

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS



**COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN OVEJAS DE PELO
TRATADAS CON ACETATO DE FLUOROGESTONA (FGA) Y
GONADOTROPINA SÉRICA DE LA YEGUA PREÑADA (PMSG) EN
CONDICIONES DE TRÓPICO SECO**

TESIS

**PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

PRESENTA

JUAN ALBERTO QUINTERO ELISEA

DIRECTORES DE TESIS

Ph.D. ARNOLDO GONZÁLEZ REYNA

Ph.D. ABELARDO CORREA CALDERÓN

Mexicali, Baja California

Enero, 2011.

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del consejo particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito para obtener el grado de:

Doctorado en Ciencias Agropecuarias

Consejo particular

Ph. D. Arnoldo González Reyna

Co-Director de tesis

Ph. D. Abelardo Correa Calderón

Co-Director de tesis

Ph. D. Leonel Avendaño Reyes

Sinodal

Dr. Ulises Macías Cruz

Sinodal

Dra. Noemí Guadalupe Torrentera Olivera

Sinodal

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen de Guadalupe, quienes me cuidan y protegen cada momento.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para cursar el programa de Doctorado en Ciencias Agropecuarias.

Al Ph. D. Arnoldo González Reyna, gracias por haber confiado en mí, por su desinteresada ayuda. Por todos estos años en los cuales me permitió colaborar con usted en muchos aspectos de mi formación académica.

Al Ph.D Abelardo Correa Calderón por ser parte de mi formación como doctor y por apoyarme en cada una de las actividades realizadas durante mis estudios de doctorado y por confiar en mí.

Al Ph. D. Leonel Avendaño Reyes por su gran amistad y apoyo logístico en la realización de esta tesis y auxiliarme en la redacción de artículos científicos.

Al M.C. Francisco Daniel Álvarez Valenzuela por su amistad y gran apoyo en mi estancia en el Instituto de Ciencias Agrícolas.

A la Dra. Noemi Guadalupe Torrentera Olivera por su disponibilidad y colaboración para ser parte mi comité.

Le agradezco muy en especial al Dr. Ulises Macías Cruz primeramente por su gran amistad de tantos años, además por ser parte de mi formación y apoyarme en la redacción de esta tesis para que llegara a buen término.

Con afecto, QUINTERO

DEDICATORIAS

Este trabajo de investigación está enteramente dedicado a la memoria de mi padre, Porfirio Quintero Cantero, quien falleció en el 2009, cuando realizaba mis estudios de Doctorado, gracias Padre por todas las enseñanzas que me dejaste, nunca te voy a fallar.

A mi madre Carlota Elisea Amador, gracias por darme tanto amor y cariño y por pedirle siempre a Dios para que me fuera bien en todo momento y lugar, un beso con todo mi amor.

A mi esposa:

Joana Mayeli Delgado Guerrero

Quien siempre me ha apoyado en mis arduas tareas y con quien quiero compartir este logro en mi vida.

A mi hija:

Lorena Mayeli Quintero Delgado

Quien en el transcurso de mis estudios de doctorado tuvo la dicha de llegar a mi vida y posteriormente ser una gran inspiración para seguir superándome profesionalmente.

A mis hermanos, quienes siempre me han apoyado incondicionalmente en todo, y durante mis estudios de doctorado no fue la excepción.

Con afecto, QUINTERO

ÍNDICE TEMÁTICO

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIAS	iv
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Características reproductivas de la oveja Pelibuey	4
2.1.1 Pubertad.....	4
2.1.2 Ciclo estrual	6
2.1.3 Estacionalidad.....	11
2.2 Eficiencia reproductiva en ovinos	13
2.3 Uso de programas de sincronización de estro en la oveja	14
2.3.1 Factores que influyen sobre el comportamiento reproductivo de ovejas sincronizadas	15
2.3.1.1 Raza	15
2.3.1.2 Nutrición.....	17
2.3.1.3 Condición corporal	18
2.3.1.4 Estación del año	20
2.3.2 Uso de progestágenos	21
2.3.3 Uso de PMSG en combinación con progestágenos.....	24
2.4 Efecto del tipo de servicio sobre el comportamiento reproductivo.....	29
3. ACTIVIDAD ESTRUAL Y OVÁRICA EN CORDERAS DE PELO SINCRONIZADAS CON PROGESTÁGENOS BAJO CONDICIONES DEL TRÓPICO SECO MEXICANO: EFECTO DE PMSG, RAZA Y ÉPOCA REPRODUCTIVA	32
3.1 Resumen.....	32
3.2 Abstract	34
3.3 Introducción.....	35
3.4 Materiales y Métodos	36
3.5 Resultados	39
3.6 Discusión.....	46
3.7 Conclusiones.....	50

4. EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN OVEJAS PELIBUEY TRATADAS CON FGA-PMSG Y SERVIDAS MEDIANTE MONTA NATURAL O INSEMINACIÓN ARTIFICIAL	51
4.1 Resumen	51
4.2 Abstract	52
4.3 Introducción.....	53
4.4 Materiales y Métodos	54
4.5 Resultados	56
4.6 Discusión.....	59
4.7 Conclusiones.....	62
5. LITERATURA CITADA	63

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Regresión logística sobre factores que influyen en la presencia de estro (PE) de corderas de pelo tratadas con FGA.....	40
Cuadro 2. Efecto de la aplicación de PMSG, raza y época reproductiva sobre el intervalo a estro y la tasa de ovulación de ovejas de pelo sincronizadas con FGA.....	45
Cuadro 3. Efecto de la dosis y tiempo de aplicación de PMSG sobre la tasa de ovulación de ovejas de pelo sincronizadas con FGA.....	46
Cuadro 4. Efecto de la PMSG sobre la eficiencia reproductiva de ovejas Pelibuey, tratadas con esponjas impregnadas con acetato de fluorogestona, con o sin PMSG	57
Cuadro 5. Efecto del tipo de servicio (Monta natural o inseminación intrauterina) sobre la eficiencia reproductiva de ovejas Pelibuey.....	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribución del porcentaje de estro en corderas de pelo en base a dosis de PMSG.....	41
Figura 2. Distribución del porcentaje de estro en corderas de pelo en base a tiempo de aplicación de PMSG.....	42
Figura 3. Distribución del porcentaje de estros en corderas de pelo en base a raza	43
Figura 4. Distribución del porcentaje de estro en corderas de pelo en base a la época reproductiva	44

1. INTRODUCCIÓN

La alta demanda de carne de ovino en el mercado nacional y la baja productividad de los rebaños del país, ha conllevado a la búsqueda de estrategias que mejoren la eficiencia reproductiva de las ovejas. En este sentido, el uso de hormonas para manipular la actividad reproductiva de los ovinos ha sido una de las estrategias a seguir. Las hormonas se aplican principalmente para realizar protocolos de sincronización (Atsan *et al.*, 2007), los cuales son prerequisites necesarios para aplicar otras tecnologías reproductivas como son la inseminación artificial y la transferencia de embriones (Anel *et al.*, 2005).

El control reproductivo en la oveja con métodos hormonales es un procedimiento bien conocido que se utiliza en distintas partes del mundo. De los diversos protocolos de sincronización y/o inducción del estro disponibles, el que se basa en progestágenos más gonadotropina sérica de yegua gestante (PMSG) es el más comúnmente utilizado para este fin en ovejas, ya que con éste se han obtenidos los mejores resultados en cuanto a grado de sincronía del ciclo estrual y fertilidad (Whitley and Jackson, 2004). No obstante, aún cuando los resultados con este protocolo son satisfactorios, varios estudios realizados tanto en ovejas de razas de lana como de pelo coinciden en mencionar que la respuesta ovárica, y subsecuentemente, la fertilidad y fecundidad presentan variaciones. Estas variaciones se relacionan con factores de tipo genéticos (raza) y ambientales (clima, manejo nutricional, otros; Rosa and Bryant, 2003; Zeleke *et al.*, 2005; Moeini *et al.*, 2007), los cuales provocan que no se pueda realizar un protocolo de sincronización estandarizado. Así, cuestiones genéticas y ambientales determinarán la dosis a aplicar de PMSG, así como el tiempo pre o post-retiro del

progestágeno al cual se deba aplicar dicha hormona (Kridli *et al.*, 2006; Ali, 2007; Macías, 2007; Martínez-Tinajero *et al.*, 2007). Por todo lo anterior, surge la necesidad de evaluar los posibles factores que pudieran afectar el comportamiento estrual y la actividad ovárica de ovejas de pelo sincronizadas con FGA. Adicionalmente, el de determinar la dosis más apropiada que pueda ser administrada para lograr reducir el costo por tratamiento hormonal y mejorar la respuesta sobre la presentación del estro y la ovulación, tanto en ovejas adultas como en corderas.

Por otro lado, una de las finalidades de los programas de sincronización en ovejas es la de concentrar el mayor número de hembras receptivas para que sean servidas de manera natural o artificial. La inseminación artificial resulta ser más ventajosa en relación a la monta natural, ya que se evita el contagio de enfermedades y se reduce la cantidad de sementales a mantener en las explotaciones (Hafez, 2004). Sin embargo, inseminar a las ovejas artificialmente reduce la productividad de los rebaños de ovinos debido a que la fertilidad se reduce. Lo anterior se ha relacionado con variaciones entre la presencia del estro y el momento de la ovulación (Anel *et al.*, 2005). En la última década, el uso de la técnica de inseminación artificial intrauterina por laparoscopia (IAIL) se implementó mayormente en el país, y esta técnica demostró ser más eficiente en cuanto a fertilidad debido a que la deposición del semen se realiza directamente en los cuernos uterinos por lo cual las posibilidades de que se lleve a cabo la fertilización se incrementan en comparación a otras técnicas utilizadas (vaginal, cervical o intracervical). McKelvey *et al.* (1985) y Hill *et al.* (1998) mencionan que con la técnica de IAIL se logran tener tasas de fertilidad similares a las

observadas con monta natural. No obstante, también existen estudios donde la fertilidad fue mucho menor que con monta natural.

Por consiguiente, los objetivos de este estudio fueron: 1) evaluar el efecto de raza, época y PMSG (dosis y tiempo de aplicación) sobre el comportamiento estrual y la actividad ovárica de corderas de pelo sincronizadas con progestágenos, y 2) evaluar el efecto de dosis de PMSG (0 y 200 UI) y tipo de servicio (monta natural e IAIL) sobre el comportamiento estrual y reproductivo de ovejas Pelibuey.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Características reproductivas de la oveja Pelibuey

2.1.1 Pubertad

La edad a la pubertad es un evento que afecta directamente la vida productiva de la oveja por relacionarse con la edad al primer parto. El inicio de la pubertad en las hembras se caracteriza por la primera manifestación de receptividad sexual hacia el macho, la cual puede o no ser precedida por la ovulación (Hafez, 2004). Fisiológicamente, en la pubertad el ovario comienza a registrar actividad dando como resultado el crecimiento, desarrollo y maduración de los folículos que a la larga liberarán los óvulos (Kinder *et al.*, 1995). En esta etapa de la vida reproductiva de la hembra, la actividad ovárica está controlada por el sistema nervioso central, mediante inervaciones noradrenérgicas y peptidérgicas que regulan los receptores para gonadotropinas, estrógenos y progesterona (P₄; Kinder *et al.*, 1995). Además, estas inervaciones en conjunto con la melatonina, modifican la frecuencia y amplitud de los pulsos de secreción de una serie de hormonas, tales como el factor de liberación de gonadotropinas (GnRH), la hormona luteinizante (LH) y la hormona folículo estimulante (FSH). Tanto GnRH como FSH favorecen el crecimiento de folículos preovulatorios, los cuales producen estrógenos que son encargados de inducir el primer pico preovulatorio de LH, y por ende, la primera ovulación (Viñoles *et al.*, 2002).

Cabe mencionar que diversos factores de carácter ambiental y genéticos pueden afectar el inicio de la pubertad. Esto al no permitir que se dé una sincronía del eje hipotálamo-hipófisis-gónada y la liberación de las hormonas encargadas de la reproducción (Goodman, 1994). La raza (Bunge *et al.*, 1993), el fotoperiodo

(l'Anson *et al.*, 1997), las condiciones climáticas (Schoeman *et al.*, 1993), el estado nutricional postdestete (Aguilar, 2002), la época de nacimiento (Cruz *et al.*, 1983), el tipo de parto, la edad al destete (Fuentes *et al.*, 1990) y la presencia del macho (Rodríguez *et al.*, 1986) son algunos de los factores que influyen sobre la edad a la pubertad.

Se ha demostrado en diversas investigaciones (Foster *et al.*, 1985; Suttie *et al.*, 1991; Alkass *et al.*, 1994; Meredith and Kiesling, 1996; Lassoued and Rekik, 2001) que los principales factores que se relacionan con el inicio de la pubertad son el peso y la edad. La oveja entra a la pubertad cuando ha alcanzado un desarrollo corporal mínimo del 60% de su peso adulto y una edad aproximada de siete a nueve meses (Boulanouar *et al.*, 1995; Pappa-Michailidou *et al.*, 1999; Ferra *et al.*, 2010). Cumplidas dichas condiciones, la oveja presentará periodos de actividad cíclica ovulatoria caracterizados por una duración media de 17 días (Foster, 1994).

Zavala *et al.* (2008), al evaluar el efecto del genotipo de corderas de pelo sobre inicio de la pubertad, encontraron que la edad y el peso pueden presentar cierta variabilidad por el tipo racial. Este mismo efecto ha sido demostrado por otros autores en estudios comparativos en condiciones de clima templado, tanto en ovejas de lana y de pelo (Pappa-Michailidou *et al.*, 1999; Papachristoforou *et al.*, 2000), como entre sus cruzas (Bunge *et al.*, 1993; Lassoued and Rekik, 2001). Zavala *et al.* (2008) indican que las diferencias en pubertad entre razas pueden ser debidas a su estructura genética, la cual influye en la capacidad de adaptación al ambiente y a las condiciones impuestas tanto por el clima como por los sistemas de manejo.

En el caso específico de las ovejas de raza de pelo, la pubertad se presenta a los 8 meses de edad y a un peso corporal de entre 19 y 23 kg (González-Reyna *et al.*, 1991). No obstante, existen evidencias de que las ovejas de pelo pueden alcanzar la pubertad a una edad mayor o menor que 8 meses; por ejemplo, Valencia (1985) reportó una edad de 300 a 413 d, Martínez (1991) de 207 d y Perón *et al.* (1991) de 210 a 300 d. Por otro lado, también existe un estudio donde mencionan que la época juega un papel importante para que se adelante o atrase la aparición de la pubertad (Fuentes *et al.*, 1987). En ese trabajo señalan que la época de lluvia tiene un efecto positivo en la aparición de la pubertad en corderas de la raza Pelibuey debido a una mayor disponibilidad y calidad de forraje. También mencionan que existe una correlación positiva entre el peso al nacimiento y el peso al destete y la edad en que éstas alcanzan la pubertad. En general, en condiciones de trópico, la mayoría de los estudios proporcionan valores de edad y peso a la pubertad en la raza Pelibuey en el rango de 245 a 326 d y de 18 a 25 kg, respectivamente (Fuentes *et al.*, 1990; González-Reyna *et al.*, 1991).

2.1.2 Ciclo estrual

El ciclo estrual se define como el intervalo entre dos estros, dentro de este intervalo la hembra permite el apareamiento con el macho (Downey, 1980). El ciclo estrual se caracteriza por una serie de cambios anatómicos, fisiológicos y hormonales en el canal reproductivo y en el comportamiento del animal debido a las interrelaciones hormonales que ocurren (Clarke, 1984). En los cambios fisiológicos se consideran procesos como la foliculogénesis, la ovulación, la formación de cuerpos lúteos y la posible fecundación de gametos (Hafez, 2004). En la oveja, el ciclo estrual tiene una duración de 16 a 17 d, presentando

variaciones debido a ciertos factores como la raza y la época del año (Wiggins *et al.*, 1970).

En general, el ciclo estrual se divide en dos fases principales, la folicular y la lútea. La fase folicular incluye el reclutamiento y crecimiento de folículos previo a la ovulación, con una duración de 2 a 3 d en ovejas. Esta fase se caracteriza por la presentación del estro, el cual tiene una duración aproximada de 36 h, seguido por la ovulación (Gustaffson, 1999). La presentación de la ovulación determina el inicio de la fase lútea. Durante la fase lútea, el cuerpo lúteo es la principal estructura ovárica que se desarrolla, teniendo como función secretar P_4 para mantener una posible gestación. La fase lútea normalmente dura entre 12 y 14 d en ovejas (Sasa *et al.*, 2002). Los eventos hormonales que ocurren durante el ciclo estrual están regulados por el sistema nervioso central, mediante la integración de funciones de áreas específicas del hipotálamo (área preóptica, área ventromedial y área retroquiasmática), la glándula pituitaria, la glándula pineal, el útero y los ovarios (eje hipotálamo-hipófisis-útero-ovárico; Hafez, 2004). El proceso de regulación hormonal inicia con la secreción pulsátil de la GnRH en el hipotálamo por células del área preóptica y ventromedial; dicha hormona es liberada al sistema portal hipofisiario para estimular la secreción de las hormonas gonadotrópicas LH y FSH a nivel de hipófisis anterior (Skinner *et al.*, 1995). La secreción pulsátil de GnRH se correlaciona con la secreción de LH hipofisiaria; un pulso de GnRH antecede a un pulso de LH (Karsch *et al.*, 1993). El mecanismo regulador en la secreción de GnRH es mediado por cambios propios en la secreción de hormonas ováricas, como es el caso del estradiol y la P_4 , las cuales actúan retroalimentando de una forma positiva o negativa al hipotálamo e hipófisis (Arroyo *et al.*, 2006). Durante la fase folicular del ciclo estrual, el estradiol ejerce

un efecto de retroalimentación positiva a nivel hipotalámico, aumenta la frecuencia de secreción de pulsos de GnRH y genera el pico preovulatorio de LH. Durante la fase lútea, la P_4 ejerce un potente efecto inhibitor de la secreción pulsátil de GnRH y actúa en el área preóptica del hipotálamo (Jackson and Kuehl, 2002).

El patrón secretor de LH es mediado por la concentración en sangre de P_4 y estradiol a través de mecanismos de retroalimentación (positiva o negativa) sobre las neuronas liberadoras de gonadotropinas en el hipotálamo (Goodman *et al.*, 2000). Por lo cual, durante el ciclo estrual se presentan dos tipos de liberación: “tónica” durante la fase lútea o progestacional y “cíclica” o preovulatoria durante el estro, siendo regulada por el hipotálamo y de neurotransmisores como el ácido gama amino butírico (GABA; Robinson, 1995). La LH es sintetizada y almacenada en las células basófilas de la adenohipófisis (McDonald, 1980), siendo posteriormente liberada en respuesta al estímulo de la GnRH (Hafez, 1996). La secreción de LH presenta un patrón pulsátil, cuya frecuencia varía de acuerdo con la fase del ciclo estrual (Pijoan, 1983). Durante la fase lútea, los niveles elevados de P_4 actúan a nivel del hipotálamo, induciendo una baja frecuencia de GnRH y consecuentemente de LH (Pijoan, 1983). Por otra parte, los niveles basales de estrógenos actúan en la adenohipófisis disminuyendo su capacidad de respuesta al GnRH y, consecuentemente, a la síntesis de gonadotropinas. Este efecto de retroalimentación negativa de los estrógenos es potencializado por la P_4 (Sasa *et al.*, 2002), provocando así una disminución en la frecuencia de los pulsos de LH, coherente con un aumento en la amplitud de los mismos (Haresign *et al.*, 1989). Durante la fase lútea, la frecuencia de los pulsos de LH son de un pulso cada 3 a 10 h (Forcada, 1996). Después de la luteólisis y la consecuente disminución de los niveles de P_4 (Mejía *et al.*, 2000), el estradiol actúa a nivel hipotalámico

resultando en un aumento en la frecuencia de los pulsos de GnRH y LH (Senthil-Kumar *et al.*, 2003). La frecuencia de liberación de LH alcanza en esta fase, inmediatamente antes del pico pre-ovulatorio de LH, cerca de un pulso cada 1 a 2 h (Haresign *et al.*, 1989). Así, de un modo gradual, aumentan las concentraciones sanguíneas de LH, necesarias para las últimas fases de desarrollo folicular (Evans, 2003), culminando con el pico pre-ovulatorio de estrógenos y de LH con la subsecuente ovulación (Haresign *et al.*, 1989). Un aumento en la concentración del estradiol, asociado con niveles bajos de P_4 , ejerce un efecto de retroalimentación positivo a nivel del eje hipotálamo-hipófisis, induciendo un pico pre-ovulatorio de LH, con la subsiguiente ovulación alrededor de 24 h después (Theodosiadou *et al.*, 2004).

