



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC

LICENCIATURA DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

EFFECTO DE LA PMSG EN LA SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO SOBRE
EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE OVEJAS DE PELO

TESIS

QUE PRESENTA:

MIGUEL ÁNGEL CORTÉS LÓPEZ

COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

DIRECTOR DE TESIS:

DR. JOSÉ FERNANDO VÁZQUEZ ARMIJO

ASESORES DE TESIS:

DR. ROLANDO ROJO RUBIO
PH. D. BENITO ALBARRÁN PORTILLO

TEMASCALTEPEC DE GONZÁLEZ, MÉXICO; DICIEMBRE, 2016.

RESUMEN

El presente estudio fue realizado en el rancho La Esperanza, localizado en San Pedro Limón, en el municipio de Tlatlaya, México; con el objetivo de evaluar la administración parenteral de 0 y 333 UI de gonadotropina de suero de yegua preñada (PMSG), en ovejas primíparas con sincronización del estro, 24 h antes del retiro de una esponja intravaginal conteniendo progestágenos (acetato de fluorogestona). Se utilizaron 28 ovejas primíparas Pelibuey blanco, con edad y peso promedio de 8 meses y 40 kg, respectivamente. Las ovejas fueron alimentadas en pastoreo rotacional, además del consumo de alimento balanceado (0.750 kg/cabeza/d) conteniendo 13.9% de PC y 2.6 Mcal/g kg MS⁻¹. El análisis de las variables, horas a inicio del estro, horas al estro y prolificidad, se realizó bajo un diseño completamente al azar, y la comparación de medias se realizó por medio de la prueba de Tukey. El porcentaje de estro y las tasas de gestación y partos se analizaron mediante ji-cuadrada. El porcentaje de estro fue de 100 % para ambos tratamientos, sin encontrar diferencia entre tratamientos. Los intervalos horas a la presentación de signos de estro y horas a estro fueron menores ($P < 0.0001$) en las ovejas que recibieron 333 UI de PMSG, con valores de 16.261 ± 7.27 h y 24.261 ± 7.27 h, respectivamente. La tasa de gestación y partos no fue afectada por los tratamientos. La prolificidad fue mayor ($P < 0.01$) en las ovejas que recibieron 333 UI de PMSG, en comparación a las ovejas que recibieron 0 UI de PMSG (1.667 vs. 1.000, respectivamente) En base a los resultados obtenidos se concluye que la inyección de 333 UI de PMSG, 24 h antes del retiro de la esponja intravaginal, en ovejas primíparas Pelibuey blanco, reduce el intervalo horas a estro y mejora la prolificidad.

SUMMARY

This study was carried out at La Esperanza ranch, located in San Pedro Limon in the municipality of Tlatlaya, Mexico; with the objective of evaluating the parenteral administration of 0 and 333 IU pregnant mare serum gonadotropin (PMSG) in yearling sheep with estrus synchronization, 24 h before removal of an intravaginal sponge containing progestogens (fluorogestone acetate). 28 white Pelibuey ewes were used, with age and average weight of 8 months and 40 kg, respectively. The ewes were fed in rotational grazing, as well a total mixed ration (0.750 kg / head / d) containing 13.9% CP and 2.6 Mcal g kg DM⁻¹. The analysis of the variables, hours to signs of estrus, hours to estrus and prolificacy, was conducted under a completely randomized design, and comparison of means was performed by Tukey test. The percentage of estrus and pregnancy rates and births were analyzed by chi-square. The percentage of estrus was 100% for both treatments, finding no difference between treatments. Intervals hours to presenting signs of estrus and hours to estrus were lower ($P < 0.0001$) in sheep receiving 333 IU of PMSG, with values 16.261 ± 7.27 h y 24.261 ± 7.27 h, respectively. The rate of pregnancy and parturition was not affected by the treatments. Prolificacy it was higher ($P < 0.01$) in sheep who received 333 IU of PMSG compared to sheep receiving 0 IU of PMSG (1,667 vs. 1,000, respectively) Based on the results obtained it is concluded that the injection of 333 IU PMSG 24 h before removal of the intravaginal sponge on white yearling sheep Pelibuey, reduces the interval hours to estrus and prolificacy improvement.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	I
RESUMEN	II
SUMMARY.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
CONTENIDO	VI
ÍNDICE DE CUADROS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. OBJETIVO GENERAL	2
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
III. HIPÓTESIS.....	3
IV. JUSTIFICACIÓN.....	4
V. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
5.1. CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS DE LA OVEJA PELIBUEY.....	5
5.1.1. PUBERTAD	5
5.1.2. CICLO ESTRUAL	5
5.1.3. ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA.....	6
5.2. SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO EN LA OVEJA.....	7
5.2.1. TRATAMIENTOS HORMONALES	7
5.2.2. TRATAMIENTOS NO-HORMONALES	10
VI. MATERIAL Y MÉTODO.....	11
6.1. LUGAR DE ESTUDIO	11
6.2. ANIMALES, MANEJO Y ALIMENTACIÓN.....	12

