2008. Comportamiento reproductivo de ovejas F1 (Damara x Merino) sincronizadas con CIDR y dos tiempos de aplicación de GnRH. *Univ. Cienc.* 24:175–182.
- Martin, G. B., J. T. B. Milton, R. H. Davidson, G. E. Banchemo Hunzicker, D. R. Lindsay, and D. Blache. 2004. Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Anim. Reprod. Sci.* 82–83:231–245.
- Martin, G. B., C. M. Oldham, Y. Cognié, and D. T. Pearce. 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams — A review. *Livest. Prod. Sci.* 15:219–247.
- Morales-Terán, G., C. A. Herrera-Corredor, P. Pérez-Hernández, J. Salazar-Ortiz, and J. G. Sánchez. 2011. Influence of Controlled Suckling and the Male Effect on the Resumption of Postpartum Ovarian Activity in Pelibuey Sheep. *Trop. Subtrop. Agroecosystems.* Available from: <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=93920942027>

- Morales-Terán, G., J. G. Sánchez, C. S. del Real, A. Pro-Martínez, and B. F. Sandoval. 2004. Amamantamiento continuo o restringido y su relación con la duración del anestro postparto en ovejas pelibuey. *Agrociencia* 38:165–171.
- Nett, T. M. 1987. Function of the hypothalamic-hypophysial axis during the postpartum period in ewes and cows. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 34:201–213.
- Ott, T. L., M. A. Mirando, M. A. Davis, and F. W. Bazer. 1992. Effects of ovine conceptus secretory proteins and progesterone on oxytocin-stimulated endometrial production of prostaglandin and turnover of inositol phosphate in ovariectomized ewes. *J. Reprod. Fertil.* 95:19–29.
- Partida, P. J. A. 2007. Desarrollo y perspectivas del borrego Pelibuey en México. *Acontecer Ovino-Caprino* VIII:4–12.
- Peng, L., J. Arensburg, J. Orly, and A. H. Payne. 2002. The murine 3 β -hydroxysteroid dehydrogenase (3 β -HSD) gene family: a postulated role for 3 β -HSD VI during early pregnancy. *Mol. Cell. Endocrinol.* 187:213–221.
- Pérez Hernández, P., V. M. Hernández, B. Figueroa, G. Torres, P. Díaz, and J. Gallegos. 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. Científica* 19:398–402.
- Robinson, J. J., J. A. Rooke, and T. G. McEvoy. 2002. Nutrition for conception and pregnancy. In: *Sheep Nutrition*. CABI. p. 400.
- Rubianes, E., and R. Ungerfeld. 1993. Uterine involution and ovarian changes during early post partum in autumn-lambing Corriedale ewes. *Theriogenology* 40:365–372.
- Sanson, D. W., T. R. West, W. R. Tatman, M. L. Riley, M. B. Judkins, and G. E. Moss. 1993. Relationship of body composition of mature ewes with condition score and body weight. *J. Anim. Sci.* 71:1112–1116.

- Satterfield, M. C. 2006. Progesterone Regulation of Preimplantation Conceptus Growth and Galectin 15 (LGALS15) in the Ovine Uterus. *Biol. Reprod.* 75:289–296.
- Scaramuzzi, R. J., L. Oujagir, J.-B. Menassol, S. Freret, A. Piezel, H. M. Brown, J. Cognié, and C. Fabre Nys. 2014. The pattern of LH secretion and the ovarian response to the “ram effect” in the anoestrous ewe is influenced by body condition but not by short-term nutritional supplementation. *Reprod. Fertil. Dev.* 26:1154.
- Schirar, A., Y. Cognie, F. Louault, N. Poulin, M. C. Levasseur, and J. Martinet. 1989. Resumption of oestrous behaviour and cyclic ovarian activity in suckling and non-suckling ewes. *J. Reprod. Fertil.* 87:789–794.
- Sebastian, A. L., and E. K. Inskeep. 1988. Effects of progesterone pretreatment and duration of ram exposure on synchronization of estrus, conception and pregnancy by prostaglandin during seasonal anestrus. *Anim. Reprod. Sci.* 17:185–195.
- Sekine, K., H. Ohuchi, M. Fujiwara, M. Yamasaki, T. Yoshizawa, T. Sato, N. Yagishita, D. Matsui, Y. Koga, N. Itoh, and S. Kato. 1999. Fgf10 is essential for limb and lung formation. *Nat. Genet.* 21:138–141.
- Senger, P. L. 2003. *PATHWAYS TO PREGNANCY AND PARTURITION*f. 2da Edición. Current conceptions Inc., United States of America.
- Smart, D., I. Singh, R. F. Smith, and H. Dobson. 1994. Opioids and suckling in relation to inhibition of oestradiol-induced LH secretion in postpartum ewes. *J. Reprod. Fertil.* 101:115–119.
- Spencer, T. E., and F. W. Bazer. 2002. Biology of progesterone action during pregnancy recognition and maintenance of pregnancy. *Front. Biosci. J. Virtual Libr.* 7:d1879–1898.