La FSH actúa directamente sobre las células de la granulosa del folículo ovárico estimulando la mitosis de éstas y la producción de estrógenos, necesarios en el crecimiento y desarrollo de los folículos ovulatorios (dinámica folicular; Recabarren *et al.*, 2006). La secreción de FSH se incrementa durante el crecimiento de los folículos en cada oleada folicular y declina su concentración 2 ó 3 d antes del estro, momento en que sobreviene la última onda de crecimiento folicular (Pijoan, 1983). La secreción de FSH se presenta mediante la acción de las activinas, las cuales son proteínas presentes en el líquido folicular (Shafiee-Kermani *et al.*, 2007); no obstante, existen otras proteínas como las inhibinas y folistatinas encargadas de regular la secreción de FSH, las cuales actúan como señales químicas retroalimentando de forma negativa sobre la hipófisis anterior. Sin embargo, esta inhibición en FSH no altera la secreción de LH, por lo que el folículo puede continuar su crecimiento hasta la ovulación (Espinoza-Villavicencio *et al.*, 2007).

La función principal de la P_4 es preparar al endometrio para la implantación del embrión y mantener la posible gestación. Para ello, la P_4 inhibe los movimientos en el miometrio e inactiva el hipotálamo y la hipófisis disminuyendo la secreción pulsátil de GnRH y LH (Caraty and Skinner, 1999). Los niveles de P_4 se mantienen bajos durante el estro, aumentando hacia la fase lútea cerca del día 9 del ciclo estrual, decreciendo hacia el día 17 (González-Reyna *et al.*, 1991).

El estradiol se considera esencial en el comportamiento sexual mostrado por la hembra durante el estro. En el ciclo estrual, un aumento en la frecuencia de pulsos de GnRH/LH provoca la ovulación, lo cual se conoce como "pico" preovulatorio. Al final de la fase lútea, al iniciarse la luteólisis por efecto de la acción de la prostaglandina $F2\alpha$ ($PGF2\alpha$) liberada por el endometrio uterino, la concentración plasmática de P_4 desciende (necesaria para una total expresión del estradiol). La disminución de P_4 circulante favorece la secreción tónica de LH, de tal forma que la frecuencia de sus pulsos se incrementa progresivamente, hasta alcanzar un pulso cada hora (Padilla *et al.*, 1988), este incremento estimula la síntesis de estradiol en los folículos en proceso de maduración y se incrementa su concentración en la circulación sanguínea general. El incremento progresivo en los niveles de estradiol ejercido por un mecanismo de retroalimentación positiva a nivel hipotalámico, estimula la secreción hormonal y esto origina las descargas preovulatorias de la dupla GnRH/LH (Barrell *et al.*, 1992). Las fluctuaciones en las concentraciones circulantes de estradiol tienen su origen en los folículos ováricos, los cuales pueden desarrollarse o sufrir atresia durante el curso de cada ciclo (Bartlewski *et al.*, 2000; Evans *et al.*, 2000). El pico preovulatorio de LH precede a la ovulación en aproximadamente 24 h y se asocia con la conducta de estro (Karsch *et al.*, 1997). Este evento requiere un incremento en la secreción de

GnRH hipotalámica y el aumento de la sensibilidad hipofisiaria. Ambos eventos son dependientes del estradiol (Karsch *et al.*, 1997). En la oveja, como en otras especies, los cambios conductuales y la secreción preovulatoria de LH se inducen por el incremento en la concentración de estradiol secretado por los folículos en desarrollo durante la fase folicular (Blache *et al.*, 1994). La P₄, es otro factor implicado en el control de la conducta del estro, la cual se encuentra presente en la fase lútea incrementando el número de receptores para estradiol en el hipotálamo mediobasal y por lo tanto, aumenta la sensibilidad a estradiol (Blache *et al.*, 1994). En un estudio realizado durante la época reproductiva con ovejas Ile de France, Caraty *et al.* (2002) observaron que la GnRH está involucrada en el control de la receptividad sexual en rumiantes y que esta hormona y el estradiol actúan de manera secuencial para permitir la expresión del estro. La actividad de las neuronas GnRH se prolonga durante la fase folicular del ciclo estral; el propósito de esta función fisiológica es mantener la receptividad sexual hasta la ovulación, después del efecto inicial del estradiol.

2.1.3 Estacionalidad

Los ovinos son una especie poliestrual estacional que tienen un ritmo anual de actividad reproductiva (Jainudeen y Hafez, 1996), siendo el fotoperiodo el principal factor que regula dicha estacionalidad (Luhman and Slyter, 1986). Las razas ovinas originarias de latitudes medias o altas (>30° según Lincoln and Maeda, 1992; >40° según Chemineau *et al.*, 1992), donde la variación anual en la longitud del día es grande, exhiben variaciones estacionales en su actividad sexual. En regiones cercanas al ecuador, la duración del fotoperiodo varía menos durante el año, por lo que algunos autores (Cruz *et al.*, 1994; Jainudeen and

Hafez, 1996) mencionan que los ovinos tropicales pueden reproducirse sin restricciones estacionales a lo largo del año. Sin embargo, está documentado que la actividad reproductiva de la oveja Pelibuey en estas regiones puede disminuir en cierta época del año (González-Reyna *et al.*, 1991; González-Reyna *et al.*, 1992), la cual coincide con el cambio al incrementar la duración del día (Enero a Mayo). En conjunto con el fotoperiodo, el estado nutricional, la temperatura, diferencias entre razas y las feromonas desempeñan también un papel importante en el control de la actividad reproductiva y en la profundidad del anestro estacional (Álvarez y Zarco, 2001; Martínez *et al.*, 2001).

En ovejas de pelo, algunos estudios hechos en diferentes regiones del país demostraron un patrón de estacionalidad reproductiva. Valencia *et al.* (1981) mencionan en un estudio realizado en Yucatán a 21° 06' N, que en los meses de enero a abril la presentación de estros es 17% mientras que en el periodo de mayo a diciembre es 100%, concluyendo que las ovejas de pelo presentan estacionalidad reproductiva en esa latitud. Heredia *et al.* (1991), en un estudio realizado en la misma zona de Yucatán encontraron una reducción significativa en la actividad estrual en ovejas de pelo durante los meses de marzo, abril y mayo (15%), lo que concuerda con el estudio de Valencia *et al.* (1981). En otro estudio realizado con ovejas de pelo a una latitud 22° 29' LN, González-Reyna *et al.* (1992) observaron que las ovejas manifestaron diferencias en la tasa de ovulación a lo largo del año. La menor proporción de ovejas que ovuló se presentó en el mes de abril (20%), contra el 86 y 83% de ovejas que ovularon en los meses de mayo y junio, respectivamente. Además, determinaron que la actividad estrual fue menor en abril (24%) comparada con la del mes de agosto (97%), señalando con esto, variaciones en la actividad estrual y ovárica a través del año sin que esto

implique la existencia de un anestro estacional. Cruz *et al.* (1994) estudiaron las variaciones estacionales en la presentación de estro en ovejas de pelo en Veracruz a 20° 4' LN, reportando que la manifestación de estros durante el año varió de 81% en abril a 100% en agosto, sin que estas variaciones fueran significativas. Además, encontraron que el porcentaje de ovulaciones múltiples y óvulos fertilizados fue menor en abril, indicando que esto podría deberse a la baja disponibilidad y calidad de los forrajes durante febrero y mayo. Estos autores concluyeron que en esta región no existe diferencia en la presentación de estro atribuible a la época del año.

2.2 Eficiencia reproductiva en ovinos

La eficiencia reproductiva es una de las grandes limitantes en la producción ovina y el principal factor que afecta el retorno financiero en los sistemas de producción de esta especie. Esta eficiencia depende directamente de la fertilidad, la fecundidad y la prolificidad. Estos tres aspectos están relacionados entre sí por el número de ovejas servidas y que llevan a término una gestación con la cantidad de corderos nacidos por oveja servida. La prolificidad de las ovejas constituye un factor clave en la intensificación de la producción debido a que la mayor eficiencia de las ovejas que paren dos o más corderos determina los incrementos en la rentabilidad. Además, se debe considerar el intervalo entre partos y relacionarse con la fertilidad para calcular un índice de natalidad, es decir el número de corderos nacidos por oveja por año.

El intervalo entre partos es variable según las condiciones de alimentación y manejo de los animales, reportándose valores para razas tropicales entre 162 y 457 d con una media de 240 d (Ramón, 1997). Según, Gómez *et al.* (1997), la actividad reproductiva disminuye de enero a mayo, lo cual incrementa la duración

del intervalo entre partos debido a la disminución en la supervivencia embrionaria y fecundación de óvulos (Cruz *et al.*, 1982). La eficiencia reproductiva está influenciada por factores genéticos, nutricionales, sanitarios y de manejo.

En la producción ovina existen herramientas que permiten mejorar la eficiencia reproductiva de las explotaciones, sin embargo, pocas veces son empleadas. Algunas de estas herramientas son: la sincronización de estros, el efecto macho, la monta controlada, efecto flushing, la inseminación artificial, transferencia de embriones, sexado de semen, entre otros. (Córdova-Izquierdo *et al.*, 2008).

2.3 Uso de programas de sincronización de estro en la oveja

La sincronización de estros con aplicación de hormonas exógenas representa una de las alternativas más empleada en todo el mundo, incluyendo México, para incrementar la eficiencia reproductiva en los rebaños comerciales. Esto debido a que al sincronizar el estro también las actividades dentro de las explotaciones se concentran en periodos cortos bien definidos, además, se facilita el manejo, permite llevar mejor control de nacimientos y empadres a través de registros, y agrupa la producción de cordero en épocas donde el precio de la carne tiene mayor valor económico. También la administración de hormonas para sincronizar el estro facilita el uso de la inseminación artificial y transferencia de embriones, lo cual permite la inclusión al rebaño de animales genéticamente superiores favoreciendo el mejoramiento genético de los ovinos (Cuevas *et al.*, 1993).

El objetivo fundamental de un programa de inducción y sincronización del estro es lograr que todas o la mayoría de las ovejas muestren estro y posteriormente la ovulación en un tiempo determinado, y el éxito de este

programa dependerá del grado de sincronización de los eventos fisiológicos, hormonales, anatómicos y de comportamiento. Existen algunos factores que podrían modificar la respuesta de la oveja a estos protocolos de sincronización entre los que destacan: raza (Moeini *et al.*, 2007), condición corporal (Madani *et al.*, 2009), nutrición (Emsen and Yaprak, 2006), estación del año (Rosa and Bryant, 2003), tipo de hormona (Kusina *et al.*, 2000) y dosis y tiempo de aplicación de PMSG (Ali, 2007).

En condiciones templadas, donde las ovejas presentan estacionalidad reproductiva, los productos hormonales son utilizados principalmente para la inducción del estro (Ataman *et al.*, 2006). En cambio, en climas tropicales se usan principalmente para la sincronización del estro, ya predominan ovinos de raza de pelo que son poco estacionales (González-Reyna *et al.*, 1992). Carlson *et al.* (1989) mencionan que las hormonas en las regiones tropicales son empleadas principalmente para planificar épocas de partos según disponibilidad de alimentos y demanda de los productos ovinos.

2.3.1 Factores que influyen sobre el comportamiento reproductivo de ovejas sincronizadas

2.3.1.1 Raza

En diversos estudios se ha encontrado que la respuesta de las ovejas a los tratamientos hormonales de sincronización de estros es muy variable (Gordon, 1997). Uno de los factores que condicionan esta respuesta es la raza (Chemineau *et al.*, 1991). Las variaciones entre razas se deben a la capacidad genética que tiene para ovular, y consecuentemente, a su prolificidad (Hashemi *et al.*, 2006). Así, razas prolíficas son más sensibles a los tratamientos hormonales de

sincronización de estro que otras razas menos prolíficas. Por lo tanto, razas prolíficas requieren dosis más bajas de hormonas para sincronizar la actividad estrual. Koyunku and Ozis (2010) reportan una inducción del estro del 96% en ovejas Kivircik, similar al obtenido por Zeleke *et al.* (2005) del 97% en ovejas Dorper. Hashemi *et al.* (2006) en ovejas Karakul reportaron 100% de respuesta a estro. Pero estos tres estudios reportaron más alta respuesta a estro que el obtenido por Gatica and Correa (1993) de 66% en ovejas Romney Marsh.

Emsen and Yaprak (2006) realizaron un estudio para comparar la respuesta de ovejas Awassi y Red Karaman a un protocolo de sincronización basado en aplicación de esponjas intravaginales y PMSG, encontrando mayor porcentaje de ovejas en estro (92.5 vs 73.3%) y un intervalo a estro más corto (30.7 ± 1.6 vs 40.8 ± 1.6 h) en ovejas Red Karaman. La fertilidad (90 vs 83.3%) y la prolificidad (1.52 vs 1.33) no varió por efecto de raza, aunque numéricamente se observó una mejoría en estos parámetros a favor de las ovejas Red Karaman. Con estos resultados, estos autores demuestran que ambas razas pueden ser sincronizadas con progestágenos en la estación reproductiva, pero con variaciones en el comportamiento reproductivo, principalmente en la presentación del estro. Similarmente, Moeini *et al.* (2007) encontraron diferencias entre ovejas de raza Sanjaabi y Lori en la respuesta al estro sincronizado con progestágenos. El porcentaje de ovejas en estro de la raza Lori fue mayor (86.6%) en comparación a la raza Sanjaabi (58.3%), pero sin efecto sobre fertilidad y prolificidad. Aseverando estos autores que dicho resultado se debió a que la raza Lori es más prolífica que la raza Sanjaabi. Por consiguiente, a partir de estas dos investigaciones se puede deducir que el efecto de raza a programas de sincronización de estro con progestágenos se da principalmente sobre la

conducta estrual y no sobre parámetros reproductivos de importancia económica como la fertilidad y prolificidad.

Recientemente, evaluando el efecto del fenotipo (negras vs cafés) de ovejas Awassi sobre la respuesta reproductiva cuando las ovejas son sincronizadas con progestágenos y PMSG, Kridli *et al.* (2009) encontraron que la fertilidad fue similar entre fenotipos (89.7% para negro vs 85.3% para café), mientras que el porcentaje de partos múltiples (48.1 vs 26.2%), la fecundidad (127 vs 99%) y la prolificidad (1.56 ± 0.1 vs 1.32 ± 0.1) fue mayor en ovejas cara negra. Este estudio demuestra cómo variaciones en respuesta a tratamientos hormonales pueden ser detectadas dentro de una misma raza ovina.

2.3.1.2 Nutrición

El estado nutricional de un animal evaluado a través de la condición corporal refleja las reservas corporales disponibles para el metabolismo básico (Montiel and Ahuja, 2005). La alimentación es uno de los factores que ejercen una mayor influencia sobre la prolificidad, la tasa de destete y la mortalidad de las crías (Robinson *et al.*, 2006). Algunos autores como Michels *et al.* (2000) han explicado el efecto positivo que ejerce un incremento en la cantidad de energía durante el empadre y la gestación temprana (flushing) sobre la tasa de ovulación, el número de embriones, la supervivencia embrionaria y en consecuencia sobre el número de coderos nacidos. Madani *et al.* (2009) mencionan que la combinación del manejo nutricional con las técnicas de control reproductivo como la sincronización de estros beneficiaría los programas de manejo intensivo de la reproducción.

Estudios hechos por Kuran *et al.* (1999) y Herrera *et al.* (2001) sugieren la posibilidad de incrementar la eficiencia reproductiva en ovejas sincronizadas con progestágenos mediante el suministro de lípidos en la dieta. Ellos explican que la adición de lípidos favorece los procesos relacionados con la dinámica folicular y el funcionamiento del cuerpo lúteo. Lassoued *et al.* (2004) evaluaron el efecto de la nutrición previo y durante el servicio en tres razas de ovejas tratadas con progestágenos sobre la tasa de ovulación y tasa de partos. Los niveles de nutrición evaluados fueron: moderado y alto. En ese estudio encontraron que una nutrición alta incrementa la tasa de ovulación en ovejas de la raza D`Man en mayor medida que en ovejas tratadas con una nutrición moderada (1.78 ± 0.1), pero sin diferencias en la fertilidad como consecuencia del nivel de nutrición.

2.3.1.3 Condición corporal

De manera natural, una condición corporal (CC) baja se asocia con retraso o supresión del estro (Gunn and Doney, 1975) y con la presencia de una menor cantidad de folículos en desarrollo, tanto en la fase lútea como en la fase folicular del ciclo estrual (Rhind *et al.*, 1989). La CC también se ha relacionado con la tasa ovulatoria, ya que se ha observado que ovejas de CC alta y con mayor cantidad de folículos preovulatorios presentan mayor tasa ovulatoria (Rojas y Rodríguez, 1997). Cabe mencionar, que la información relacionada con el efecto de la CC bajo condiciones reproductivas naturales está estudiada ampliamente. Sin embargo, el efecto de la CC en ovejas tratadas hormonalmente no está muy estudiado. Existen algunas evidencias de que al igual que en condiciones naturales, cuando las ovejas son sometidas a protocolos de sincronización presentando una CC baja, los resultados no son los esperados, es decir, alta incidencia de estro y tasa ovulatoria, y una mejor fertilidad y prolificidad.

Madani *et al.* (2009) reportaron mayor fertilidad (45 vs 36%) y prolificidad (1.5 ± 0.1 vs 1.4 ± 0.1) en ovejas que al momento de sincronizar su estro con progestágenos tenían una CC moderada (2.5), en relación ovejas con CC baja (2.0). Los resultados encontrados por estos autores muestran que el comportamiento reproductivo de ovejas tratadas con progestágenos es afectado por la CC de las ovejas al momento de iniciar el protocolo de sincronización.

Serin *et al.* (2010) determinaron la relación entre la tasa de preñez y la CC de cabras Saanen sincronizadas con esponjas vaginales conteniendo (FGA). La CC afectó significativamente la tasa de gestación, observándose que la CC de cabras que quedaron gestantes fue mejor (1.70 ± 0.1) que las de cabras que no quedaron gestantes (1.45 ± 0.1). A partir de esos resultados concluyeron en ese estudio que la CC presenta un efecto significativo en la fertilidad de cabras Saanen, siendo necesario el uso de niveles altos de energía en la alimentación de cabras con baja CC antes de ser sometidas a un programa de sincronización con progestágenos. Igualmente Hussain *et al.* (1996) demostraron en cabras que una CC baja causa una disminución de la fertilidad.

Viñoles *et al.* (2002), al evaluar la CC alta y baja sobre la dinámica folicular en ovejas sincronizadas, observaron que ovejas con CC alta tuvieron un patrón constante de 3 ondas foliculares mientras que ovejas con CC baja presentaron mayormente 2 ondas foliculares. Además, las ovejas con CC alta tuvieron mayor concentración de FHS durante la fase folicular, lo cual se reflejó en un periodo más extenso de reclutamiento folicular a partir de un gran grupo de folículos antrales pequeños. Lo anterior explica la mayor tasa de ovulación que se observa ovejas a medida que se incrementa la CC.

2.3.1.4 Estación del año

La época del año, en términos de fotoperiodo, es considerada como el factor ambiental más importante en la reproducción de los pequeños rumiantes (López, 1999). La estacionalidad viene marcada por el fotoperiodo, y por lo tanto, por la latitud. La utilización de tratamientos hormonales es una herramienta útil para contrarrestar los efectos de las variaciones estacionales que se presentan tanto ovejadas de lana como de pelo. Los progestágenos y los análogos de la prostaglandina son comúnmente usados para la sincronización del estro (Beck *et al.*, 1993). El programa basado en prostaglandinas puede ser utilizado solamente durante la estación reproductiva (Ataman *et al.*, 2006), por lo cual, las esponjas vaginales conteniendo progesterona son uno de los tratamientos mayormente aplicados como alternativa para sincronizar el estro en ovejadas durante la estación reproductiva (Maxwell, 1986) e inducirlo en la estación de anestro o de baja actividad reproductiva (Fukui *et al.*, 1993; Jainudeen *et al.*, 2000).