6.3. MANEJO REPRODUCTIVO	14
6.4. TRATAMIENTOS	15
6.5. COLECTA DE DATOS (VARIABLES DE ESTUDIO).....	16
6.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	18
VII. RESULTADOS	20
VIII. DISCUSIÓN	25
IX. CONCLUSIÓN.....	29
X. RECOMENDACIÓN.....	30
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. MANIFESTACIÓN DEL ESTRO EN OVEJAS PRÍMALAS PELIBUEY BLANCO CON DIFERENTE ADMINISTRACIÓN DE PMSG ANTES DEL RETIRO DE LA ESPONJA SINCRONIZADORA*.	20
CUADRO 2. TASA DE GESTACIÓN EN OVEJAS PRÍMALAS PELIBUEY BLANCO CON DIFERENTE ADMINISTRACIÓN DE PMSG ANTES DEL RETIRO DE LA ESPONJA SINCRONIZADORA*.	23
CUADRO 3. TASA DE PARTO EN OVEJAS PRÍMALAS PELIBUEY BLANCO CON DIFERENTE ADMINISTRACIÓN DE PMSG ANTES DEL RETIRO DE LA ESPONJA SINCRONIZADORA*.	24
CUADRO 4. PROLIFICIDAD EN OVEJAS PRÍMALAS PELIBUEY BLANCO CON DIFERENTE ADMINISTRACIÓN DE PMSG ANTES DEL RETIRO DE LA ESPONJA SINCRONIZADORA*.	24

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DE LA COMUNIDAD SALITRE DE LÓPEZ, EN LA REGIÓN SUR DEL ESTADO DE MÉXICO.....	11
FIGURA 2. OVINOS PRESENTES EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LA COMUNIDAD DE SAN PEDRO LIMÓN, EN LA REGIÓN SUR DEL ESTADO DE MÉXICO.	12
FIGURA 3. OVEJAS PRÍMALAS, PELIBUEY BLANCO, UTILIZADAS COMO UNIDAD EXPERIMENTAL. ..	12
FIGURA 4. PESAJE DE LOS SEMOVIENTES EMPLEADOS EN EL EXPERIMENTO.	13
FIGURA 5. OVEJAS CON COLOCACIÓN DE DISPOSITIVO INTRAVAGINAL CON PROGESTÁGENO....	13
FIGURA 6. MACHO PROVISTO DE UN MANDIL, PARA EVITAR LA CÓPULA, REALIZANDO LA DETECCIÓN DE OVEJAS EN ESTRO.	15
FIGURA 7. MONTA NATURAL DIRIGIDA, REALIZADA 24 H POSTERIORES A LA DETECCIÓN DEL ESTRO.	16
FIGURA 8. DETECCIÓN DEL ESTRO EN OVEJAS PRÍMALAS CON ESTRO SINCRONIZADO.	16
FIGURA 9. MONTA NATURAL DIRIGIDA A LAS OVEJAS DETECTADAS EN ESTRO CON SEMENTAL RAZA DORPER.	17
FIGURA 10. DIAGNÓSTICO DE GESTACIÓN EN OVEJAS PELIBUEY BLANCO.	18
FIGURA 11. DISTRIBUCIÓN DE LOS SIGNOS INICIALES DEL ESTRO DE OVEJAS PRÍMALAS PELIBUEY BLANCO TRATADAS CON PROGESTÁGENOS Y PMSG PARA SINCRONIZAR SU CICLO ESTRUAL ($P < 0.05$).	21
FIGURA 12. DISTRIBUCIÓN DE LAS HORAS A ESTRO DE OVEJAS PRÍMALAS PELIBUEY BLANCO TRATADAS CON PROGESTÁGENOS Y PMSG PARA SINCRONIZAR SU CICLO ESTRUAL ($P < 0.05$).....	22