- Spencer, T. E., W. C. Becker, P. George, M. A. Miranda, T. F. Ogle, and F. W. Bazer. 1995. Ovine interferon-tau inhibits estrogen receptor up-regulation and estrogen-induced luteolysis in cyclic ewes. *Endocrinology* 136:4932–4944.
- Spencer, T. E., N. Forde, P. Dorniak, T. R. Hansen, J. J. Romero, and P. Lonergan. 2013. Conceptus-derived prostaglandins regulate gene expression in the endometrium prior to pregnancy recognition in ruminants. *Reproduction* 146:377–387.
- Spencer, T. E., G. A. Johnson, F. W. Bazer, and R. C. Burghardt. 2004. Implantation mechanisms: insights from the sheep. *Reproduction* 128:657–668.
- Stocco, C., C. Telleria, and G. Gibori. 2007. The Molecular Control of Corpus Luteum Formation, Function, and Regression. *Endocr. Rev.* 28:117–149.
- Thatcher, W. W., M. Binelli, J. Burke, C. R. Staples, J. D. Ambrose, and S. Coelho. 1997. Antiluteolytic signals between the conceptus and endometrium. *Theriogenology* 47:131–140.
- Thiery, J. C., V. Gayrard, S. Le Corre, C. Viguie, G. B. Martin, P. Chemineau, and B. Malpoux. 1995. FINAL DRAFT Dopaminergic control of LH secretion by the A15 nucleus in anoestrous ewes. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 49:285–296.
- Tilbrook, A. J., A. I. Turner, M. D. Ibbott, and I. J. Clarke. 2006. Activation of the Hypothalamo-Pituitary-Adrenal Axis by Isolation and Restraint Stress during Lactation in Ewes: Effect of the Presence of the Lamb and Suckling. *Endocrinology* 147:3501–3509.
- Torreão, J. N. da C., E. C. Pimenta Filho, A. N. de Medeiros, S. Gonzaga Neto, M. T. J. de A. Catanho, L. M. G. Barreto, and J. O. da Silva. 2008. Retorno da atividade cíclica reprodutiva em ovelhas da raça Morada Nova submetidas a diferentes níveis de energia metabolizável. *Rev. Bras. Saúde E Produção Anim.* 9. Available from: <http://www.rbspa.ufba.br/index.php/rbspa/article/viewArticle/985>

- Tu, M. T., S. J. Lupien, and C.-D. Walker. 2005. Measuring stress responses in postpartum mothers: Perspectives from studies in human and animal populations. *Stress* 8:19–34.
- Ungerfeld, R. 2003. Reproductive responses of anestrus ewes to the introduction of rams. Dept. of Clinical Chemistry, Swedish Univ. of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Vanroose, G., A. de Kruif, and A. Van Soom. 2000. Embryonic mortality and embryo–pathogen interactions. *Anim. Reprod. Sci.* 60:131–143.
- Yavas, Y., and J. S. Walton. 2000. Induction of ovulation in postpartum suckled beef cows: A review. *Theriogenology* 54:1–23.
- Yildiz, S., M. Uzun, M. Cenesiz, O. Ucar, M. Kaya, F. Onder, and others. 2002. Effects of sexually activated rams or ewes on pulsatile LH secretion in anoestrous sheep. *Acta Vet. Brno* 71:297–302.