En un estudio realizado por Crosby *et al.* (1991) y Romano *et al.* (1996), encontraron que la tasa de partos fue menor en ovejadas sincronizadas con progestágenos sin PMSG durante la estación de anestro que durante la estación reproductiva. Estas diferencias debidas a efecto de época son atribuidas a que la tasa de ovulación, y consecuentemente, la prolificidad, son más bajas durante la época de anestro (primavera-verano; Hall, 1986). Por otra parte, estudios donde trataron las ovejadas con progestágenos y PMSG, han encontrado similar respuesta estrual y reproductiva entre ovejadas tratadas en ambas épocas reproductivas del año. Ataman *et al.* (2006) compararon la eficiencia de un tratamiento con progestágenos para la inducción de la actividad ovárica en ovejadas durante la estación reproductiva y la estación de anestro, encontrando que la presentación

de estros fue similar entre ambas épocas, pero la tasa de gestación (86.6 vs 76.9%), fertilidad (80.0 vs 61.5%) y prolificidad (1.8 vs 1.3) fue mayor en la época reproductiva que en la época de anestro. Estos autores demostraron que existen diferencias en los programas de sincronización de ovejas con progestágenos entre la época reproductiva y la de anestro. En cabras también encontraron el efecto de época sobre la respuesta ovárica a programas de sincronización (Pierson *et al.*, 2001). El intervalo a estro (25.0 ± 2.4 vs 28.9 ± 2.4 h) y al pico de LH (32.0 ± 1.9 vs 38.6 ± 2.3 h) post-retiro de la esponja fue mayor en cabras tratadas en época de anestro que en época reproductiva. La estación también presentó efecto en el porcentaje de ovejas que ovularon posterior a la remoción del progestágeno obteniéndose un 90.9% en la época reproductiva, mientras que en el periodo de transición solamente ovuló el 33.3% de las ovejas sincronizadas. De lo anterior, estos autores mencionan que las variaciones estacionales en estos intervalos encontradas en su estudio pueden ser explicadas por diferencias en la tasa de crecimiento folicular a través de las diferentes épocas del año.

2.3.2 Uso de progestágenos

En general, en pequeños rumiantes, la sincronización del estro a base de progestágenos se logra extendiendo el ciclo de manera artificial con P_4 exógena o progestágenos más potentes que los producidos naturalmente por las ovejas (Kusina *et al.*, 2000; Jainudeen *et al.*, 2000). Existen varios protocolos hormonales para inducir y sincronizar el estro (Wildeus, 2000; Whitley and Jackson, 2004) basados en la administración de P_4 natural y de progestágenos sintéticos (Simonetti *et al.*, 1999).

El control del ciclo estrual en ovejas está relacionado con el control del cuerpo lúteo y de su actividad secretora de P_4 . La P_4 natural y los progestágenos

sintéticos han demostrado que inhiben el estro y la ovulación en ovejas cíclicas, ya que producen una retroalimentación negativa sobre la secreción de los pulsos de GnRH en el hipotálamo, consecuentemente, también impiden que la hipófisis libere FSH y LH. Lo anterior, detiene que se inicie un nuevo ciclo estrual (Hafez, 2004). De esta manera, al retiro de los progestágenos se reiniciará el ciclo estrual (Wildeus, 2000). Cuando el tratamiento comienza durante los primeros días del ciclo, el progestágeno modifica el patrón normal de la P₄ endógena, al reducir la vida media y la actividad secretora del cuerpo lúteo (Kojima *et al.*, 1992). Cuando el tratamiento comienza después del día 5 del ciclo, la regresión luteal ocurre en el tiempo normal previsto y la ovulación se inhibe hasta el retiro del tratamiento progestacional (Viñoles *et al.*, 2001). Lo anterior indica que la duración de un tratamiento con progestágenos puede ser un poco más corta que la fase luteal normal (Ataman *et al.*, 2006).

Los progestágenos pueden ser administrados de varias formas, vía intramuscular, oral, subcutánea ó con dispositivos intravaginales (esponjas y CIDR; Gordon, 1997; Wildeus, 2000). Estos últimos son los más empleados por la industria ovina.

Las esponjas impregnadas con FGA contienen dosis de 30 y 40 mg, utilizando 40 mg de FGA por 12-14 d durante la estación reproductiva y 30 mg de FGA durante 10-12 d en la estación de anestro (Husein and Kridli, 2002). También existen esponjas impregnadas con 60 mg del progestágeno acetato de medroxiprogesterona (MAP; Ungerfeld and Rubianes, 2002). En ovejas tratadas hormonalmente con esponjas impregnadas con FGA para inducir el estro, Stenbak *et al.* (2003) observaron que el estro es exhibido de las 24 a 48 h después de la remoción del progestágeno. Por su parte, post-retiro de la esponja,

Greyling and Brink (1987) observaron presencia de estro cerca de las 31 h, Van Cleff *et al.* (1998) a las 36 h y Godfrey *et al.* (1999) entre 34 y 40 h. En un estudio realizado por Fukui *et al.* (1999) evaluaron el tiempo de inicio del estro y la fertilidad del estro sincronizado en ovejas comparando dos dispositivos intravaginales en forma de esponjas conteniendo FGA o MAP. El tiempo de inicio del estro posterior al retiro del progestágeno fue de 27.3 ± 3.2 h para MAP y de 31.2 ± 3.3 h para FGA, la fertilidad y la prolificidad fue similar entre MAP y FGA. Por lo cual, en este estudio tanto MAP y FGA fueron igualmente efectivos para sincronizar el estro. Similarmente, Requena *et al.* (2008) compararon los niveles de fertilidad en ovejas con estro sincronizado tratadas con esponjas vaginales conteniendo MAP o FGA. La tasa de gestación encontrada fue similar entre ovejas MAP (67.5%) y FGA (73.8%).

También existe otro tipo de dispositivo vaginal, el cual es llamado dispositivo interno de liberación controlada de drogas (CIDR). Éste contiene 300 mg de P₄ natural y es colocado por un periodo de 12 a 14 d. La principal ventaja del CIDR en relación a las esponjas es que por su diseño y presentación evitan la acumulación de descargas vaginales que se registran generalmente cuando la esponja es retirada, presentándose así, como un método más aséptico (Omontese *et al.*, 2010). Según Walker *et al.* (1989), las ovejas tratadas con CIDR inician la ovulación más tempranamente que ovejas tratadas con esponjas impregnadas de MAP o FGA. Motlomelo *et al.* (2002) encontraron que el inicio del estro en cabras se presenta con antelación para grupos tratados con CIDR comparados con grupos tratados con esponjas impregnadas de FGA y MAP. Omontese *et al.* (2010) encontraron que el tiempo de inicio del estro posterior al retiro del progestágeno es menor con CIDR (23.6 ± 4.1 h) en comparación con

esponjas impregnadas con FGA (43.6 ± 6.9 h). Por el contrario, Ungerfeld and Rubianes (2002), al evaluar el efecto de esponjas impregnadas de MAP y FGA vs CIDR durante un periodo de 6 d, no encontraron diferencias entre tratamientos para respuesta de estro (MAP, 94.1%; FGA, 91.5% y CIDR, 95.9%), intervalo a estro (MAP, 44.6 ± 1.7 h; FGA, 38.8 ± 1.6 h y CIDR, 39.9 ± 2.1 h) y porcentaje de gestación (MAP, 62.5%; FGA, 76.4% y CIDR, 59.6%). También Godfrey *et al.* (1999) reportan una respuesta similar en la presentación del estro en ovejas tratadas con CIDR o con esponjas intravaginales impregnadas de FGA (100 y 94.4%, respectivamente). Hashemi *et al.* (2006) encontraron que los dispositivos CIDR y esponja vaginal con MAP sincronizan el estro de una manera muy eficiente y precisa, al obtener una alta presencia de estros (MAP, 100% y CIDR, 93.3%) y un intervalo al estro muy corto (MAP, 29.6 ± 5.6 y CIDR, 30.1 ± 7.6 h)

Por consiguiente, tanto el dispositivo CIDR como el dispositivo intravaginal en forma de esponjas conteniendo FGA o MAP, son altamente eficientes en la sincronización del estro. Existen solamente algunas variaciones entre estos dos tipos de progestágenos en cuanto al intervalo al estro y el porcentaje de retención de los dispositivos.

2.3.3 Uso de PMSG en combinación con progestágenos

Los tratamientos con progestágenos se pueden combinar con gonadotropinas placentarias como la PMSG y la gonadotropina coriónica humana (hCG; Santos *et al.*, 2010). Comúnmente estas gonadotropinas se aplican al finalizar el protocolo de sincronización con el objeto de incrementar la tasa de ovulación, y por ende el porcentaje de gestación (Kridli *et al.*, 2006). Además son utilizadas para inducir la ovulación y el estro en la época de anestro, y también para una sincronización más efectiva en la estación reproductiva (Viñoles *et al.*,

2001). Romano *et al.* (1986) reportan que el tratamiento con PMSG regula el desarrollo folicular e incrementa la tasa del estro, y que cuando es inyectada al momento del retiro del progestágeno, se reduce el intervalo del retiro del progestágeno a la presentación del estro.

La PMSG es producida naturalmente por las copas endometriales de la yegua entre los días 40 y 120 de la gestación (Allen and Moor, 1972). Su acción es ejercida mediante el AMPc y presenta actividad biológica tanto de FSH como de LH cuando es inyectada en una especie distinta a la equina (González-Menció *et al.*, 1978). Aunque predomina la actividad FSH, la relación FSH:LH resulta muy variable en función de factores tales como la raza y el momento de la gestación de las yeguas de las cuales se obtiene (Jabbour and Evans, 1991). Al inyectarla a las ovejas, la PMSG actúa sobre la población folicular estimulando la actividad de los folículos ováricos, la secreción y la multiplicación de las células de la granulosa; aumentando así, la producción de estradiol e induciendo la onda preovulatoria de LH (Aguilar, 2003). La PMSG es utilizada para mejorar la concentración de los celos, la maduración folicular, la fertilidad y la tasa ovulatoria, en dosis que varían de 200 a 600 UI, según raza, peso del animal, condición corporal, época del año, entre otros (Maxwell, 1986; Romano *et al.*, 1996; Wildeus, 2000; Boscos, *et al.*, 2002).

Desde hace tiempo, varios estudios han venido evaluado el uso de progestágenos plus PMSG para inducir el estro y la ovulación en las ovejas (Zaiem *et al.*, 1996; Moses *et al.*, 1997). Dogan and Nur (2006) aseveran que el uso de PMSG en conjunto con los progestágenos, es un método eficiente para sincronizar el estro e incrementar la tasa de gestación. Kasztelan (1987) encontró que tratando a las ovejas con esponjas impregnadas de FGA más una inyección

de 500 UI de PMSG, el porcentaje de ovejas en estro y la tasa de gestación incrementaban a 80 y 95%, respectivamente. Totoda *et al.* (1991) reportan una prolificidad de 1.7 y 1.1 para ovejas tratadas con 400 y 0 UI de PMSG. Cruz *et al.* (1991) demostraron diferencias en prolificidad entre ovejas tratadas con 300 UI de PMSG (2.10) y entre el grupo control (1.63). Sin embargo, Horoz *et al.* (2003) observaron que no existen diferencias significativas en la prolificidad entre ovejas no tratadas (1.43) y ovejas tratadas con 600 UI de PMSG (1.44). Igualmente Kridli *et al.* (2006) reportaron similar prolificidad (1.0) pero diferente porcentaje de partos múltiples (0 vs 40%) entre ovejas Awassi que recibieron 600 y 0 UI de PMSG. Todos estos estudios muestran como es benéfico acompañar los programas de sincronización (progestágenos) con PMSG. No obstante, los resultados son muy variables, así como las dosis que aplican. En este sentido, encontrar la dosis óptima de PMSG es una necesidad.

Zaiem *et al.* (1996) compararon tres dosis de PMSG (300, 400 y 600 UI) entre las cuales no observaron diferencia en cuanto a fertilidad, pero cuando se compararon con un grupo testigo se observó mayor fertilidad. La prolificidad incrementó linealmente conforme se incrementó la dosis de PMSG (0 a 600 UI). Barbas *et al.* (2002) obtuvieron resultados similares en el intervalo a estro al comparar 250 UI vs 500 UI de PMSG. Boland *et al.* (1981) probaron que la PMSG aumenta el porcentaje de partos en pequeños rumiantes de una manera dependiente de la dosis por un incremento en la tasa de ovulación y del estro sincronizado. En ovejas sincronizadas con FGA y diferentes dosis de PMSG (0, 500, 600 y 750 UI), Timurkan and Yildiz (2005) observaron 100% de ovejas en estro en los tratamientos con PMSG y el 97% para el grupo testigo, asimismo, observaron 100, 93.7, 90.6 y 97% de gestación cuando las ovejas fueron tratadas

con 750 UI, 600 UI, 500 UI y 0 UI, respectivamente. Este último resultado muestra como en ocasiones la respuesta esperada con la aplicación de PMSG no es la esperada, lo cual se atribuye a la interacción del efecto de la PMSG con otros factores de tipo fisiológico de la oveja. En este sentido, resulta difícil determinar la dosis y momento de aplicación óptima.

Ali (2007) menciona que la eficiencia del uso de la PMSG puede ser influenciada por el tiempo de aplicación. Karagiannidis *et al.* (2001) y Barret *et al.* (2004) mencionan que la variabilidad en la fertilidad en respuesta a los tratamientos con progestágenos es atribuida a las variaciones en la duración del estro y al tiempo en que se presenta la ovulación, y que estas variaciones pueden ser fuertemente sincronizadas por medio del uso de la PMSG cerca del final del tratamiento con progestágenos. Gordon (1997) menciona que la respuesta ovárica en ovejas estimuladas con PMSG puede aumentar cuando esta gonadotropina es administrada días antes de la retirada del progestágeno. Otros autores mencionan que la PMSG debe ser administrada 24, 48 h antes o al momento del retiro del progestágeno (Zelege *et al.*, 2005; Ali, 2007; Martínez-Tinajero *et al.*, 2007; Ustuner *et al.*, 2007; Koyunku and Ozis, 2010). Por lo cual, el tiempo de aplicación de PMSG es de importancia para que los programas de sincronización del estro concentren la mayor cantidad de hembras receptivas al macho o listas para ser inseminadas. Zelege *et al.* (2005) al evaluar el efecto del tiempo de aplicación de la PMSG dentro de un programa de sincronización de estros sobre la eficiencia en la sincronización del estro y fertilidad de ovejas Dorper; reportaron una respuesta similar en el porcentaje de ovejas que presentaron estro y en el tiempo de inicio del estro entre ovejas que recibieron la PMSG 24 h antes, al tiempo de la remoción ó 24 h después de la remoción del progestágeno. Sin embargo, la tasa

de gestación, tasa de partos y fecundidad fueron significativamente más altos en las ovejas tratadas con la PMSG 24 h antes ó al momento de la remoción del progestágeno en comparación con las ovejas tratadas 24 h después de la remoción del progestágeno u ovejas que no fueron tratadas con PMSG. Ese estudio concluyó que es preferible administrar la PMSG 24 h antes a la remoción del progestágeno para obtener mejores resultados en la fertilidad de ovejas sincronizadas con progestágenos y PMSG. Estudiando el efecto del tiempo de aplicación de la PMSG sobre los cambios en el desarrollo folicular y tasa de ovulación en ovejas tratadas con progestágenos aplicando la PMSG 48 h antes ó al momento de la remoción del progestágeno, Ali (2007) encontraron que la administración de la PMSG 48 h antes causó una rápida reducción en el número de folículos pequeños y una rápida aparición de folículos medianos y grandes. El estro y la ovulación ocurrió en el 100% de las ovejas tratadas con PMSG 48 h antes y en el 83.3% de las ovejas tratadas al momento de la remoción del progestágeno. El intervalo del retiro del progestágeno a la presentación del estro fue corto cuando la PMSG se aplicó 48 h antes (32 ± 5.6 h) que cuando fue aplicada al momento del retiro (69 ± 9.9 h). La tasa de ovulación fue similar pero alta en las ovejas tratadas con PMSG 48 h antes de la remoción de la esponja y en las ovejas tratadas al momento del retiro del progestágeno (2.3 ± 0.2 cuerpos lúteos para ambos tiempos de aplicación). Por lo cual, la administración de PMSG antes de la remoción de la esponja resulta en un intervalo al estro y ovulación corto y provoca un rápido desarrollo de folículos grandes. Koyunku and Ozis (2010) evaluaron tres tiempos de administración de PMSG con respecto al retiro del progestágeno: 24 h antes, al momento del retiro y 24 h después del retiro del progestágeno sobre la respuesta al estro, porcentaje de partos múltiples y

fecundidad. No encontraron diferencias en términos de respuesta al estro. El porcentaje de partos fue mayor en ovejas tratadas con PMSG al momento del retiro del progestágeno (86.2%) que en las ovejas tratadas 24 h antes (76.7%) y 24 h después (72.4%). El porcentaje de partos múltiples fue menor en ovejas tratadas 24 h después de la remoción del progestágeno (44.0%) comparadas con las ovejas tratadas 24 h antes (73.9%) y al momento del retiro (61.9%). La fecundidad fue similar para los tres tiempos de aplicación. Este estudio demostró que es preferible que la PMSG sea administrada 24 h antes o al momento del retiro del progestágeno para obtener mejores tasas de fertilidad.

2.4 Efecto del tipo de servicio sobre el comportamiento reproductivo

En todos los programas de reproducción encaminados a obtener los más altos resultados en la fertilidad de las hembras es de vital importancia el proporcionar el servicio de una manera eficiente y en el tiempo exacto, el cual concuerde con la etapa del ciclo estrual en que la hembra este receptiva y cercana al momento de la ovulación. Para esto, el tipo de servicio juega un papel importante, ya que de este va a depender el tiempo en el cual se realice el servicio. Existen diversos estudios en los cuales se ha evaluado la eficiencia reproductiva de ovejas servidas ya sea por monta natural o por IAIL dentro de programas de sincronización de estros (McKelvey *et al.*, 1985; Hill *et al.*, 1998; Boscós *et al.*, 2002; Kohno *et al.*, 2005; Kridli *et al.*, 2009). Estos estudios han arrojado resultados satisfactorios para los dos tipos de servicio, aunque existe mucha discrepancia entre resultados por tipo de servicio en cuanto a fertilidad.

La técnica de IAIL permite la inseminación de manera eficiente y con una mínima invasión en las ovejas (Johnston *et al.*, 2000). Killen and Caffery (1982)

fueron los primeros en describir la técnica de IAIL en ovejas, siendo su principal ventaja que el semen es depositado cerca del sitio de fertilización. Bari *et al.* (2003) mencionan que la sincronización del estro interfiere con el transporte espermático a través del cérvix, y por consiguiente, ésto compromete la tasa de fertilidad, afectando de alguna manera la cantidad de embriones viables. Para resolver este problema, primero Kuhholzer *et al.* (1997) y posteriormente Luther *et al.* (2007) propusieron el uso de la IAIL como un método alternativo debido a que con esta técnica el transporte del semen evita el paso a través del cérvix al depositarlo directamente en el cuerno uterino. Azawi and Al-Mola (2010) evaluaron la técnica de IAIL para mejorar la fertilización en ovejas Awassi tratadas con progestágenos, comparándolas con un grupo de ovejas servidas mediante monta natural. Estos autores realizaron recolección de embriones posterior al servicio y encontraron un alto número de ovocitos no fertilizados en ovejas servidas mediante monta natural en comparación con las ovejas IAIL. También observaron altas tasas de recolección de embriones en las ovejas inseminadas por laparoscopia. La tasa de fertilidad para ovejas inseminadas por laparoscopia fue de 88.1% comparado con un 44.8% obtenido mediante monta natural. Emsen and Yaprak (2006) mencionan que una reducción en la tasa de parición obtenida en ovejas estimuladas con progestágenos y servidas por monta natural, puede ser un resultado de un sistema de montas donde solamente un solo macho es utilizado en un grupo grande de hembras. Por esta razón, el número de sementales para ser usados en un grupo de ovejas sincronizadas debiera ser suficiente para poder dar servicio de manera eficiente a todas las hembras en un periodo de tiempo corto, especialmente cuando el servicio de monta natural es preferido sobre la inseminación artificial. Romano *et al.* (2002) evaluaron el efecto de la IAIL y monta

natural sobre la tasa de gestación y fertilidad en ovejas sincronizadas con FGA. La tasa de gestación (62.8 vs 78.9%) y la fertilidad (56.0 vs 73.4%) fue mayor en ovejas IAIL que en ovejas de monta natural.