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los sistemas de producción ovina han requerido de su intensificación, para la producción de carne y poder competir en un mercado global, el cual cada vez exige más producto y de mejor calidad. Para esto, el manejo reproductivo juega un papel relevante para mejorar la eficiencia reproductiva de la oveja y la eficiencia terminal del rebaño, la cual puede ser mejorada mediante cruzamientos con razas de alta eficiencia reproductiva; o, alternativamente, a través del uso de tecnologías reproductivas, las cuales incluyen el uso como la sincronización de estros, con la cual se logra la programación de los eventos reproductivos mediante el uso de tratamientos hormonales. El control reproductivo con métodos hormonales en la oveja ofrece grandes ventajas, ya que se pueden obtener tres partos en dos años, permitiendo de esta manera obtener un mayor número de corderos por ciclo productivo (Ali, 2007).

Los productores mexicanos de carne ovina están compitiendo en un mundo global por mercados que demandan carne de alta calidad proveniente de sistemas de producción que no representen una amenaza al ambiente, que den un tratamiento "humanitario" a los animales y que no empleen sustancias potencialmente dañinas durante la crianza de los animales. Los subsidios otorgados a los ganaderos en los EUA y en Canadá convierten a los productores mexicanos en menos competitivos en un escenario de libre mercado. No es probable que el gobierno mexicano subsidie a los ganaderos en la misma medida que sus contrapartes de Norteamérica. Uno de los principales retos que tiene México en relación a la producción de carne es como va a cubrir las demandas de una población urbana creciente con carnes rojas de alta calidad a un precio razonable (Ku, 2003).

Con base a lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la gonadotropina de suero de yegua preñada (PMSG) sobre la actividad reproductiva de ovejas de Pelo, en el sur del estado de México.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la gonadotropina de suero de yegua preñada (PMSG) sobre la actividad reproductiva de ovejas de Pelo.

2.2. Objetivos específicos

- 1) Evaluar la manifestación del estro en ovejas de Pelo tratadas con PMSG para la sincronización del estro.
- 2) Evaluar la tasa de gestación en ovejas de Pelo tratadas con PMSG para la sincronización del estro.
- 3) Evaluar el efecto de la PMSG sobre la tasa de partos y la prolificidad de ovejas de Pelo.

III. HIPÓTESIS

La aplicación de gonadotropina de suero de yegua preñada (PMSG), en la sincronización del estro, modifica la actividad reproductiva de las ovejas de Pelo.

IV. JUSTIFICACIÓN

El concepto clásico de manejo reproductivo, como conjunto de sistemas, técnicas y manipulaciones que se aplican con el objetivo de obtener una mayor productividad, en la actualidad se puede considerar en muy diferentes aspectos, y no solo por la variedad del tipo de producto (carne, leche, lana, pelo, etc.) sino incluso, por las variaciones a las que se ve sometido un mismo sistema en función de los cambios en el mercado o en la planificación agropecuaria. El manejo reproductivo tiene que ir, por tanto, asociado a cada raza, cada medio y cada sistema de explotación, tendiendo hacia la optimización de los rendimientos productivos que puede ofrecer un determinado sistema, con una especie determinada.

Dentro del manejo reproductivo y desde un punto de vista tecnológico, se pueden considerar dos campos bien diferenciados, uno relacionado con el control de la eficacia reproductiva de las hembras, que afecta la fertilidad y prolificidad, y otro el de tecnologías de la reproducción aplicadas a la selección y mejora genética, en la práctica el uso de la inseminación artificial y la transferencia de embriones.

El presente trabajo pretende aportar información sobre el comportamiento reproductivo de ovejas, con aplicación de eCG antes del retiro del dispositivo sincronizador. En la actualidad el conocimiento acerca de los protocolos de sincronización con progestágenos y eCG no aportan información concreta sobre el efecto y la respuesta del ganado a tal tratamiento, por lo que debe evaluarse su respuesta en los rebaños presentes en la región.

V. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1. Características reproductivas de la oveja Pelibuey

5.1.1. Pubertad

La pubertad es el resultado de un aumento gradual entre la actividad gonadotrópica y la capacidad de las gónadas de asumir simultáneamente la esteroidogénesis y la gametogénesis (Mavrogenis y Robinson, 1976).

La edad a la pubertad es un evento que afecta directamente la vida productiva de la oveja, al tener relación con la edad al primer parto y es caracterizada por la primera manifestación de receptividad sexual hacia el macho, la cual puede o no ser precedida por la ovulación. Es necesario conocer el inicio de la pubertad en las ovejas, pues de esta etapa fisiológica dependerá el inicio de la vida productiva de los reemplazos, incidiendo en la productividad total de la hembra y del rebaño (Cruz *et al.*, 1982).

Zavala *et al.* (2008) evaluaron el efecto del genotipo de corderas de Pelo sobre la edad a la pubertad encontrando que la edad al primer cuerpo lúteo es menor en corderas Blackbelly y Pelibuey (250 y 232 días, respectivamente), comparadas con corderas Dorper y Katahdin en las cuales la edad a la aparición del primer cuerpo lúteo fue de (292 y 273 días, respectivamente), y además, el primer estro observado se presenta a los 252 días. Demostrándose con lo anterior, que las razas Pelibuey y Blackbelly presentan mayor precocidad comparadas con las razas Dorper y Katahdin.

5.1.2. Ciclo estrual

Las ovejas de razas tropicales son consideradas poliestrales continuas con un comportamiento reproductivo constante durante todo el año, siempre que otros factores como el nutricional se lo permitan (Ramón, 1993).

El estro se define como el momento en el cuál la hembra permite el apareamiento con el macho (De Lucas y Arbiza, 2004). La hembra no gestante experimenta una serie de

fenómenos ováricos que no son perceptibles en el comportamiento sexual de la hembra hasta que nuevamente aparece el estro después de un intervalo que varía entre especies (Hunter, 1982) e incluso entre razas de la misma especie (Hafez, 1996a). El ciclo estral en la oveja de pelo tiene una duración de 17.1 ± 2.1 d (De Combellas, 1980; González, 1997; González *et al.*, 1991), es caracterizado por una fase folicular corta (2 – 3 d) y una fase lútea larga (12 - 14 d) (Sasa, 2002). El estro o calor ocurre entre la mitad y el final de la fase folicular (Evans y Maxwell, 1990) y tiene una duración que varía de 24 a 48 h (De Combellas, 1980; Jainudeen y Hafez, 1996; Perón *et al.*, 1991; Ramón, 1999), ocurriendo la ovulación hacia el final del estro, (24 a 32 h después del comienzo del estro) (Ramón, 1999). La duración del estro esta influida por raza, edad, localización geográfica, estación del año y presencia del macho (Jainudeen y Hafez, 1996; Ramón, 1999). En ausencia del macho los signos de estro en la oveja son poco notables (Jainudeen y Hafez, 1996; De Lucas y Arbiza, 2004), es posible la edematización de la vulva y la secreción de moco por la vagina (Jainudeen y Hafez, 1996), algunos indicadores seguros de estro en ovejas son aquellos manifestados en la presencia del macho, como el seguimiento de la hembra al macho, el reflejo de inmovilidad a la monta, abaniqueo de la cola y micción constante (De Lucas y Arbiza, 2004).

5.1.3. Estacionalidad reproductiva

Los ovinos son una especie poliéstrica estacional que tienen un ritmo anual de actividad reproductiva (Jainudeen y Hafez, 1996a), siendo el fotoperiodo el principal factor que regula dicha estacionalidad (Hansen, 1985; Luhman y Slyter, 1986). Las razas ovinas originarias de latitudes medias o altas (>30° según Lincoln, 1992; >40° según Cheminau *et al.*, 1992), donde la variación anual en la longitud del día es grande, exhiben variaciones estacionales en su actividad reproductiva (Chemineau *et al.*, 1992). En regiones cercanas al Ecuador la duración del fotoperiodo varía menos durante el año, por lo que algunos autores han sugerido que los ovinos tropicales pueden reproducirse sin restricciones estacionales a lo largo del año (Cruz *et al.*, 1994; Jainudeen y Hafez, 1996). Sin embargo, en México se ha documentado que la actividad reproductiva de la oveja Pelibuey puede disminuir en ciertas épocas del año (González *et al.*, 1992; González *et al.*, 1991). Cerna

et al. (2000) concluyeron que la actividad reproductiva y la secreción de melatonina y prolactina en la oveja Pelibuey son consecuencia de las variaciones que ocurren en el fotoperiodo, y que bajo condiciones naturales, el fotoperiodo parece ser el principal regulador de la actividad ovárica en las hembras.

En la ovejas existe así una estación reproductiva en la que se observan ciclos estrales regulares, y una estación de anestro estacional, caracterizada por inactividad sexual (Evans y Maxwell, 1990). 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).

Cabe mencionar que las ovejas de pelo no muestran patrones reproductivos estacionales a causa de que presenta periodos de anestro poco profundos, de corta duración y la actividad reproductiva del rebaño no cesa por completo (Martínez, 1999).

El porcentaje de ovejas que ovulan durante la estación de anestro es superior al porcentaje de ovejas que presentan estró durante la misma estación (Evans y Maxwell, 1990). En un estudio realizado en Australia con animales de raza Poll Dorset, se verificó que al inicio de la estación reproductiva la proporción de ovejas que ovularon fue superior a la proporción de ovejas que manifestaron ciclo, mientras que, al final de la estación reproductiva se presentó una situación inversa (Hall *et al.*, 1986).

5.2. Sincronización del estró en la oveja

5.2.1. Tratamientos hormonales

Los tratamientos hormonales pueden ser utilizados con el objeto de modificar la estación reproductiva, sincronizar grupos para empadre o para alterar la tasa de ovulación, pudiendo ser asociados entre si o con técnicas de manejo reproductivo (Hogue, 1994; Rothe, 1974; Wildeus, 2000).

La utilización de progestágenos está directamente relacionada con la duración de la fase lútea de la especie en que sean aplicados, comprobando que la administración de progesterona exógena no afecte la función de un cuerpo lúteo ya formado (Abecia *et al.*, 2002; Aguilar, 2003; Ramón, 1999). Así, su administración deberá igualar o exceder el tiempo de vida de un cuerpo lúteo normal, 12 a 14 días en ovejas, que entran en ciclo 2 a 3 días después de retirado el progestágeno exógeno (Aguilar, 2003; Lindsay y Thimonier, 1988). Los progestágenos pueden ser administrados de varias formas: vía intravaginal, vía subcutánea, vía intramuscular y vía oral (Gordon, 1997; Wildeus, 2000).

Existen dos formas que utilizan la vía vaginal: las esponjas o pesarios intravaginales y el Liberador de Substancias Internamente Controlado (CIDR® = Controlled Internal Drug Release dispenser) (Gordon, 1997). Las esponjas son impregnadas con acetato de fluorogestona (FGA) en dosis de 30 y 40 mg, usando esponjas con 40 mg de FGA por 12-14 días durante la estación reproductiva y esponjas con 30 mg de FGA durante 10-12 en la estación de anestro (Lindsay y Thimonier, 1988). A causa de que el eje hipotálamo-pituitaria es más sensible a la retroalimentación negativa de esteroides durante el anestro que durante la estación reproductiva (Gordon, 1997). Otro tipo de esponjas, impregnadas con 60 mg de acetato de medroxiprogesterona (MAP), son utilizadas en todas las épocas de empadre (Gallegos-Sánchez y Pérez-Hernández, 2002; Motlomelo *et al.*, 2002). El CIDR® es un dispositivo intravaginal, de silicón elástico impregnado en progesterona médica y moldeada sobre un núcleo de nylon (Gordon, 1997). Existen dos tipos de CIDR®, el tipo S (1986), diseñado para ovejas (Wheaton *et al.*, 1993), el tipo G (1988) cuyas modificaciones facilitan su aplicación en vaginas pequeñas permitiendo el tratamiento de borregas (Wheaton *et al.*, 1993). Este dispositivo es eficaz en la inducción del ciclo en ovejas tanto en estación reproductiva, o bien fuera de esta (Wheaton *et al.*, 1993).