3. ACTIVIDAD ESTRUAL Y OVÁRICA EN CORDERAS DE PELO SINCRONIZADAS CON PROGESTÁGENOS BAJO CONDICIONES DEL TRÓPICO SECO MEXICANO: EFECTO DE PMSG, RAZA Y ÉPOCA REPRODUCTIVA

3.1 Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de raza, época reproductiva, dosis y tiempo de aplicación de PMSG sobre la actividad estrual y ovárica en corderas de pelo bajo condiciones del trópico seco del noreste de México. Un total de 216 corderas de pelo de las razas Dorper, Katahdin y Pelibuey, 91 en época reproductiva alta y 125 en época reproductiva baja, fueron sincronizadas con acetato de fluorogestona y PMSG (200 y 300 UI). La presencia de estro fue analizada bajo un modelo de regresión logística. El intervalo a estro y la tasa de ovulación se analizaron mediante un análisis de varianza usando un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2x2x3. Solamente raza influyó ($P<0.01$) sobre la presencia de estro, observándose que las corderas Dorper presentaron 9.74 veces más posibilidades de presentar estro que las corderas Pelibuey. Post-retiro de la esponja, entre 70 y 80% de las corderas presentaron estro entre las 24 y 36 h, indistintamente de la dosis y tiempo de aplicación de la PMSG. En corderas sincronizadas en la época de baja actividad reproductiva o que eran de raza Pelibuey, la presencia de estro fue menos agrupada (entre 24 y 48 h). El intervalo a estro fue más corto ($P<0.05$) en corderas Dorper (29.5 ± 0.9 h) y Katahdin (29.1 ± 0.9 h) que en Pelibuey (34.8 ± 0.9 h). Adicionalmente, el intervalo a estro fue más corto ($P<0.05$) con la aplicación de 200 ó 300 UI de PMSG 24 h antes del final del protocolo comparado con la aplicación de 200 UI al final del

protocolo. La tasa de ovulación sólo fue afectada ($P < 0.05$) por raza, siendo mayor en corderas Pelibuey (2.4 ± 0.1) que en Dorper (2.0 ± 0.1) y Katahdin (1.9 ± 0.1). En conclusión, la actividad estrual y ovárica en corderas de pelo sincronizadas con progestágenos es influenciada principalmente por raza.

Palabras clave: ovejas, razas de pelo, sincronización del estro, tasa de ovulación.

3.2 Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of breed, reproductive season, dose and time of application of PMSG on the oestrus and ovarian activity in hair breed ewe lambs under dry tropic conditions of the northeast of Mexico. A total of 216 ewe lambs of Dorper, Katahdin and Pelibuey breed, 91 at high reproductive season and 125 at low reproductive season, were synchronized with fluorogestone acetate and PMSG (200 and 300 IU). Presence of estrous was analyzed under a logistic regression model, while onset to estrous and ovulation rate were analyzed by ANOVA using a completely randomized design with 2x2x2x3 factorial arrange. Presence of estrous was only affected ($P<0.01$) by breed. Compared with Pelibuey, Dorper ewe lambs had 9.74 times more possibilities to estrous presence. Between 70 and 80% of ewe lambs presented estrous signs between 24 and 36 h post-withdrawal of the sponge, indifferently of dose and application time of PMSG. In ewe lambs synchronized during low reproductive season compared with those synchronized during high reproductive season, the estrous presence was less concentrated (between 24 and 48 h). The onset to estrous was shorter ($P<0.05$) in Dorper (29.5 ± 0.9 h) and Katahdin (29.1 ± 0.9 h) ewe lambs that in those of Pelibuey breed (34.8 ± 0.9 h). Additionally, onset to estrous was shorter ($P<0.05$) in ewe lambs treated with 200 or 300 IU of PMSG 24 h before sponge removal that in those treated with 200 IU at the time of sponge removal. The ovulation rate was only affected ($P<0.05$) by breed, being greater in Pelibuey ewe lambs (2.4 ± 0.1) that in those of Dorper (2.0 ± 0.1) and Katahdin (1.9 ± 0.1) breed. In conclusion, the estrual and ovarian activity in hair breed ewe lambs synchronized with progestagens is influenced mainly by breed.

Key words: sheep, hair breed, estrus synchronization, ovulation rate.

3.3 Introducción

La aplicación de hormonas exógenas a las ovejas para sincronizar o inducir el estro es una herramienta reproductiva ampliamente utilizada por la industria ovina del mundo, incluyendo México. Esto con el fin de mejorar la eficiencia en la producción de corderos durante todo el año. Adicionalmente, estos tratamientos hormonales son parte fundamental dentro de los programas de inseminación artificial. Existen diversos protocolos de sincronización y/o inducción del estro, pero los protocolos donde se usan progestágenos y PMSG (Barret *et al.*, 2004; Ali, 2007) son los que mejores resultados han ofrecido para sincronizar e inducir el comportamiento estrual sin afectar la fertilidad. Las esponjas impregnadas de FGA son colocadas intravaginalmente en las ovejas durante 9 ó 14 d para simular la fase lútea del ciclo estrual, y después de este tiempo, la esponja es retirada aplicando en este momento o antes una inyección de PMSG para estimular el crecimiento folicular, y por ende, la tasa ovulatoria (Cline *et al.*, 2001). Aún cuando los resultados con estos protocolos han sido satisfactorios, varios estudios (Esen and Bozkurt, 2001; Rosa and Bryant, 2003; Kridli *et al.*, 2006; Martínez-Tinajero *et al.*, 2007; Moeini *et al.*, 2007) realizados en ovejas de razas de lana y algunos en razas de pelo coinciden en mencionar que la respuesta ovárica, y subsecuentemente, la fertilidad y fecundidad pueden variar por diversos factores genéticos o ambientales. Moeini *et al.* (2007) reportaron diferente respuesta al estro entre ovejas de raza Iranian Sanjabi y Lori tratadas con acetato de fluorogestona y 400 UI de PMSG. En ovejas Dorper, Zeleke *et al.* (2005) encontraron que aplicando la PMSG 24 h antes de finalizar el protocolo de sincronización, la prolificidad y fecundidad se incrementaron hasta en un 20% en comparación cuando se aplicó al término del protocolo. Otros factores que han

encontrado que afectan la respuesta de las ovejas de lana a estos tratamientos hormonales con progestágenos son la dosis de PMSG (Eppleston *et al.*, 1991; Kridli *et al.*, 2006), la época del año (Langford *et al.*, 1983; Rosa and Bryant, 2003), la condición corporal (Esen and Bozkurt, 2001) y la misma región geográfica (Fenton *et al.*, 1997). Bajo las condiciones climáticas de México, poco se ha estudiado sobre los factores que influyen en la respuesta reproductiva de las ovejas (pelo y lana) que son sometidas a protocolos de sincronización. En condiciones tropicales del sureste del país, Martínez-Tinajero *et al.* (2007) encontraron que el tiempo de aplicación de la PMSG influye sobre la presentación del estro de ovejas Blackbelly. Similarmente, en condiciones de trópico seco del noreste de México, Macías (2007) también reportó un efecto de tiempo de aplicación de PMSG, además, de la dosis de PMSG, raza, época del año y del estado fisiológico sobre la respuesta de ovejas de pelo en estro y el tiempo de aparición del estro después de finalizado el protocolo de sincronización. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dosis de PMSG y su tiempo de aplicación, raza y época reproductiva como posibles factores que pudieran afectar el comportamiento estrual y la actividad ovárica de corderas de pelo sincronizadas con FGA.

3.4 Materiales y Métodos

Descripción del área de estudio

El presente estudio se realizó en la Posta Zootécnica “Ing. Herminio García González” de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, la cual se ubica en la región noreste de México (latitud 23° 56’ N y longitud 99° 06’ W, altitud 190 m). El

clima predominante en esta región es de trópico seco, semi-cálido y sub-húmedo, con lluvias en verano. La temperatura y precipitación promedio es 23 °C y 800 mm, respectivamente (INEGI, 2003).

Diseño experimental y animales

El estudio se realizó durante 2008 y se condujeron 4 programas de sincronización de estro durante el año: el primero se realizó del 23 de Febrero al 14 de Marzo con 66 corderas, el segundo del 30 de Abril al 20 de Mayo con 59 corderas, el tercero del 15 de Julio al 4 de Agosto con 63 corderas, y el cuarto del 6 al 27 de Septiembre con 28 corderas. Los programas se establecieron en dichos meses para cubrir la época de actividad reproductiva baja y alta que registran las ovejas de pelo acorde a los señalado por González-Reyna *et al.* (1992). Estos autores encontraron que en el lugar donde se realizó este estudio, las ovejas de raza Pelibuey muestran alta actividad reproductiva durante el año con excepción de los meses de Febrero a Abril.

Antes de iniciar cada programa de sincronización, las corderas se dividieron aleatoriamente en 4 grupos para aplicar los siguientes tratamientos de PMSG (Folligon, Intervet, Holland): 1) 200 UI 24 h antes de retirar la esponja, 2) 200 UI al momento de retirar la esponja, 3) 300 UI 24 h antes de retirar la esponja, y 4) 300 UI al momento de retirar la esponja.

En general, entre ambas épocas del año se utilizaron 216 corderas (alta, n=91, y baja, n=125) de razas de pelo Dorper, Katahdin y Pelibuey con una edad de 6 a 8 meses y una CC de 3.0 a 3.5, utilizando la escala de 1 a 5 (Thompson and Meyer, 1994).

Programa de sincronización y manejo

Durante el estudio, todas las hembras se mantuvieron en estabulación. Los corrales donde se alojaron tenían piso de tierra y estaban provistos de comederos, bebederos y sombra. La alimentación consistió en ofrecerles *ad libitum* pulpa fresca de naranja (9.6% PC en base seca) y 300g/cabeza/día de un suplemento (14% PC en base seca) elaborado con sorgo molido, salvado de trigo, harina de soya, heno picado de zacate buffel, melaza y sales minerales. El agua se ofreció *ad libitum*. Previo a cada programa de sincronización (15 d), las ovejas se trataban contra parásitos externos e internos con 1.0 ml de ivermectina, asimismo, se les aplicaba 2 ml de vitaminas A, D y E, y 1 ml de complejo B.

El programa de sincronización de estros consistió en aplicar intravaginalmente a cada cordera una esponja impregnada de acetato de fluorogestona (40 mg; Chronogest, Intervet, Holland) por 12 d, y previo al retiro de la esponja se aplicaron los tratamientos de PMSG. La incidencia y distribución de estros se determinó 24 h post-retiro de la esponja mediante la introducción de machos marcadores provistos de un mandil. Las corderas detectadas en estro fueron registradas y separadas para facilitar la detección del estro en las corderas restantes. Adicionalmente, la tasa de ovulación se determinó por observación directa y conteo de cuerpos lúteos en la superficie de los ovarios de las corderas mediante la técnica de laparoscopia. Esta se realizó 8 d después del retiro de la esponja utilizando un laparoscopio rígido (Karl Storz Endoscope; Storz).

Variables de estudio

Se evaluó el efecto de la dosis de PMSG y su tiempo de aplicación, raza y época reproductiva sobre la presencia de estro (corderas que presentaron estro

después del retiro de la esponja), intervalo a estro (intervalo de tiempo entre el retiro de la esponja y presentación de estro) y tasa de ovulación (número de cuerpos lúteos por cordera que presentó estro).

Análisis estadístico

La presencia de estro fue analizada bajo un modelo de regresión logística que incluyó los efectos de dosis de PMSG (200 ó 300 UI), tiempo de aplicación de PMSG (-24 h y 0 h), época reproductiva (alta y baja) y raza (Dorper, Katahdin y Pelibuey). Adicionalmente, el porcentaje de corderas que presentaron estro se agruparon en tres intervalos de tiempo (<24, 24-36 y 36-48 h) y se graficó la distribución de estro para cada factor. El intervalo a estro y la tasa de ovulación se analizaron mediante un análisis de varianza usando un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2x2x3. Los factores que incluyó el análisis de varianza fueron los mismos del modelo de regresión logística, adicionalmente, las posibles interacciones entre factores. Las comparaciones de medias se realizaron con la prueba t-student a una $P < 0.05$. Se consideraron tendencias cuando el análisis indicó $P \geq 0.05$ a $P \leq 0.10$. Todos los análisis se realizaron usando los procedimientos PROC LOGISTIC y PROC GLM del paquete SAS (SAS, 2004).

3.5 Resultados

Presencia de estro

Los resultados del análisis de regresión logística sobre factores que afectan la presencia de estro se muestra en el Cuadro 1. La época reproductiva, la dosis y el tiempo de aplicación de PMSG fueron factores que no influyeron ($P > 0.05$) sobre

la presencia de estro en corderas sincronizadas con FGA; caso contrario al observado con el efecto de raza ($P < 0.01$). Las corderas Dorper ($OR = 9.74$, $IC = 1.93$ a 49.19 , $P = 0.0059$) registraron más posibilidades de presentar estro que las Pelibuey. Aunque entre Katahdin y Pelibuey se observaron similares ($P > 0.05$) posibilidades en la presencia de estro como producto del protocolo de sincronización utilizado.

Cuadro 1. Regresión logística sobre factores que influyen en la presencia de estro (PE) de corderas de pelo tratadas con FGA.

Variable	N	PE % (n)	Odd Ratio	Intervalo de confianza 95%	$P > X^2$
Raza					
Dr	62	96.8 (60)	9.74	1.93-49.19	0.0059
Ka	69	79.7 (55)	2.15	0.81-5.69	0.1226
Pb	85	72.9 (62)			
Dosis de PMSG					
200	104	80.8 (84)	0.73	0.33-1.60	0.4314
300	112	83.0 (93)			
Tiempo aplicación de PMSG					
0 h	100	78.0 (78)	0.57	0.26-1.26	0.1648
-24 h	116	85.3 (99)			
Época reproductiva					
Alta	91	74.7 (68)	0.48	0.19-1.26	0.1358
Baja	125	87.2 (109)			

FGA: Acetato de fluorogestona; PMSG: Gonadotropina sérica de yegua preñada.

En la Figura 1 se muestran los resultados de distribución de estros para corderas tratadas con 200 y 300 UI de PMSG. Se observó que 84 corderas tratadas con 200 UI de PMSG respondieron al tratamiento, el 6% mostró estro dentro de las 24 h posteriores al retiro del progestágeno, 71.4% entre 24 y 36 h, y 22.6% entre 36 y 48 h. En las corderas tratadas con 300 UI de PMSG que presentaron estro (n=93), 2.2% lo presentó dentro de las primeras 24 h post-retiro del progestágeno, 78.2% entre 24 y 36 h, y 19.9% entre 36 y 48 h.

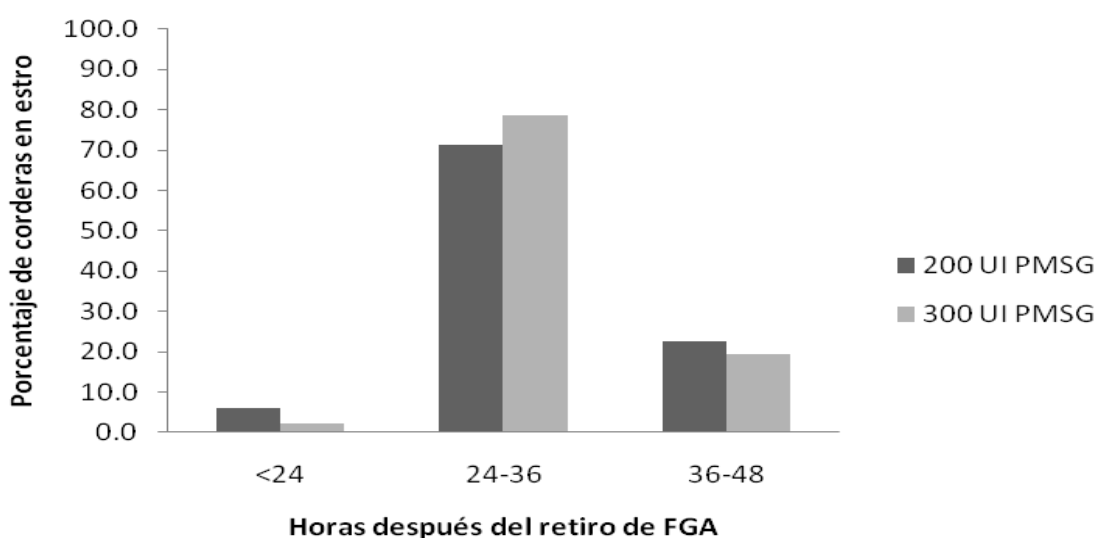


Figura 1. Distribución del porcentaje de estro en corderas de pelo en base a dosis de PMSG.

En la Figura 2 se muestra en base al tiempo de aplicación de la PMSG (0 y -24 h del retiro del progestágeno) la distribución de corderas que mostraron estro. De las 80 corderas que respondieron al tratamiento cuando la PMSG se aplicó al momento de retirar la esponja (0 h), 0, 76.3 y 23.8% presentaron estro post-retiro del progestágeno entre 0 y 24 h, entre 24 y 36 h y entre 36 y 48 h, respectivamente. En el caso de las 97 corderas tratadas con PMSG a las 24 h

previas al retiro de la esponja y que presentaron estro, 7.2% lo registraron en las 24 h posteriores al retiro, 74.2% entre 24 y 36 h, y 18.6% entre 36 y 48 h.

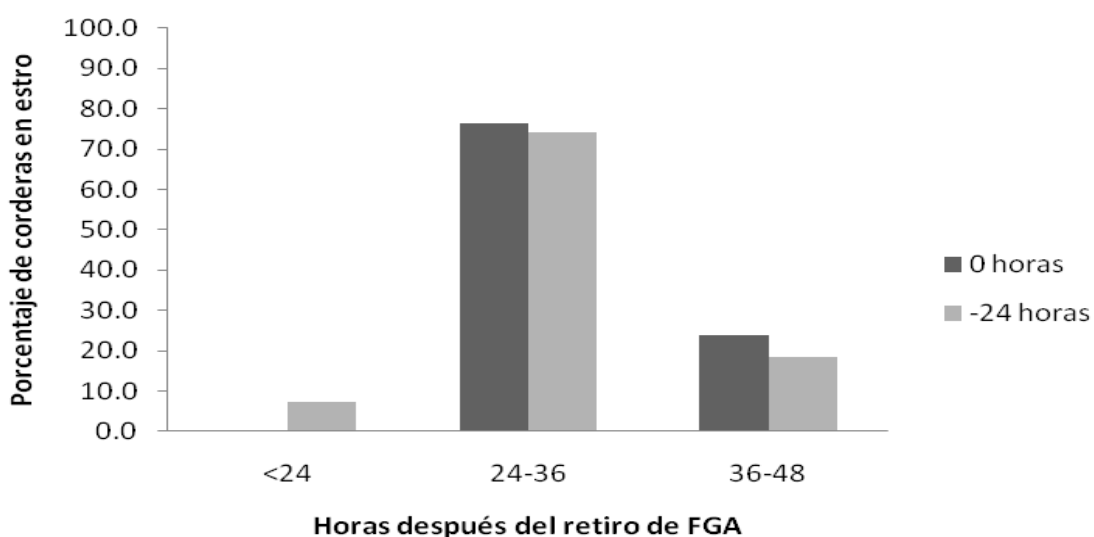


Figura 2. Distribución del porcentaje de estro en corderas de pelo en base a tiempo de aplicación de PMSG.

En la Figura 3 se presenta en base a raza la distribución de corderas que mostraron estro. Se observó que 60 corderas Dorper, 55 corderas Katahdin y 62 corderas Pelibuey presentaron signos de estro después de terminado el protocolo de sincronización. En las Dorper, 1.7% mostró estro dentro de las 24 h posteriores al retiro del progestágeno, 75.0% entre 24 y 36 h, y 23.3% entre 36 y 48 h. En las Katahdin, 7.2% mostró estro en las primeras 24 h posteriores al retiro del progestágeno, 87.3% entre 24 y 36 h, y 5.5% entre 36 y 48 h. Finalmente, las Pelibuey se distribuyeron de la siguiente manera: 3.2% mostró estro a las 24 h, 54.9% entre 24 y 36 h, y 41.9% entre 36 y 48 h.

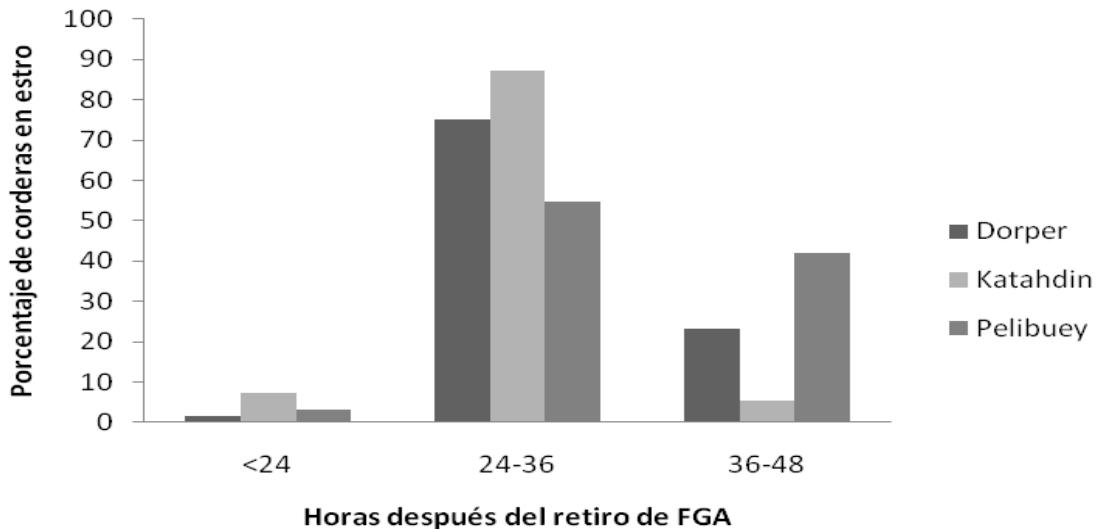


Figura 3. Distribución de la presentación de estros en corderas de pelo en base a raza.

En la Figura 4 se presenta la distribución de estros acorde a la época reproductiva del año (alta y baja) en que se aplicó el protocolo de sincronización de estro. Un total de 68 corderas respondieron al tratamiento de sincronización en la época reproductiva alta, de las cuales 7.4% mostró estro dentro de las 24 h posteriores al retiro del progestágeno, 89.7% entre 24 y 36 h, y 2.9% entre 36 y 48 h. En el caso de las corderas tratadas en la época baja, 109 presentaron estro y se distribuyeron como sigue: 1.8% dentro de las 24 h posteriores al retiro del progestágeno, 66.1% entre 24 y 36 h, y 32.1% entre 36 y 48 h.

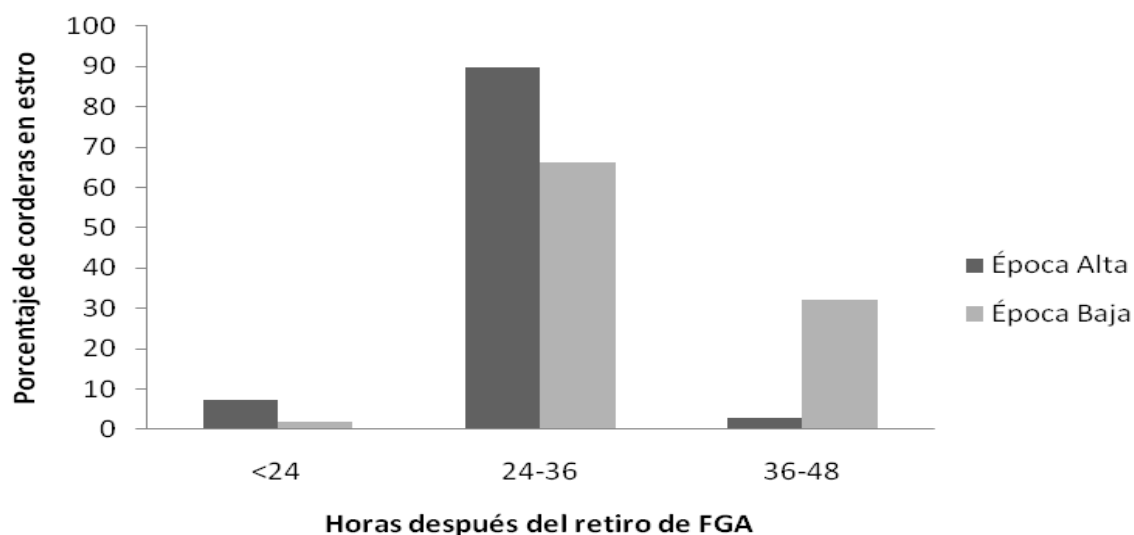


Figura 4. Distribución del porcentaje de estro en corderas de pelo en base a la época reproductiva.

Intervalo a estro y tasa de ovulación

Los resultados del efecto de raza, época reproductiva y la interacción entre dosis de PMSG y tiempo de aplicación de PMSG sobre el intervalo a estro y la tasa de ovulación en corderas sincronizadas con FGA se muestran en el Cuadro 2. En relación al efecto de raza las corderas Dorper (29.5 ± 0.9 h) y Katahdin (29.1 ± 0.9 h) presentaron un intervalo de estro más corto ($P < 0.05$) que las Pelibuey (34.8 ± 0.9 h). La interacción dosis x tiempo de aplicación de PMSG también afectó ($P < 0.05$) el intervalo a estro, siendo más largo ($P < 0.05$) en las corderas tratadas con 200 UI al retiro del progestágeno (34.6 ± 1.0 h) en relación a los otros tratamientos (promedio= 30.9 ± 1.0 h). Cuando se aplicó 200 y 300 UI de PMSG a las -24 h, y 300 UI a las 0 h, el intervalo a estro fue similar ($P > 0.05$). Con respecto a la tasa de ovulación, solamente se observó variación de ésta por efecto de raza ($P < 0.05$). Las corderas Pelibuey (2.4 ± 0.1 cuerpos lúteos) presentaron mayor ($P < 0.03$) tasa de ovulación que las Dorper (2.0 ± 0.1 cuerpos

lúteos) y Katahdin (1.9 ± 0.1 cuerpos lúteos), las cuales tuvieron similares medias ($P > 0.05$) en esta variable.

Cuadro 2. Efecto de la aplicación de PMSG, raza y época reproductiva sobre el intervalo a estro y la tasa de ovulación de ovejas de pelo sincronizadas con FGA.

Variable	N	Intervalo a estro \pm EE	Tasa de ovulación \pm EE
Raza			
Dorper	60	$29.5 \pm 0.9a$	$2.0 \pm 0.1b$
Katahdin	55	$29.1 \pm 0.9a$	$1.9 \pm 0.1b$
Pelibuey	62	$34.8 \pm 0.9b$	$2.4 \pm 0.1a$
Época reproductiva			
Alta	68	$29.0 \pm 0.8a$	$2.0 \pm 0.1a$
Baja	109	$32.6 \pm 0.8a$	$2.2 \pm 0.1a$
Dosis x Tiempo aplicación de PMSG			
200 UI 0 h	34	$34.6 \pm 1.0a$	$1.8 \pm 0.2a$
200 UI -24 h	50	$30.4 \pm 1.0b$	$2.1 \pm 0.2a$
300 UI 0 h	45	$31.5 \pm 1.0b$	$2.1 \pm 0.2a$
300 UI -24 h	48	$30.8 \pm 1.0b$	$2.2 \pm 0.2a$

^{a,b} Superíndices diferentes dentro de columnas indican diferencia significativa ($P < 0.05$); FGA: Acetato de fluorogestona; PMSG: Gonadotropina sérica de yegua preñada.

Los resultados del efecto de dosis de PMSG y del tiempo de aplicación de PMSG sobre la tasa de ovulación en corderas sincronizadas con FGA se muestran en el Cuadro 3. Las medias de tasa de ovulación fueron similares ($P > 0.05$) entre aplicar 200 y 300 UI de PMSG, asimismo, entre aplicar la PMSG a las 0 y -24 h antes del retiro del progestágeno.

Cuadro 3. Efecto de la dosis y tiempo de aplicación de PMSG sobre la tasa de ovulación de ovejas de pelo sincronizadas con FGA.

Variable	N	Tasa de ovulación \pm EE
Dosis de PMSG		
200 UI	84	2.0 \pm 0.1a
300 UI	93	2.2 \pm 0.1a
Tiempo de aplicación de PMSG		
0 h	78	2.0 \pm 0.1a
-24 h	99	2.2 \pm 0.1a

^{a,b} Superíndices diferentes dentro de columnas indican diferencia significativa ($P < 0.05$); FGA: Acetato de fluorogestona; PMSG: Gonadotropina sérica de yegua preñada.

3.6 Discusión

De los factores estudiados, solamente la raza de la cordera influyó la respuesta a la presencia a estro, lo cual concuerda con los resultados encontrados en ovejas de lana por Emsen and Yaprak (2006) y Moeini *et al.* (2007). En ambos estudios reportaron variaciones entre razas (Awassi vs Red Karaman e Iranian Sanjabi vs Lori) en el porcentaje de ovejas que presentan estro después de haber sido sincronizadas con un progestágeno más PMSG. Por su parte, Macías (2007) aplicando un programa de sincronización similar al usado en este estudio, encontró mayor porcentaje de estro en ovejas Pelibuey Canelo que en las de raza Pelibuey Blanco, Blackbelly y Dorper. Sin embargo, existen otros estudios donde no encontraron diferencias en la presencia de estro entre razas de lana (Boscos *et al.*, 2002; Romano *et al.*, 2000). Posiblemente esta discrepancia entre resultados esté relacionada con la zona geográfica donde se realizó cada estudio y con el tipo de mejoramiento genético que han seguido para

cada raza. Así, Moeini *et al.* (2007) mencionan que razas mejoradas para incrementar la prolificidad son más sensibles a responder a los tratamientos hormonales de sincronización e inducción del estro. Lo anteriormente mencionado puede ser la causa de las variaciones encontradas en presencia de estro entre las razas estudiadas. Cabe mencionar que aun cuando las corderas de raza Dorper incrementaron en mayor medida la presencia de estro en comparación a las Pelibuey, en ambas razas y en las Katahdin se observó que un mayor porcentaje de hembras que presentaron estro respondieron entre 24 y 36 h después de finalizado el protocolo de sincronización. Hashemi *et al.* (2006) y Kridli *et al.* (2006) en ovejas de diferentes razas sincronizadas con FGA y PMSG (500 y 600 UI) también reportaron una agrupación de la presencia de estro entre 24 y 36 h post-retiro del progestágeno. Similarmente, Martínez-Tinajero *et al.* (2006) usando el mismo protocolo pero con 150 y 300 UI de PMSG, encontraron mayor concentración de ovejas en estro (80%) entre 24 y 48 h de terminado el tratamiento hormonal. Estos resultados sugieren que el tiempo que tardan las ovejas tratadas con FGA y PMSG después de terminado el protocolo de sincronización para presentar estro, no depende de la raza.

En este estudio también se observó que independientemente de la dosis y el tiempo de aplicación de la PMSG, el mayor porcentaje de corderas que responden a estro presentan los signos entre 24 y 36 h. Este resultado sugiere que para alcanzar una mayor concentración de estro en un lapso de tiempo corto basta con aplicar dosis entre 200 y 300 UI de PMSG. Ali (2007) menciona que la aplicación de la PMSG reduce el tiempo de aparición de estro en las ovejas que responden al tratamiento. Esto debido a un mayor estímulo en el desarrollo folicular, lo cual se refleja en una alta producción de estrógenos en un lapso de

tiempo menor en relación a cuando no se aplica. Acorde a estos resultados Martínez-Tinajero *et al.* (2007) y Camacho *et al.* (2008) también reportaron una mayor concentración de ovejas en estro entre 24 y 36 h tanto cuando aplicaron la PMSG al momento ó 48 h antes del retiro del progestágeno. En el caso del resultado de dosis de PMSG, Martínez-Tinajero *et al.* (2006) encontraron que el mayor porcentaje de ovejas en estro se concentró entre 36 y 48 h cuando aplicaron 150 (67%) y 300 (47%) UI de PMSG al finalizar un protocolo de sincronización con CIDR. Por lo tanto, estos resultados sugieren el beneficio de aplicar la PMSG para obtener una mejor agrupación de las corderas en estro, lo cual puede ser benéfico para incrementar la fertilidad obtenida en los programas de inseminación artificial a tiempo fijo.

Al igual como se observó en la distribución de estros con los otros factores de estudio, en ambas épocas reproductivas una mayor agrupación de ovejas en estro se presentó entre 24 y 36 h después de retirado el progestágeno (90 y 66 % en alta y baja, respectivamente). Aunque en las corderas tratadas en la época de baja actividad reproductiva el porcentaje de hembras en estro entre 36 y 48 h se incrementó a 32% contra 3% en la época de alta actividad. Al respecto, Lunstra and Christenson (1981) mencionan que en las ovejas de lana sometidas a programas de sincronización e inducción del estro durante épocas de anestro el grado de sincronía entre los eventos reproductivos se reduce. Por lo tanto, el incremento en el porcentaje de ovejas que presentaron estro entre 36 y 48 h del grupo tratado en la época de baja actividad reproductiva se puede deber a algún efecto del fotoperiodo. Macías (2007) reporta menor porcentaje de oveja de raza de pelo en estro y mayor intervalo de horas a estro post-retirado el progestágeno

cuando el grupo de hembras se sincronizó en época de baja actividad reproductiva, tal como sucedió en éste estudio.

En este estudio se observó que las corderas Pelibuey tardaron mayor tiempo (5.5 ± 0.9 h) en presentar el estro después de retirado el progestágeno pero tuvieron mejor tasa de ovulación comparado con las otras razas (2.4 ± 0.1 vs 1.95 ± 0.1 óvulos en promedio). El efecto de raza sobre el intervalo a estro y la tasa ovulatoria resulta poco claro y difícil de explicar. Por una parte, el incremento en la tasa de ovulación en corderas de raza Pelibuey puede ser debido a la mejor prolificidad que de manera natural presenta dicha raza en relación a la Dorper y Katahdin (Bartlewski *et al.*, 1999). Sin embargo, ésta tasa ovulatoria debería de estar acompañada también de un incremento del nivel de estrógenos, y por ende, un similar o menor intervalo a estro al encontrado en las otras dos razas. Rekik *et al.* (2002) mencionan que la respuesta de corderas a los tratamientos hormonales para inducir o sincronizar el estro resultan ser poco predecibles, ya que puede haber inmadurez del sistema reproductivo. También por influencia de factores ambientales como nivel de nutrición, peso vivo en relación al maduro, época del año en que nació, entre otros (Martínez *et al.*, 2001; Madani *et al.*, 2009). En este estudio no se realizó monitoreo previo de los niveles de progesterona en las corderas tratadas, resultando imposible definir el estado reproductivo en que se encontraban. Macías (2007), quien sometió a programa de sincronización de estro con FGA y PMSG a ovejas de raza Pelibuey Blanco, Pelibuey Canelo, Dorper y Katahdin encontró que el intervalo a estro no varió entre razas siendo en promedio de 28.8 ± 5.5 h. Este valor es similar al observado en corderas Dorper y Katahdin. En ovejas de lana, Romano *et al.* (2000) compararon el intervalo a estro entre las razas Suffolk, Hampshire y White Face, y ellos tampoco reportaron

variaciones por efecto de raza. Posiblemente nuestros resultados son diferentes a los publicados en esos estudios por el tipo de ovejas que usaron (adultas). El intervalo a estro y la tasa de ovulación después de retirar la esponja no difirió entre épocas reproductivas, siendo similar al resultado reportado por Pierson *et al.* (2001).

La interacción dosis x tiempo de aplicación de PMSG afectó el intervalo a estro, pero no la tasa de ovulación. La aplicación de 200 UI de PMSG al retiro del progestágeno incrementó el intervalo a estro comparado con los otros tratamientos. Posiblemente se debe a que al modificar la dosis y el tiempo de administración de la PMSG resulta en un cambio en el patrón del desarrollo folicular, el cual puede ser favorable o desfavorable para acelerar el desarrollo y crecimiento de los folículos, y la elevación del nivel de estrógenos en plasma (Ustuner *et al.*, 2007). Estos resultados demuestran la importancia de la hormona PMSG para incrementar el grado de sincronía entre los eventos reproductivos y la aparición del estro cuando las ovejas son tratadas con progestágenos. Con base a lo encontrado, el tiempo de aparición del estro es el mismo aplicando dosis de 200 ó 300 UI de PMSG 24 h antes de retirar el dispositivo vaginal que aplicar una dosis de 300 al momento del retiro. En general, estos resultados concuerdan con los reportados por Ali (2007), Macías (2007) y Ustuner *et al.* (2007).

3.7 Conclusiones

En conclusión, la actividad estrual y ovárica en corderas de pelo sincronizadas con progestágenos es influenciada principalmente por raza. La distribución del porcentaje de ovejas en estro sincronizadas con progestágenos se concentra dentro del rango de 24 a 48 h pos-retiro del progestágeno. Al aplicar la PMSG antes del retiro del progestágeno se acorta el intervalo a estro.

4. EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN OVEJAS PELIBUEY TRATADAS CON FGA-PMSG Y SERVIDAS MEDIANTE MONTA NATURAL O INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

4.1 Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de PMSG y del tipo de servicio sobre el comportamiento reproductivo de ovejas de pelo en el noreste de México. Un total de 60 ovejas fueron sincronizadas con acetato de fluorogestona, y 24 h antes de retirar el progestágeno, las ovejas se dividieron en 2 grupos para aplicarles 200 (n=40) ó 0 UI (n=20) de PMSG. A la detección del estro, las ovejas de cada grupo se subdividieron aleatoriamente en 2 grupos y fueron servidas por: monta natural (MN) o inseminación artificial intrauterina, vía laparoscopia (IAIL). El intervalo a estro (25.8 vs 37.7 h) y la tasa de gestación (93.3 vs 73.1%) fue menor ($P<0.01$) en ovejas tratadas con 200 UI de PMSG que las no tratadas, mientras que la tasa de parición y la fecundidad aumentó ($P<0.05$) con la aplicación de PMSG. Para efecto del tipo de servicio, se observó menor tasa de gestación (72.0 vs 82.6%) y mayor tasa de parición (84.2 vs 94.4%) ($P<0.05$) en ovejas de IAIL con respecto al grupo MN. En conclusión, la aplicación de PMSG en los protocolos de sincronización de ovejas mejora la tasa de parición y la producción de corderos. Asimismo, empadrear a las ovejas a través de IAIL incrementa la tasa de parición en relación a cuando son servidas por MN.

Palabras clave: Oveja de pelo, sincronización del estro, tipo de servicio, fertilidad.

4.2 Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of the application of PMSG and type of service on the reproductive performance in hair sheep ewes in Northeast Mexico. A total of 60 ewes were synchronized with fluorogestone acetate. Twenty four hours before progestagen withdrawal, the ewes were divided into two groups to apply 200 (n=40) or 0 IU (n=20) of PMSG. A detection of estrous, the ewes of each group were subdivided randomly into two groups and served by: natural service (NM) or intrauterine artificial insemination by laparoscopy (IAIL). Shorter interval to estrous (25.8 h vs 37.7 h) and lower gestation rate was observed ($P<0.01$) in ewes treated with 200 IU of PMSG than untreated ewes, while lambing rate and fecundity increased ($P<0.05$) with the application of PMSG. Ewe lambs mated naturally had greater gestation rate (72.0 vs 82.6%; $P<0.05$) and lower lambing rate (84.2 vs 94.4%; $P<0.05$) than those ewes IAIL. In conclusion, the application of PMSG in protocols of synchronization of hair sheep ewes improves the lambing rate and the production of lambs. Likewise, compared with MN, the IAIL increased lambing rate in Pelibuey ewes.