Las principal ventaja del CIDR® en relación a las esponjas son el diseño y su presentación, los cuáles evitan la acumulación de descargas vaginales que se registran generalmente cuando la esponja es retirada, presentándose así como un método más

aséptico y que aparentemente presenta una mejor tasa de retención (Wheaton *et al.*, 1993). Según Walker *et al.* (1989), ovejas tratadas con CIDR® inician la ovulación de una manera más pronta que ovejas tratadas con MAP o FGA, siendo observados los tiempos medios de 51, 69 y 63 horas respectivamente. Motlomelo *et al.* (2002), encontraron que el inicio del estro se presenta con antelación para grupos tratados con CIDR® comparados con grupos tratados con FGA y MAP, obteniendo tiempos de 27, 30 y 32 horas respectivamente.

Los implantes subcutáneos de progesterona son colocados en la oreja, a través de una pequeña incisión (Scaramuzzi y Martin, 1984). Las dosis a utilizar pueden ser 2 a 6 mg de norgestomet (Ainsworth, 1985), 10 a 60 mg de acetato de medroxiprogesterona (MAP) o 100 a 600 mg de progesterona (Gordon, 1997).

Los tratamientos hormonales utilizados con el objeto de aumentar la tasa de ovulación se basan en la suplementación con gonadotropinas naturales, FSH (Taymor, 1978) o LH aislada o combinada con la FSH (Scaramuzzi y Martin, 1984), o con gonadotropinas placentarias como la gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG, Pregnant Mare Serum Gonadotrophin) (Jabbour y Evans, 1991), o hCG (gonadotropina coriónica humana) (Gordon, 1997) durante la fase folicular del ciclo estral. La inmunización contra esteroides ováricos (Alvarez *et al.*, 1988) o contra inhibina, impidiendo los mecanismos de retroalimentación negativo ovario hipotálamo-hipofisiario, puede también ser utilizada, provocando exceso de liberación de gonadotropinas endógenas (Evans y Maxwell, 1990).

Los factores de liberación del hipotálamo, tales como el GnRH, al igual que las gonadotropinas, LH y FSH, son rápidamente metabolizables, presentando así una vida muy corta, lo que implica la administración continua para que el tratamiento tenga un efecto deseable (Gordon, 1997; Cumming, 1979; Taymor, 1978). En el caso de las hormonas placentarias, PMSG y hCG, cuya vida es mayor, una única administración es suficiente (Allison, 1982; Gordon, 1997).

La utilización de PMSG es más utilizada en pequeños rumiantes (Aguilar, 2003; Jabbour y Evans, 1991). La PMSG tienen una acción biológica semejante a FSH y LH, predominando la actividad de FSH (Hafez, 1996b; Mota, 1996). La inyección de PMSG estimula la actividad de los folículos ováricos, aumentando así la producción de estradiol e induciendo la onda preovulatoria de LH (Aguilar, 2003). La dosis de PMSG a administrar depende de la raza y el tamaño de la oveja, al igual que de la estación reproductiva (Lindsay y Thimonier, 1988). Así, ovejas grandes y de razas poco prolíficas necesitan de dosis mayores de PMSG al igual que ovejas fuera de la estación reproductiva (Gordon, 1997). Las dosis a administrar son del orden de los 400 a 500 UI para hembras en estación reproductiva, es de 500 a 750 UI para hembras fuera de estación reproductiva (Aguilar, 2003; Gordon, 1997). El factor más importante a tener en cuenta es la necesidad de utilizar simultáneamente métodos de sincronización del ciclo, o la monitorización del estro, ya que, para ser efectiva, la PMSG debe ser administrada en los días 12 a 14 del ciclo estral (Scaramuzzi y Martin, 1984).

5.2.2. Tratamientos no-hormonales

El principio del uso de hormonas en los programas de sincronización de estros, es simular un ciclo estrual artificial, mediante la aplicación artificial de las mismas hormonas que la oveja produciría durante un ciclo estrual natural, al retiro del tratamiento hormonal artificial, la oveja responde mostrando estro y ovulando. Los tratamientos hormonales pueden ser utilizados con el objeto de modificar la estación reproductiva a través de la inducción del estro, adelantar la actividad estrual en corderas, sincronizar grupos de ovejas para empadrear o para incrementar la tasa de ovulación, pudiendo ser asociados entre sí o con técnicas de manejo reproductivo (Wildeus, 2000; Aisen, 2004).