Key words: Hair sheep, synchronization of estrous, type of service, fertility.

4.3 Introducción

La eficiencia reproductiva de la oveja puede ser incrementada a través del uso de tecnologías reproductivas tales como: la sincronización de estro (Atsan *et al.*, 2007), la inseminación artificial (Anel *et al.*, 2005), los protocolos de superovulación y la transferencia de embriones (Ramón-Ugalde *et al.*, 2008). El empleo de tratamientos hormonales para controlar el proceso reproductivo de las ovejas, es un procedimiento muy utilizado en distintas partes del mundo para aumentar la fecundidad y obtener un mayor número de corderos para abasto. El tratamiento hormonal donde se combina progestágenos con PMSG es el más comúnmente usado para sincronizar o inducir el estro (Santos *et al.*, 2010). Con el uso de este protocolo se han obtenido las mejores respuestas de actividad estrual, las cuales van del 90 al 100% de ovejas en estro (Zelege *et al.*, 2005; Moeini *et al.*, 2007; Ustuner *et al.*, 2007). Sin embargo, el uso de dosis altas de PMSG en ovejas de pelo no siempre es ventajoso por el costo que tiene esta hormona en el mercado y por el largo tiempo de vida en la circulación. Dosis elevadas de PMSG pueden resultar en una sobre estimulación de los ovarios, incrementando el crecimiento folicular y pérdidas embrionarias tempranas (Catalano *et al.*, 2007). Dichas anomalías en los procesos reproductivos por efecto de la PMSG a dosis altas pueden prevenirse con la implementación de tratamientos de sincronización donde se usen dosis reducidas de esta gonadotropina. Algunos estudios demostraron que con la aplicación de dosis bajas de PMSG, la conducta del estro y la fertilidad esperada en las ovejas después de terminar el protocolo no es afectada (Ahmed *et al.*, 1998; Hill *et al.*, 1998; Kohno *et al.*, 2005). Sin embargo, estudios en ovejas de pelo donde hayan usado dosis bajas de PMSG no existen. Por otra parte, poco se ha estudiado el

uso de estos protocolos de sincronización en combinación de la inseminación artificial. Una buena concentración de signos de celo en un tiempo relativamente corto favorece que la fertilidad se incremente cuando se usa inseminación artificial, ya que el momento de la ovulación puede ser más predecible (Hill *et al.*, 1998). Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de una dosis baja de PMSG y el tipo de servicio (monta natural o IAIL) sobre el comportamiento estrual y reproductivo en ovejas Pelibuey sincronizadas con progestágenos.

4.4 Materiales y Métodos

El estudio fue realizado en la Ganadera Mirasol, localizada en el rancho El Encinal, municipio de Guemez, Tamaulipas, en la región Noreste de México, ubicado a 24° 03' N y 98° 59' W, y una altitud de 160 m.s.n.m. El clima en esta región se clasifica como trópico seco, con una temperatura y precipitación media anual de 23 °C y 800 mm, respectivamente (INEGI, 2003). El estudio tuvo una duración de 170 d, iniciando en el mes de febrero del 2003 y finalizando en el mes de julio del 2003.

Se utilizaron 60 ovejas Pelibuey adultas con edad de 4 a 5 años, peso vivo de 35 a 40 kg y una condición corporal de 2.5 a 3.5 (Escala de 1 a 5; 1 emaciadas, 5 gordas; Russel *et al.*, 1969). Las ovejas se mantuvieron bajo condiciones de confinamiento, y se alimentaron con una dieta para mantenimiento (14% de PC). La ración se preparó en el rancho con forraje seco (zacate Buffel, soca de sorgo o rastrojo de maíz molido), grano de sorgo, harina de soya, melaza y una mezcla mineral. Además, se prepararon bloques multinutricionales (27% PC; se utilizaron granos de sorgo y maíz, salvado, harina de soya, melaza, mezcla

mineral y urea); tanto la dieta, los bloques y agua fresca fueron ofrecidos diariamente a libre acceso.

Las ovejas se trataron durante 10 d con esponjas intravaginales impregnadas con 40 mg de FGA (Chronogest®, Intervet®, Boxmeer, Holland), y 24 h antes del retiro de la esponja, las ovejas se asignaron de forma aleatoria a uno de dos tratamientos para la aplicación intramuscular de PMSG: 200 UI de PMSG (n=40; Folligon®, Intervet®, Boxmeer, Holland, 1.5 ml) o solución salina (0 UI de PMSG, n=20 ovejas, 1.5 ml). Después de finalizado el protocolo de sincronización, la manifestación de estros fue monitoreada por periodos de 30 minutos durante 48 h con machos enteros, provistos de un mandil para evitar la cópula. La detección de estros se inició 24 h post-retiro de la esponja. Las ovejas en estro fueron alojadas en un corral adyacente. Adicionalmente, las ovejas de cada tratamiento (200 UI ó solo suero salino) se subdividieron aleatoriamente como mostraron estro para ser servidas por MN o IAIL. Las ovejas del grupo MN fueron servidas por machos de fertilidad probada 12 h después de que fueron detectadas en estro, mientras que las ovejas del grupo IAIL se inseminaron con semen fresco diluido entre 50-55 h post-retiro de la esponja. Momentos previos a la inseminación, el semen se colocó en pajillas de 0.25 ml a una concentración de 200×10^6 espermatozoides. El equipo utilizado fue un un laparoscopio rígido (Karl Storz Endoscope; Storz). La inseminación se realizó por medio de una cirugía menor en la oveja a través de la cual se logró ubicar los cuernos uterinos con una lente óptica, en ambos cuernos fue depositada media dosis de semen. La gestación fue diagnosticada por ultrasonografía (Tringa, Pie Medical, Holland), con un transductor rectal de 3.5-5.0 MHz, aproximadamente a los 60 días después del servicio.

Las variables estudiadas fueron: porcentaje de estro (%), total de ovejas en estro del total de ovejas tratadas), intervalo a estro (tiempo del retiro de la esponja al inicio del estro), tasa de gestación (%), ovejas gestantes a los 60 días del total de ovejas servidas), tasa de parición (%), ovejas paridas del total de ovejas que fueron diagnosticadas gestantes a los 60 días), fertilidad (%), ovejas paridas del total de ovejas servidas), fecundidad (%), corderos nacidos por ovejas servidas) y prolificidad (número de corderos nacidos por oveja parida). Los efectos de la dosis de PMSG (0 ó 200 UI) y tipo de servicio (MN o IAIL) sobre horas a estro y prolificidad se analizaron bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2. Las variables de estudio expresadas en porcentaje se analizaron con la prueba de Chi-cuadrada. Los análisis se realizaron con los procedimientos PROC FREQ y PROC GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 2004). La comparación de medias, cuando existieron diferencias se realizó con la prueba de Tukey a una $P < 0.05$.

4.5 Resultados

La interacción entre dosis de PMSG y tipo de servicio no fue significativa ($P > 0.05$) para ninguna variable de estudio. Los resultados del efecto de la dosis de PMSG sobre las variables reproductivas en ovejas de pelo se muestran en el Cuadro 4. No se observó efecto ($P > 0.05$) de la dosis de PMSG sobre el porcentaje a estro, fertilidad y prolificidad. Las ovejas tratadas con 200 UI de PMSG redujeron considerablemente el intervalo a estro en comparación a las del grupo testigo (25.8 h vs 37.7 h). Menor tasa de gestación (73.1 vs 93.3%;

P<0.05), mayor tasa de parición (95.8 vs 71.4%) y fecundidad (91.0 vs 73.3%) fue observada en ovejas tratadas con PMSG en relación a las no tratadas.

Cuadro 4. Efecto de la PMSG sobre la eficiencia reproductiva de ovejas Pelibuey, tratadas con esponjas impregnadas con acetato de fluorogestona.

Variables	Dosis de PMSG (UI)	
	0	200
Total de ovejas, n	20	40
Ovejas en estro, n (%)	15 (75.0) ^a	33 (82.5) ^a
Ovejas servidas, n	15	33
Intervalo a estro (h)	37.7 ± 0.9 ^c	25.8 ± 0.9 ^d
Ovejas paridas, n	10	23
Corderos nacidos, n	11	30
Tasa de gestación, %	93.3 (14/15) ^a	73.1 (17/23) ^b
Tasa de parición, %	71.4 (10/14) ^a	95.8 (16/17) ^b
Fertilidad, %	66.7 ^a	69.7 ^a
Fecundidad, %	73.3 ^a	91.0 ^b
Prolificidad	1.1 ± 0.1 ^a	1.3 ± 0.1 ^a

a b, Diferentes literales entre columnas indican diferencias (P<0.05), c d, diferentes literales entre columnas indican diferencias (P<0.01).

Los efectos del tipo de servicio sobre el comportamiento reproductivo de ovejas de pelo obtenidos en este estudio se muestran en el Cuadro 5. El grupo de ovejas servidas por MN tuvieron mayor tasa de gestación (82.6 vs 76%; $P < 0.05$) y menor tasa de parición (94.4 vs 84.2%; $P < 0.05$) que las ovejas de IAIL. Los valores para fertilidad, fecundidad y prolificidad fueron similares ($P > 0.05$) entre las ovejas servidas con MN e IAIL.

Cuadro 5. Efecto del tipo de servicio sobre la eficiencia reproductiva de ovejas Pelibuey.

Variables	Tipo de servicio	
	Monta Natural	IAIL
Ovejas servidas, n	23	25
Ovejas paridas, n	16	17
Corderos nacidos, n	19	22
Tasa de gestación, %	82.6a	72.0b
Tasa de parición, %	84.2a	94.4b
Fertilidad, %	70.6a	70.8a
Fecundidad, %	82.6a	88.0a
Prolificidad	1.2 ± 0.1a	1.3 ± 0.1a

a b: Medias con distinta literal entre columnas indican diferencias ($P < 0.05$).

4.6 Discusión

Se observó que las ovejas tratadas con progestágenos más PMSG tardaron menor tiempo (11.9 ± 0.9 h) en presentar el estro en comparación con las ovejas tratadas solamente con progestágenos. Estudios realizados por Husein *et al.* (1998), Barrett *et al.* (2004) y Martínez-Tinajero *et al.* (2007) confirman lo encontrado en este estudio, y explican que esta reducción es debida a un incremento en la actividad folicular y a la alta concentración de estrógenos ocasionada por la disminución en la atresia de los folículos preovulatorios, siendo los estrógenos los responsables de la presencia del estro. Husein *et al.* (2007) reportaron una reducción del intervalo al estro de 7 h en ovejas tratadas con PMSG en relación a las ovejas no tratadas. Adicionalmente, Vázquez-Armijo *et al.* (2004) reportaron una reducción importante del intervalo al estro con el uso de PMSG. Estos resultados demuestran la importancia de la aplicación de la PMSG en conjunto con progestágenos para incrementar el grado de sincronía entre los eventos reproductivos y la aparición del estro.

En este estudio, la tasa de gestación no fue mejorada con el uso de 200 UI de PMSG, siendo similar al estudio realizado por Eppleston *et al.* (1991), quienes reportaron que la PMSG no incrementó este parámetro. Posiblemente, la dosis aplicada de PMSG no fue suficiente para estimular una mejor tasa de ovulación, lo que se reflejó en una posible menor síntesis de progesterona para asegurar la gestación. Contrario a los resultados de este estudio, Zeleke *et al.* (2005) encontraron una mejor tasa de gestación en ovejas tratadas con PMSG, y ellos atribuyen este resultado a un mayor número de ovulaciones por oveja, y

consecuentemente, a una mayor síntesis de progesterona por una mayor disponibilidad de cuerpos lúteos. Resultados previamente reportados por Vázquez-Armijo *et al.* (2004) y por Luther *et al.* (2007), muestran que la PMSG en dosis mayores a 200 UI influye significativamente sobre la tasa de gestación al inducir los efectos mencionados anteriormente. Al respecto, Hill *et al.* (1998) reportaron que dosis mayores a 200 UI incrementaron la proporción de ovejas gestantes (para 200, 250 y 300 UI de PMSG la tasa de gestación fue 62.2, 72.9 y 79.1%, respectivamente). Por otra parte, las discrepancias respecto a la tasa de gestación entre la observada en esta investigación y aquella reportada en la literatura, puede deberse a factores como raza de la oveja, estación del año y manejo (Drion *et al.*, 2001).

En el presente estudio, la administración de 200 UI de PMSG incrementó la tasa de partos en un 24.4% comparado con el grupo testigo, con lo cual se evidencia que la aplicación de PMSG es capaz de aumentar la cantidad de ovejas paridas, debido a un aumento de la tasa de ovulación, lo que conlleva a mantener la gestación por la mayor cantidad de progesterona secretada por los cuerpos lúteos presentes (Simonetti *et al.*, 2002), mejorando así las condiciones uterinas que permitan obtener un mayor porcentaje de parición y/o un mayor crecimiento de los fetos (Ataman *et al.*, 2006).

La fecundidad fue mayor en las ovejas tratadas con PMSG en comparación al grupo testigo. Resultados similares fueron reportados por Gómez *et al.* (2006), quienes evaluaron la eficiencia reproductiva de ovejas utilizando PMSG como estimulante del comportamiento reproductivo contra un grupo testigo (150 vs 126%). De igual manera Zeleke *et al.* (2005) encontraron mayor fecundidad (147.8%) en ovejas tratadas con 300 UI de PMSG en relación a las no tratadas

con esta gonadotropina (116.7%). Viñoles *et al.* (2001) mencionan que estos resultados son atribuidos a una mejora en la funcionalidad luteal, al incremento en la tasa de ovulación y a una buena supervivencia embrionaria por acción de la PMSG. Coincidentemente con lo anterior, Ali (2007) menciona que la administración de PMSG incrementa el número de fetos y el número de corderos nacidos, comparado a cuando la PMSG no es administrada.

En el presente estudio, las ovejas servidas por IAIL presentaron menor tasa de gestación y mayor tasa de parición. En general, estudios previos (Ungerfeld and Rubianes, 2002; Simonetti *et al.*, 2002; Kridli *et al.*, 2006) han demostrado que la tasa de gestación varía grandemente (20-80%) en ovejas servidas mediante IAIL o MN. Además, se esperaba en este estudio que las ovejas inseminadas directamente en el útero en el momento apropiado, mostraran una mayor respuesta en la tasa de gestación, debido a que la inseminación laparoscópica intrauterina evita el transporte de los espermatozoides a través del cérvix, por lo cual se debiera aumentar la tasa de gestación (McKelvey *et al.*, 1985). Sin embargo, se han reportado estudios en donde la sobrevivencia embrionaria puede ser baja, posiblemente debido a la manipulación física del aparato reproductivo durante la inseminación (Evans and Armstrong, 1984). La mayor tasa de parición para IAIL encontrada en este estudio contrasta con la reportada por Gündüz *et al.* (2010) quienes encontraron que la MN presentó una mayor tasa de parición (86%) comparada con la IAIL (65%), y con resultados reportados por Acritopoulou-Fourcroy *et al.* (1982) quienes también reportan una mayor tasa de parición para MN (55%) comparada con IAIL (27.8%).

Los resultados de fertilidad, fecundidad y prolificidad en ambos tipos de servicio fueron similares y dentro del rango de valores reportados en estudios previos (Donovan *et al.*, 2004; Zeleke *et al.*, 2005).

4.7 Conclusiones

La aplicación de una dosis de 200 UI de PMSG en ovejas Pelibuey tratadas con FGA es efectiva para favorecer el comportamiento estrual al reducir el intervalo a estro. Sin embargo, la aplicación de esta dosis muestra grandes variaciones en la eficiencia reproductiva de las ovejas, por lo que sugiere la necesidad de utilizar una mayor cantidad de animales para reducir las variaciones encontradas en este estudio. Además de evaluar una dosis de PMSG mayor a la usada pero siempre tomando en cuenta la reducción en costos. Por otro lado, existen grandes variaciones entre el tipo de servicio dado a la oveja.

5. LITERATURA CITADA

- Acritopoulou-Fourcroy, S., V. Pappas, G. Peclaris, and N. Zervas. 1982. Synchronization of oestrus in ewes with Provera sponges/PMSG, prostaglandin F_{2α} or the prostaglandin analogue, ICI 80996, and fertility following natural mating or artificial insemination. *Reprod. Nutr. Develop.* 22:345-354.
- Aguilar, C. A. J. 2003. Manipulación del ciclo estral en pequeños rumiantes. *In: Memorias de curso: Manejo Reproductivo de Ovinos y Caprinos en el Trópico.* Junio 16-19. Mérida, Yucatán. Pp. 50-56.
- Ahmed, M. M. M., S. E. Makawi, and A. S. Jubara. 1998. Synchronization of estrus in Nubian goats. *Small Rumin. Res.* 30:113-120.
- Ali, A. 2007. Effect of time of eCG administration on follicular response and reproductive performance of FGA-treated Ossimi ewes. *Small Rumin. Res.* 72:33-37.
- Alkass, J. E., D. A. Aziz, K. A. Al-Nidawi. 1994. Genetic aspects of puberty in Awassi ewes. Technical Note. *Small Rumin. Res.* 14:249-252.
- Allen, W. R. and R. M. Moor. 1972. The origin of the equine endometrial cups. I. Production of PMSG by fetaltrophoblast cells. *J. Reprod. Fertil.* 29:313-316.
- Álvarez, R. L. y L. A. Q. Zarco. 2001. Los fenómenos de la bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet. Méx.* 32:117-129.
- Anel, L., M. Kaabi, B. Abroug, M. Alvarez, E. Anel, J. C. Boixo, L. F. de la Fuente, and P. de Paz. 2005. Factors influencing the success of vaginal and laparoscopic artificial insemination in churra ewes: a field assay. *Theriogenology.* 63:1235-1247.
- Arroyo, L. J., J. Gallegos-Sánchez, G. A. Villa, and M. J. Valencia. 2006. Sistemas neurales de retroalimentación durante el ciclo reproductivo anual de la oveja: Una revisión. *Interciencia.* 31:8-15.
- Ataman, M. B., M. Aköz, and O. Akman. 2006. Induction of synchronized oestrus in Akkaraman cross-bred ewes during breeding and anestrus seasons:

- The use of short-term and long-term progesterone treatments. *Rev. Med. Vet.* 157:257-260.
- Atsan, T., E. Emsen, M. Yaprak, V. Dagdemir, and C. A. G. Diaz. 2007. An economic assessment of differently managed sheep flocks in eastern Turkey. *Ital. J. Anim. Sci.* 6:407-414.
- Azawi, O. I. and M. K. M. A. Al-Mola. 2010. Effect of season and mating system in Awassi ewes superovulated with FSH on fertilization rate and embryo recovery. *Iraqi J. V. Sci.* 24:75-79.
- Barbas, J., C. Baptista, R. Mascarenhas, and A. E. M. Horta. 2002. Effect of two doses of eCG on fertility, prolificacy and fecundity in Serra da Estrela ewes subjected to double artificial insemination. *Rev. Port. Zootec.* 2:13-26.
- Bari, F., M. Khalid, W. Haresiyn, A. Murray, and B. Merrell. 2003. Factors affecting the survival of sheep embryos after transfer with MOET program. *Theriogenology.* 59:1265-1275.
- Barrell, G. K., S. M. Moenter, A. Caraty, and F. J. Karsch. 1992. Seasonal changes of gonadotropin-releasing hormone secretion in the ewe. *Biol. Reprod.* 46:1130-1135.
- Barrett, D. M. W., P. M. Bartlewski, M. Batista-Arteaga, A. Symington, and N. C. Rawlings. 2004. Ultrasound and endocrine evaluation of the ovarian response to a single dose of 500 IU of eCG following a 12-day treatment with progestogen-releasing intravaginal sponges in the breeding and nonbreeding seasons in ewes. *Theriogenology.* 61:311-327.
- Bartlewski, P. M., A. P. Beard, and N. C. Rawlings. 1999. An ultrasonographic study of luteal function in breeds of sheep with different ovulation rates. *Theriogenology.* 52:115-130.
- Bartlewski, M. P., J. Vanderpol, P. A. Beard, J. S. Cook, and C. N. Rawlings. 2000. Ovarian antral follicular dynamics and their associations with peripheral concentrations of gonadotropins and ovarian steroids in anoestrous Finnish Landrace ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 58:273-291.

- Beck, N. F. G., B. Davies, and S. P. Williams. 1993. Oestrous synchronization in ewes-the effect of combining a prostaglandin analogue with a 5-day progestagen treatment. *Anim. Prod.* 56:207-210.
- Blache, D., M. Batailler, and C. Fabre-Nys. 1994. Oestrogen receptors in the preoptic hypothalamic continuum: immunohistochemical study of the distribution and cell density during oestrous cycle in ovariectomized ewe. *J. Neuroendocrinol.* 6:329-339.
- Boland, M. P., T. F. Crosby, and I. Gordon. 1981. Effect of mating management and PMSG dose on lambing outcome in ewes bred in late anoestrus. *J. Agric. Sci. (Camb.)*. 91:445-447.
- Boscos, C. M., F. C. Samartzi, E. Dellis, A. Rogge, A. Stefanakis, and E. Krambovitis. 2002. Use of progestagen-gonadotrophin treatments in estrus synchronization of sheep. *Theriogenology*. 58:1261-1272.
- Boulanouar, B., M. Ahmed, and T. Klopfenstein. 1995. Dietary protein or energy restriction influences age and weight at puberty in ewe lambs. *Anim. Reprod. Sci.* 40:229-238.
- Bunge, R., D. L. Thomas, and T. G. Nash. 1993. Performance of hair breeds and prolific wool breeds of sheep in Southern Illinois: Lamb production of F1 ewe lambs. *J. Anim. Sci.* 71:2012-2017.
- Camacho, R. J. C., J. C. C. Rodríguez, J.E. H. Hernández, M. A. Pró, P. C. M. Becerril, y S. J. Gallegos. 2008. Características reproductivas de ovejas pelibuey sincronizadas e inducidas a la pubertad. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 16:18-24.
- Caraty, A., and D. Skinner. 1999. Progesterone priming is essential for the full expression of the positive feedback effect of estradiol in inducing the preovulatory gonadotropin-releasing hormone surge in the ewe. *Endocrinology*. 140:165-170.
- Caraty, A., B. Delaleu, D. Chesneau, and C. Fabre-Nys. 2002. Sequential role of E2 and GnRH for the expression of estrous behavior in ewes. *Endocrinology*. 143:139-145.

- Carlson, K. M., H. A. Pohl, J. M. Marcek, R. K. Muser, and J. E. Wheaton. 1989. Evaluation of progesterone controlled internal drug release dispensers for synchronization of estrus in sheep. *Anim. Reprod. Sci.* 18:205-218.
- Catalano, R., M. Teruel, J. Cabodevila, y S. Callejas. 2007. Efecto de diferentes dosis de gonadotropina coriónica equina sobre la respuesta reproductiva de hembras ovinas con un tratamiento para inducción de celos. *In Vet.* 9: 11-17.
- Chemineau, P., E. Vandaele, G. Brice, and C. Jardon. 1991. Utilisation des implants de melatonine pour l'amélioration des performances de reproduction chez la brebis. *Rech. Méd Vét.* 167:227-239.
- Chemineau, P., B. Malpoux, J. A. Delgadillo, Y. Guérin, J. P. Ravault, J. Thimonier, and J. Pelletier. 1992. Control of sheep and goat reproduction: Use of light and melatonin. *Anim. Reprod. Sci.* 30:157-184.
- Clarke, I. J. 1984. Neuroendocrine control of the ovine oestrous cycle. En: *Reproduction in sheep*. Eds. D.R. Lindsay and D.T. Pearse. School of Agriculture. Pp 1-15.
- Cline, M. A., J. N. Ralston, R. C. Seals, and G. S. Lewis. 2001. Intervals from norgestomet withdrawal and injection of equine chorionic gonadotropin or P.G. 600 to estrus and ovulation in ewes. *J. Anim. Sci.* 79:589-594.
- Córdova-Izquierdo, A., M. S. Córdova-Jiménez, C. A. Córdova-Jiménez, y J. E. Guerra-Liera. 2008. Procedimientos para aumentar el potencial reproductivo en ovejas y cabras. *Rev. Vet.* 1:67-69.
- Crosby, T. F., M. P. Boland, and I. Gordon. 1991. Effect of progestagen treatments on the incidence of oestrous and pregnancy rates in ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 24-109.
- Cruz, L. C., B. Ramírez, y S. Fernández-Baca. 1982. Características reproductivas del ovino Tabasco: Pubertad, actividad ovárica postparto y ciclos estrales. VIII Congreso Nacional de Buiatría. Veracruz, Ver. Pp. 485-488.
- Cruz, L. C., S. Fernández-Baca, F. J. M. Escobar, y F. Quintana. 1983. Edad al primer parto e intervalo entre partos en ovejas Tabasco en trópico húmedo. *Vet. Méx.* 14:1-5.

- Cruz, D. G., M. J. De La Castaneda, and C. G. Rocha. 1991. Effects of oestrus synchronization by means of FGA-impregnated sponges on the fertility and prolificacy of partly housed pelibuey ewes. *Anim. Breed. Abstr.* 59:1052.
- Cruz, L. C., S. Fernández-Baca, J. A. Álvarez y H. Pérez. 1994. Variaciones estacionales en presentación de ovulación, fertilización y sobrevivencia embrionaria de ovejas Tabasco en el trópico húmedo. *Vet. Méx.* 25:19-38.
- Cuevas, E. A., H. V. Rodríguez, V. R. Gutiérrez, R. Soto-Camargo, y R. D. R. Martínez. 1993. Sincronización de estro en ovejas Pelibuey con implantes nuevos y reciclados de Norgestomet. *Vet. Méx.* 24:327-330.
- Dogan, I. and Z. Nur. 2006. Different estrous induction methods during the non-breeding season in Kirvircik ewes. *Veterinari Med.* 51:133-138.
- Donovan, A., J. P. Hanrahan, E. Kummen, P. Duffy, and M. P. Boland. 2004. Fertility in the ewe following cervical insemination with fresh or frozen-thawed semen at natural or synchronized oestrus. *Anim. Reprod. Sci.* 84:359-368.
- Downey, B. R. 1980. Regulation of the estrous cycle in domestic animals. A Review. *Can. Vet. J.* 21:301-306.
- Drion, P. V., V. Furtoss, G. Baril, E. Manfredi, F. Bouvier, J. L. Pougard, D. Bernelas, P. Caugnon, E. M. McNamara, B. Remy, J. Sulon, J. F. Beckers, L. Bodin, and B. Lebceuf. 2001. Four years of induction/synchronization of estrus in dairy goats: effect on the evolution of eCG binding rate in relation with the parameters of reproduction. *Reprod. Nutr. Dev.* 41:401-412.
- Emsen, E. and Yaprak, M. 2006. Effect of controlled breeding on the fertility of Awassi and Red Karaman ewes and the performance of the offspring. *Small Rumin. Res.* 66:230-235.
- Eppleston, J., G. Evans, and E. M. Roberts. 1991. Effect of time of PMSG and GnRH on the time of ovulation, LH secretion and reproductive performance after intrauterine insemination with frozen ram semen. *Anim. Reprod. Sci.* 26:227-237.

- Esen, F. and T. Bozkurt. 2001. Effect of flushing and oestrus synchronization application on fertility in Akkaraman sheep. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 25:365-368.
- Espinoza-Villavicencio, J. L., P. R. Ortega, E. A. Palacios, M. J. Valencia, y F. C. F. Aréchiga. 2007. Crecimiento folicular ovárico en animales domésticos: Una revisión. *Interciencia.* 32:93:99.
- Evans, G. and D. T. Armstrong. 1984. Reduction of sperm transport in ewes by superovulation treatments. *J. Reprod. Fertil.* 70:47-53.
- Evans, A. C. O., P. Duffy, N. Hynes, and M. P. Boland. 2000. Waves of follicle development during the estrous cycle in sheep. *Theriogenology.* 53:699-715.
- Evans, A. C. O. 2003. Ovarian follicle growth and consequences for fertility in sheep. *Anim. Reprod. Sci.* 78:289-306.
- Fenton, L. S., G. H. Shackell, M. L. Ramsay, K. G. Dodds, P. J. Reid, and M. J. McLeod. 1997. Influence of year, age, and geographical location on induced oestrus in ewes early in the breeding season. *New Zealand J. Agric. Res.* 40:69-74.
- Ferra, J. C., S. Cieslak, R. Sartori-Filho, C. McManus, C. F. Martins, and J. R. Bezerra-Sereno. 2010. Weight and age at puberty and their correlations with morphometric measurements in crossbred breed Suffolk ewe lambs. *R. Bras. Zootec.* 39:134-141.
- Forcada, M. F. 1996. Reproducción ovina. *In: Producción ovina.* C. Buxadé. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 75-91.
- Foster, D. L. 1994. Puberty in the sheep. *In: Knobil, E. and J.D. Neill (Eds.). The physiology of reproduction.* Vol. 2, 2nd edition, pp. 411-451. Raven Press, New York.
- Foster, D. L., S. M. Yellon, and D. H. Olster. 1985. Internal and external determinants of the timing of puberty in the female. *J. Reprod. Fertil.* 75:327-344.

- Fuentes, J., N. Pulenets, y N. Perón. 1987. Efecto del tipo de parto y destete en la edad y peso a la pubertad en corderas Pelibuey. *Rev. Cub. Reprod. Anim.* 13:15.
- Fuentes, J. L., T. Verdura y N. Perón. 1990. Efecto del tipo de parto, edad al destete y mes de nacimiento sobre la aparición de la pubertad en corderos Pelibuey. *Rev. Cub. Reprod. Anim.* 16:55-65.
- Fukui, Y., M. Fujii, and Y. Tashiro. 1993. Insemination does of frozen-thawed semen in seasonally anestrous ewes treated with two different progesterone impregnated intravaginal devices. *J. Reprod. Dev.* 39:269-273.
- Fukui, Y., D. Ishikawa, N. Ishida, M. Okada, R. Itagaki, and T. Ogiso. 1999. Comparison of fertility of estrous synchronized ewes with four different intravaginal devices during the breeding season. *J. Reprod. Dev.* 45:337-343.
- Gatica, G. R. and J. E. Correa. 1993. Manufacturing chimeric ovine-caprine embryos. *Agro-Sur.* 21:101-108.
- 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.
- Gómez, S. S., J. C. G. Martínez, y A. R. González. 1997. Comportamiento reproductivo en ovejas Pelibuey: Efectos de la introducción del morueco y de estación sobre la manifestación de estro. *Memorias IX Congreso Nacional de Producción Ovina. AMTEO. Querétaro, Qro.* Pp. 68-71.
- Gómez, J. D., S. Balasch, L. D. Gómez, A. Martino, and N. Fernández. 2006. A comparison between intravaginal progestagen and melatonin implant treatments on the reproductive efficiency of ewes. *Small Rumin. Res.* 66:156-163.
- González-Menció, F., J. Manns, and B. D. Murphy. 1978. FSH and LH activity of PMSG from mares at different stages of gestation. *Anim. Reprod. Sci.* 1:137-144.

- González-Reyna, A., M. J. Valencia, W. C. Foote, and B. D. Murphy. 1991. Hair sheep in Mexico: Reproduction in the Pelibuey sheep. *Anim. Breed. Abstr.* 59:509-521.
- González-Reyna, A., W. C. Foote, B. D. Murphy, and E. Ortega. 1992. Seasonal variations in circulating testosterone and luteinizing hormone in Pelibuey lambs. *Small Rumin. Res.* 8:233-242.
- Goodman, R. L. 1994. Neuroendocrine Control of the Ovine Estrous Cycle. *The Physiology of Reproduction. Second Edition.* Edited by E. Knobil and J. D. Neill. Raven Press. Ltd., New York. 659-693.
- Goodman, R. L., J. C. Thiery, B. Delaleu, and B. Malpoux. 2000. Estradiol increases multiunit electrical activity in the A15 area of ewes exposed to inhibitory photoperiods. *Biol. Reprod.* 63:1352-1357.
- Gordon, I. 1997. Controlled reproduction in sheep and goats. Wallingford, Oxford, UK, CAB International. 480 p.
- Greyling, J. P. C. and W. C. J. Brink. 1987. Synchronization of oestrus in sheep: The use of controlled internal drug release (CIDR) dispensers. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 10:35-41.
- Gündüz, M. C., Ö. Turna, Ü. Cirit, M. Ucmak, C. Tek, A. Sabuncu, and S. Bacinoglu. 2010. Lambing rates and litter size following carazolol administration prior to insemination in Kivircik ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 118:32-36.
- Gunn, R. G. and J. M. Doney. 1975. The interaction of nutrition and body condition at mating on ovulation rate and early embryo mortality in Scottish Blackface ewes. *J Agr. Sci. Camb.* 85:465-470.
- Gustaffson, H. 1999. CL function and early embryonic development-some introductory notes. *Reprod. Dom. Anim.* 34:201-202.
- Hafez, E. S. E. 1996. Ciclos reproductivos. *In: Reproducción e Inseminación Artificial en Animales.* E. S. E. Hafez. Nueva Editorial Interamericana. México, D. F. pp.89-107.

- Hafez, E. S. E. 2004. Reproducción e inseminación artificial en animales. Ed. McGraw-Hill Interamericana Editores, S. A de C. V., México, D. F. Pp 84-160.
- Hall, D. G., N. M. Fogarty, and A. R. Gilmour. 1986. Seasonality of ovulation and estrus, and the ram effect in Poll Dorset ewes. *Theriogenology*. 25:455-461.
- Haresign, W., B. J. McLeod, y G. H. Webster. 1989. Control endócrino de la reproducción en la oveja. *In: Producción Ovina*. W. Haresign. A. Editorial G. T. Editor, S. A. México, D. F. pp. 369-396.
- Hashemi, M., M. Safdarian, and M. Kafi. 2006. Estrous response to synchronization of estrus using different progesterone treatments outside the natural breeding season in ewes. *Small Rumin. Res.* 65:279-283.
- Heredia, A., M. A. Velázquez, F. J. Quintal, R. J. Mex, y G. A. Aragón. 1991. Efecto de dos fuentes de alimentación sobre la estacionalidad reproductiva de la oveja Pelibuey. *Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria*. Tamaulipas, México. 95.
- Herrera, C. J., F. J. A. Quintal, J. C. V. Ku, A. A. M. Aguayo, L. G. Williams, y C. C. H. Sulú. 2001. Respuesta ovárica de ovejas Pelibuey mantenidas bajo condiciones de trópico suplementadas con dos fuentes de grasa en la dieta. *Memorias, II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Ruminantes y Camélidos Sudamericanos*. Mérida, Yuc. Pp. 44-47.
- Hill, J. R., J. A. Thompson, and N. R. Perkins. 1998. Factors affecting pregnancy rates following laparoscopic insemination of 28,447 ewes under commercial conditions. *A Survey. Theriogenology*. 49:697-709.
- Horoz, H., G. Kasikci, K. Ak, S. Aklan, and C. Sonmez. 2007. Controlling the breeding season using melatonin and progestagen in Kivircik ewes. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 27:301-305.
- Husein, M. Q., and R. T. Kridli. 2002. Reproductive responses of Awassi ewes treated with either naturally occurring progesterone or synthetic progestagen. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 5:1257-1262.
- Husein, M. Q., M. T. Bailey, M. M. Ababneh, J. E. Romano, B. J. Crabo, and J. E. Wheaton. 1998. Transcervical artificial insemination of ewes out-of season

- using frozen-thawed semen. Effect of equine chorionic gonadotropin on pregnancy rate. *Theriogenology*. 49:997-1005.
- Husein, M. Q., M. M. Ababneh, and D. S. Abu-Ruman. 2007. The effects of short or long term FGA treatment with or without eCG on reproductive performance of ewes bred out-of-season. *Amer. J. Anim. Vet. Sci.* 2:23-28.
- Hussain, O., H. Waldeland, O. Havrevoll, L. O. Eik, O. Andresen, and I. V. England. 1996. Effect of type of roughage and energy level on reproductive performance of pregnant goats. *Small Rumin. Res.* 21:97-103.
- l'Anson, H., S. K. Terry, M. N. Lehman, and D. L. Foster. 1997. Regional differences in the distribution of gonadotropin releasing hormone cells between rapidly growing and growth-restricted prepuberal female sheep. *Endocrinology*. 138:230-236.
- INEGI. 2003. Anuario estadístico del estado de Tamaulipas, México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México. 623 p.
- Jabbour, H. N. and G. Evans. 1991. Ovarian and endocrine responses of Merino ewes to treatment with PMSG and/or FSH-P. *Anim. Reprod. Sci.* 26:93-106.
- Jainudeen, M. R., y E. S. E. Hafez. 1996. Ovejas y cabras. En: Reproducción e inseminación artificial en animales. E. S. E. Hafez (Ed.), McGraw-Hill Interamericana, México, D. F. Pp. 311-322.
- Jainudeen, M. R., H. Wahid, and E. S. E. Hafez. 2000. Ovulation induction, embryo production and transfer. In: Hafz, B., Hafez, E.S.E. (Eds.). *Reproduction in Farm Animals*, seventh ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia. Pp. 405-409.
- Jackson, G. L. and D. Kuehl. 2002. Gamma-aminobutyric acid (GABA) regulation of GnRH secretion in sheep. *Reproduction. (Suppl.)*. 59:15-24.
- Johnston, S. D., D. Blyde, R. Pedrana, and A. Gibbs. 2000. Laparoscopic intrauterine insemination in Barbary sheep. *Aust. Vet. J.* 78:714-717.
- Karagiannidis, A., S. V. Arasakeli, G. Karatzas, and C. Brozos. 2001. Effect of time of artificial insemination on fertility of progestagen and PMSG treated

- indigenous Greek ewes, during non-breeding season. *Small Rumin. Res.* 39:67-71.
- Karsch, F. J., G. E. Dahl, N. P. Evans, J. M. Manning, K. P. Mayfield, S. M. Moenter, and D. L. Foster. 1993. Seasonal changes in gonadotropin-releasing hormone secretion in the ewe: alteration in response to the negative feedback action of estradiol. *Biol. Reprod.* 49:1377-1383.
- Karsch, F. J., J. M. Bowen, A. Caraty, N. P. Evans, and S. M. Moenter. 1997. Gonadotropin-releasing hormone requirements for ovulation. *Biol. Reprod.* 56:303-309.
- Kasztelan, R. 1987. Oestrus synchronization in Polish Lowland ewes during the breeding season. *Anim. Breed Abstr.* 55:5034.
- Killen, I. D. and G. J. Caffery. 1982. Uterine insemination of ewes with aid of a laparoscope. *Aust. Vet. J.* 59:95-96.
- Kinder, J. E., E. G. Bergfeld, M. E. Wehrman, K. E. Peters and F. N. Kojima. 1995. Endocrine basis for puberty in heifers and ewes. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 49:393-407.
- Kohno, H., C. Okamoto, K. Iida, T. Takeda, E. Kaneko, C. Kawashima, A. Miyamoto, and Y. Fukui. 2005. Comparison of estrus induction and subsequent fertility with two different intravaginal devices in ewes during the non-breeding season. *J. Reprod. Dev.* 51:805-812.
- Kojima, N., T. T. Stumpf, A. S. Cupp, L. A. Werth, M. S. Roberson, M. W. Wolfe, R. J. Kittok, and J. E. Kinder. 1992. Exogenous progesterone and progestins as used in estrus synchrony regimens do not mimic the corpus luteum in regulation of luteinizing hormone and 17 beta-estradiol in circulation of cows. *Biol. Reprod.* 47:1009-1017.
- Koyuncu, M. and A. S. Ozis. 2010. Effects of progestagen and PMSG on estrous synchronization and fertility in Kivircik ewes during natural breeding season. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.* The Free Library. (2010). Retrieved November 23, 2010 from http://www.thefreelibrary.com/Effects_of_progestagen_and_Pmsg_on_estrous_synchronization_and...-a0220468471

- Kridli, R. T., M. Q. Husein, H. A. Muhdi, and J. M. Al-Khazaleh. 2006. Reproductive performance of hormonally-treated anestrus Awassi ewes. *Anim. Reprod.* 3:347-352.
- Kridli, R. T., A. Y. Abdullah, and M. Q. Husein. 2009. The effect of breed type and lactation status on reproductive performance in Awassi ewes. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 39:15-18.
- Kuhholzer, B., U. Besenfelder, S. Muller, H. D. Reichenbach, and G. Berm. 1997. Laparoscopic insemination of seasonally anestrus ewes by simplified method under field conditions. *Reprod. Dom. Anim.* 32:309-312.
- Kuran, M., A. G. Onal, J. J. Robinson, K. Mackie, B. K. Speake, and T. G. McEvoy. 1999. A dietary of calcium soaps of fatty acids enhances luteal function in sheep. *J. Anim. Sci.* 69:385-393.
- Kusina, N. T., F. Tarwirei, H. Hamudikuwanda, G. Agumba, and J. Mukwena. 2000. A comparison of the effects of progesterone sponges and ear implants, PGF₂alpha, and their combination on efficacy of estrus synchronization and fertility of Mashona goat does. *Theriogenology* 53:1567-1580.
- Langford, G. A., G. J. Marcus, and T. R. Batra. 1983. Seasonal effect of PMSG and number of inseminations on fertility of progestagen treated sheep. *J. Anim. Sci.* 57:307-312.
- Lassoued, N. and M. Rekik. 2001. Differences in reproductive efficiency between female sheep of the Queu Fine de l'Ouest purebreed and their first cross with the D'Man. *INRA. Anim. Res.* 50:373-381.
- Lassoued, N., M. Rekik, M. Mahouachi, and M. Ben-Hamouda. 2004. The effect of nutrition prior to and during mating on ovulation rate, reproductive wastage, and lambing rate in three sheep breeds. *Small Rumin. Res.* 52:117-125.
- Lincoln, G. A., and K. I. Maeda. 1992. Reproductive effects of placing micro-implants of melatonin in the mediobasal hypothalamus and preoptic area in rams. *J. Endocrinol.* 132:201-215.

- López, S. A. 1999. Manejo reproductivo en pequeños rumiantes. Memorias del Curso Internacional de Fisiología de la Reproducción en Rumiantes. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Edo de México. Pp. 95-105.
- Luhman, C. M. and A. L. Slyter. 1986. The effect of photoperiod and melatonin feeding on reproduction in the ewe. *Theriogenology*. 26:721-732.
- Lunstra, D. D. and R. K. Christenson. 1981. Synchronization of ewes during anestrus: influence of time of year and interval to onset of estrus on conception rate. *J. Anim. Sci.* 53:448-457.
- Luther, J. S., A. T. Grazul-Bilska, J. D. Kirsch, R. M. Weigl, K. C. Kraft, C. Navanukraw, D. Pant, L. P. Reynolds, and D. A. Redmer. 2007. The effect of GnRH, eCG and progestin type on estrous synchronization following laparoscopic AI in ewes. *Small Rumin. Res.* 72:227-231.
- Macías, C. U. 2007. Factores que afectan la manifestación de estro en ovejas de pelo tratadas con FGA y PMSG. Tesis de Maestría en Producción Animal Tropical. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Tamps. 80 Pp.
- Madani, T., F. Chouia, and K. Abbas. 2009. Effect of oestrus synchronization and body condition on reproduction of anoestrous Ouled Djellal ewes. *Asian J. Anim. Vet. Adv.* 4:34-40.
- Martínez R., R. D. 1991. Estudios sobre la estacionalidad reproductiva de la oveja Pelibuey en el trópico húmedo mexicano. Boletín informativo CIEEGT. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. Martínez de la Torre, Veracruz, México. Pp. 52-53.
- Martínez, R. R. D., L. A. Q. Zarco, G. I. Rubio, L. C. Cruz, y J. M. Valencia. 2001. Efecto de los implantes subcutáneos de melatonina y la suplementación alimentaria, sobre la inducción de la actividad ovárica en ovejas Pelibuey durante la época de anestro. *Vet. Méx.* 32:237-247.
- Martínez-Tinajero, J. J., E. M. T. Sánchez-Torres, A. L. Bucio, R. R. Rojo, M. G. D. Mendoza, M. J. L. Cordero, y V. O. Mejía. 2006. Efecto de eCG e inseminación laparoscópica sobre el comportamiento reproductivo en ovejas F1 (Damara x Merino). *Rev. Científ. FCV-LUZ.* 16:72-77.

- Martínez-Tinajero, J. J., F. F. Izaguirre, O. L. Sánchez, C. C. G. García, P. G. Martínez, y G. H. Torres. 2007. Comportamiento reproductivo de ovejas Barbados Barriga Negra sincronizadas con MPA y diferentes tiempos de aplicación de eCG durante la época de baja fertilidad. *Rev. Científ. (FCV-LUZ)*. 17:47-52.
- Maxwell, W. M. C. 1986. Artificial insemination of ewes with frozen-thawed semen at a synchronized oestrus: 1. Effect of time of onset of oestrus, ovulation and insemination on fertility. *Anim. Reprod. Sci.* 10:302-308.
- McDonald, L. E. 1980. Female reproductive system. *In: Veterinary Endocrinology and Reproduction*. Lea & Febiger. Philadelphia, U. S. A. pp.274-329.
- McKelvey, W. A. C., J. J. Robinson, R. P. Aitken, and G. Henderson. 1985. The evaluation of a laparoscopic insemination technique in ewes. *Theriogenology*. 24:5 19-535.
- Mejía, V. O., C. M. Murcia., J. M. Valencia, y F. A. Espinosa. 2000. Administración posmonta de acetato de fluorogestona en ovejas donadoras de embriones. *Vet. Méx.* 31:129-135.
- Meredith, S., and D. O. Kiesling. 1996. Age of puberty in ewes which developed prenatally with either a ram or a ewe fetus. *Small Rumin. Res.* 20:137-140.
- Michels, H., E. Decuyper, and O. Onagbesan. 2000. Litter size, ovulation rate and prenatal survival in relation to ewe body weight: Genetics review. *Small Rumin. Res.* 38:199-209.
- Moeini, M. M., A. A. Moghaddam, A. Bahirale, and H. Hajarjian. 2007. Effects of breed and progestin source on estrus synchronization and rates of fertility and fecundity in Iranian Sanjabi and Lori ewes. *Pak. J. Biol. Sci.* 10:3801-3807.
- Montiel, F. and C. Ahuja. 2005. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: A review. *Anim. Reprod. Sci.* 85:1-26.
- Moses, D., A. G. Martínez, G. Iorio, A. Valcárcel, A. Ham, H. Pessi, R. Castañón, A. Maciá, and M. A. De Las Heras. 1997. A large-scale program in laparoscopic intrauterine insemination with frozen-thawed semen in

- Australian Merino sheep in Argentina Patagonia. *Theriogenology*. 48:651-657.
- Motlomelo, K. C., J. P. C. Greyling, and L. M. J. Schwalbach. 2002. Synchronisation of estrus in goats: The use of different progestagen treatments. *Small Rumin. Res.* 45:45-49.
- Omontese, B. O., P. I. Rekwot, H. J. Makun, J. A. Obidi, J. S. Ruwaan, and N. P. Chiezey. 2010. Synchronization of Estrus Using EAZI-Breed™ CIDR® and FGA-30® Intravaginal Sponge in Pre-Partum Yankasa Ewes. *Res. J. Anim. Sci.* 4:53-57.
- Padilla, R. F. J., S. G. E. Mapes, y K. F. Jiménez. 1988. Perfiles hormonales durante el ciclo estral de la oveja. *Téc. Pec. Méx.* 28:96-108.
- Papachristoforou, C., A. Koumas, and C. Photiou. 2000. Seasonal effects on puberty and reproductive characteristics of female Chios sheep and Damascus goats born in autumn or in february. *Small Rumin. Res.* 38:9-15.
- Pappa-Michailidou, V., M. Avid, A. Zafrakas and T. Alifakiotis. 1999. Prepuberal plasma FSH concentrations and relationship with reproductive performance in three Greek breeds of sheep. *Small Rumin. Res.* 33:37-41.
- Perón, N., T. Limas, y J. L. Fuentes. 1991. El ovino Pelibuey de Cuba: Revisión bibliográfica de algunas características productivas. *World Anim. Rev.* 66:32-39.
- Pierson, J. T., H. Baldassarre, C. L. Keefe, and B. R. Downey. 2001. Seasonal variation in preovulatory events associated with synchronization of estrus in Dwarf goats. *Theriogenology*. 56:759-769.
- Pijoan, J. J. 1983. Aspectos endócrinos en diversas fases reproductivas de las ovejas: 1. Ciclo estral. *Vet. Méx.* 14: 229-234.
- Ramón, U. J. P. 1997. Características reproductivas de la oveja de pelo. *Revista Ovis. Aula Veterinaria*. No. 48. Ediciones Luzan 5, S.A. Madrid, España. 58 p.
- Ramón-Ugalde, J. P., J. Folch, M. J. Cocero, R. E. Piña-Aguilar, and J. L. Alabart. 2008. Embryo recovery from the oviduct in superovulated ewes: a method to improve MOET systems. *Czech J. Anim. Sci.* 53:145-151.

- Recabarren, S. E., P. Muños, A. Lobos, C. Vilches, y J. Parilo. 2006. Análogo de GnRH disminuye la secreción de hormona folículo estimulante (FSH) en ovejas prepúberes. *Arch. Med. Vet.* 38:39-46.
- Rekik, M., N. Lassoued, and C. Yacoubi. 2002. Reproductive performances in ewe lambs of the Queue Fine de l'Ouest breed and their D'Man crosses following synchronization. *Small Rumin. Res.* 45:75-78.
- Requena, F., B. Escribano, P. Tovar, and J. C. Gardón. 2008. Fertility levels in ewes treated with Medroxyprogesterone Acetate or Fluorogestone Acetate sponges plus Equine Chorionic Gonadotropin in different phases of the oestrus cycle. *Reprod. Fertil. Dev.* 21:107-108.
- Rhind, M. S., W. A. C. McKelvy, S. R. G. McMillen, and D. A. Elston. 1989. Effect of restricted food intake, before and/or after mating, on the reproductive performance of Greyface ewes. *Anim. Prod.* 48:149-155.
- Robinson, J. E. 1995. Gamma amino-butyric acid and the control of GnRH secretion in sheep. *J. Reprod. Fertil. (Suppl.)* 49:221-230.
- Robinson, J. J., J. C. Ashworth, J. A. Rooke, M. L. Mitchell, and G. T. McEvoy. 2006. Nutrition and fertility in ruminant livestock. *Anim. Feed Sci. Technol.* 126:259-276.
- Rodríguez, R. O., J. Quintal, y M. Heredia. 1986. Influencia de factores exteroceptivos sobre la pubertad en ovejas Pelibuey e índices de producción al primer parto. *Tec. Pec. Méx.* 52:92-98.
- Rojas, R. O. y R. O. Rodríguez. 1997. Tasa ovulatoria y presencia de folículos después del estro en ovejas Blackbelly. *Téc. Pecu. Méx.* 35:32-38.
- Romano, J. E., E. Rodas, A. Ferreira, I. Lago, and A. Benech. 1986. Effect of progestagen, PMSG and artificial insemination time on fertility and prolificacy in Corriedale ewes. *Small Rumin. Res.* 23:157-162.
- Romano, J. E., E. Rodas, A. Ferreira, I. Lago, and A. Benech. 1996. Effects of progestagen, PMSG and artificial insemination time on fertility and prolificacy in Corriedale ewes. *Small Rumin. Res.* 23:157-162.
- Romano, J. E., C. J. Christians, and B. G. Crabo. 2000. Continuous presence of rams hastens the onset of estrus in ewes synchronized during the breeding season. *Applied Anim. Behav. Sci.* 66:65-70.

- Romano, D., M. G. Terzano, M. Di Domenico, M. S. Ligato, A. Petrone, M. De Santis, A. F. Cavaliere, and G. Noia. 2002. Fertility rate evaluation by laparoscopic approach in the experimental animal. *Clin. Exp. Obstet. Gynecol.* 29:110-112.
- Rosa, H. J. D. and M. J. Bryant. 2003. Seasonality of reproduction in sheep. *Small Rumin. Res.* 48:155-171.
- Russel, A. J., J. M. Doney, and R. G. Gunn. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci. Camb.* 72:451-454.
- Santos, I. W., L. C. Binsfeld, R. R. Weiss, and L. E. Kozicki. 2010. Fertility rates of ewes treated with Medroxyprogesterone and injected with Equine Chorionic Gonadotropin plus Human Chorionic Gonadotropin in anoestrous season. *Vet. Med. Int.* doi:10.4061/2010/978520.
- SAS. 2004. SAS/STAT, Users guide software released 9.12. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Sasa, A., D. C. Teston, P. A. Rodrigues, L. A. Coelho, and E. Schalch. 2002. Concentrações plasmáticas de progesterona em borregas lanadas e deslanadas no período de abril a novembro, no estado de São Paulo. *Rev. Bras. Zootec.* 31:1150-1156.
- Schoeman, S. J., R. Dewet and C. A. Van der Merve. 1993. Assessment of the reproductive and growth performance of 2 sheep composites, development of Finnish Landrace, compared to the Dorper. *So. Afr. J. Anim. Sci.* 23:207-214.
- Senthil-Kumar, P., D. Saravanan, R. C. Rajasundaram, M. Selvaraju, and D. Kathiresan. 2003. Serum oestradiol and progesterone profiles and their relationship with superovulatory responses in Tellicherry goats treated with eCG and FSH. *Small Rumin. Res.* 49:69-77.
- Serin, I., G. Serin, M. Yilmaz, F. Kiral, and A. Ceylan. 2010. The effect of body weight, body condition score, age, lactation, serum trygliceride, cholesterol and paraoxanase levels on pregnancy rate of Saanen goats in breeding season. *J. Anim. Vet. Adv.* 9:1848-1851.

- Shafiee-Kermani, F., S. Han, and W. L. Miller. 2007. Chronic gonadotropin-releasing hormone inhibits activin induction of the ovine follicle-stimulating hormone β subunit: Involvement of 3', 5'-cyclic adenosine monophosphate response element binding protein and nitric oxide synthase type I. *Endocrinology*. 148:3346-3355.
- Simonetti, L., G. Ramos, and J. C. Gardón. 1999. Estrus presentation and distribution in ewes treated with intravaginal sponges impregnated with medroxyprogesterone (MAP) in combination with pregnant mare serum gonadotropin (PMSG). *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 36:102-117.
- Simonetti, L, G. Ramos, and J. C. Gardón. 2002. Effect of estrus synchronization and artificial insemination on reproductive performance of Merino sheep. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 39:143-146.
- Skinner, D. C., B. Malpaux, B. Delaleu, and A. Caraty. 1995. Luteinizing hormone (LH)-releasing hormone in third ventricular cerebrospinal fluid of the ewe: Correlation with LH pulses and the LH surge. *Endocrinology*. 136:3230-3237.
- Stenbak, T. K., A. T. Grazul-Bilska, H. R. Berginski, J. J. Bilski, A. S. Erickson, J. D. Kirsch, K. C. Kraft, C. Navanukraw, M. J. Toutges, L. P. Reynolds, and D. A. Redmer. 2003. Ovulation rate in ewes synchronized with Syncro-Mate-B (SMB) and follicle stimulating hormone. *Small Rumin. Res.* 48:1-8.
- Suttie, J. M., J. L. Kostyo, F. J. Ebling, R. I. Wood, D. C. Bucholtz, A. Skottner, T. E. Adel, R. J. Towns, and D. L. Foster. 1991. Metabolic interfaces between growth and reproduction. IV. Chronic pulsatile administration of growth hormone and the timing of puberty in the female sheep. *Endocrinology*. 129:2024-2032.
- Theodosiadou, E., P. Goulas, T. Kouskoura, and A. Smokovitis. 2004. Oestrogen and progesterone concentrations in plasma and oviductual tissue of ewes exhibiting a natural or induced Oestrus. *Anim. Reprod. Sci.* 80:59-67.
- Thompson, J. and H. Meyer. 1994. Body condition scoring of sheep. Extension service. Oregon State University Bull. Pp. 1-4.
- Timurkan, H. and H. Yildiz. 2005. Synchronization of oestrus in Hamdani Ewes: the use of different PMSG doses. *Bull. Vet. Inst. Pulawy.* 4:311-314.

- Toteda, F., A. M. Facciolongo, A. Manchisi, and G. Martemucci. 1991. Effects of PMSG dose and presence of the male on the oestrus in cyclic ewes. *Anim. Breed Abstr.* 59:344.
- Ungerfeld, R. and E. Rubiannes. 2002. Short term primings with different progestogen intravaginal devices (MAP, FGA and CIDR) for eCG-estrous induction in anestrus ewes. *Small Rumin. Res.* 46:63-66.
- Ustuner, B., U. Gunay, Z. Nur, and H. Ustuner. 2007. Effects of long and short-term progestagen treatments combined with PMSG on oestrus synchronization and fertility in Awassi ewes during the breeding season. *Acta Vet. Brno.* 76:391-397.
- Van Cleff, J., F. J. Karsch, and V. Padmanabhan. 1998. Characterization of endocrine events during the peri-estrous period in sheep after estrous synchronization with controlled internal drug release (CIDR) device. *Dom. Anim. Endocrinol.* 15:23-24.
- Valencia, Z. M., M. A. Heredia, y E. P. González. 1981. Estacionalidad reproductiva en hembras Pelibuey. *Memorias de la VIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal.* Santo Domingo, Republica Dominicana. F48.
- Valencia, Z. M. 1985. Fisiología reproductiva del ovino Pelibuey. *Memorias del curso "Producción de Ovinos Tropicales".* UNAM. FMVZ. División de Estudios de Posgrado. México. Pp. 15-18.
- Vázquez-Armijo, J. F., F. M. Loya-Hernández, J. A. Quintero-Elisea, E. G. Cienfuegos-Rivas, y A. González-Reyna. 2004. Efecto de la dosis de PMSG y tiempo de aplicación sobre la manifestación de estro y tasa de ovulación en ovejas de Pelo. *XXXII Reun. Anual Asoc. Mex. Prod. Anim.* Monterrey, N. L, México. Pp. 67-71.
- Viñoles, C., M. Forsberg, G. Banchemo, and E. Rubianes. 2001. Effect of long-term and short-term progestagen treatment on follicular development and pregnancy rate in cyclic ewes. *Theriogenology.* 55:993-1004.
- Viñoles, C., M. Forsberg, G. Banchemo, and E. Rubianes. 2002. Ovarian follicular dynamics and endocrine profiles in Polwarth ewes with high and low body condition. *Anim. Sci.* 74:539-545.

- Walker, S. K., D. H. Smith, B. Godfrey, and R. F. Seamark. 1989. Time of ovulation in the South Australian Merino ewe following synchronization of estrus. 1. Variation within and between flocks. *Theriogenology*. 31:545-553.
- Whitley, D. C. and D. J. Jackson. 2004. An update on estrus synchronization in goats: A minor species. *J. Anim. Sci.* 82:E270-276.
- Wiggins, E. L., H. B. Barker, and W. W. Miller. 1970. Estrual activity in open Rambouillet ewes. *J. Anim. Sci.* 30:405-408.
- Wildeus, S. 2000. Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. *J. Anim. Sci.* 77:1-14.
- Zaiem, I., D. Tainturier, J. ChemLi, and M. Soltani. 1996. Vaginal sponges and different PMSG doses to improve breeding performances of Black Thibar ewes. *Rev. Med. Vet.* 147:305-310.
- Zavala, E. R., J. O. R. Ortiz, U. J. P. Ramón, P. M. Morales, A. S. Vásquez, and G. J. R. Sanginés. 2008. Effect of genotype on puberty in hair sheep ewe lamb on tropical areas. *Zootec. Trop.* 26:465-473.
- Zelege, M., J. P. C. Greyling, L. M. J. Schwalbach, T. Muller, and J. A. Erasmus. 2005. Effect of progestagen and PMSG on oestrous synchronization and fertility in Dorper ewes during the transition period. *Small Rumin. Res.* 56:47-53.