VI. MATERIAL Y MÉTODO

6.1. Lugar de estudio

El experimento se realizó en el rancho La Esperanza, ubicado en San Pedro Limón, el cual se localiza en el extremo suroeste de la entidad del municipio de Tlatlaya, estado de México (Figura 1). Se encuentra a 660 metros de altitud sobre nivel del mar, y el clima predominante es tropical subhúmedo con lluvias en verano (INEGI, 2010).



Figura 1. Ubicación de la comunidad Salitre de López, en la Región Sur del estado de México.

El sistema de producción de ovinos predominante es extensivo con encierro nocturno, con animales encastados con razas de Pelo, cuyo fin de producción principal es la venta de animales para abasto (Figura 2).



Figura 2. Ovinos presentes en los sistemas de producción de la comunidad de San Pedro Limón, en la Región Sur del estado de México.

6.2. Animales, manejo y alimentación

Se utilizaron 14 ovejas primíparas de la raza Pelibuey blanco (Figura 3), con una edad y un peso promedio de 8 meses y 40 kg (Figura 4), a las cuales se les colocó un dispositivo intravaginal con progestágeno (Figura 5).



Figura 3. Ovejas primíparas, Pelibuey blanco, utilizadas como unidad experimental.



Figura 4. Pesaje de los semovientes empleados en el experimento.



Figura 5. Ovejas con colocación de dispositivo intravaginal con progestágeno.

Todas las ovejas recibieron similar alimentación, buscando cubrir sus requerimientos nutricionales. La relación forraje:grano fue 60:40, la cual fue balanceada según las recomendaciones del NRC (2007).

La dieta fue ofrecida en dos frecuencias: a las 7:30 y 17:00 h, con una cantidad de 0.750 kg promedio por día. Se ofreció agua limpia y fresca a libre acceso.

El rebaño fue pastoreado durante el día, mediante pastos nativos e introducidos (*Brachiaria brizantha*), con un pastoreo mínimo de 4 h/d. La suplementación mineral fue ofrecida en saladeros a libre acceso (MITASAL ovinos gestación).

Las ovejas fueron distribuidas en dos grupos de 7 hembras, bajo un diseño completamente al azar. Cada grupo permaneció en el corral que le fue asignado, cuyas dimensiones fueron de 4.5 x 7 m. Al inicio del experimento se administró, por vía subcutánea, 40,000 UI de vitamina A kg⁻¹ PV, 80,000 UI de vitamina D kg⁻¹ PV y 55 UI de vitamina E kg⁻¹ PV (Invermex-ADE, Laboratorios Biofarmex S.A. de C.V., Jalisco, México). El control de parásitos internos se realiza cada 30 d, mediante la aplicación parenteral subcutánea de 15 mg de ivermectina kg⁻¹ PV (Iverfull®, Laboratorios Aranda S.A. de C.V., Querétaro, México).

6.3. Manejo reproductivo

El ciclo del estro de las ovejas fue sincronizado mediante una esponja intravaginal impregnada con un progestágeno, la cual permaneció en la oveja durante 12 d.

Ocho días antes de colocar las esponjas, manualmente y con la ayuda de un guante de látex impregnado de pomada yodoformada se rompió el himen vaginal, con la finalidad de facilitar la colocación de las esponjas, así como prevenir infecciones derivadas de algún desgarre interno de la vagina durante la colocación.

El día 11, posterior a la colocación del dispositivo intravaginal, se aplicó vía intramuscular profunda una inyección de gonadotropina de suero de yegua preñada.

6.4. Tratamientos

Previo al retiro de la esponja vaginal, las ovejas fueron asignadas aleatoriamente a los siguientes tratamientos:

- Tratamiento PMSG: 333 UI de gonadotropina de suero de yegua preñada (Intervet, Boxmeer, Holland) (Figura 11) (n = 14).
- Tratamiento testigo: 0 UI de gonadotropina de suero de yegua preñada (n = 14); 1.5 ml de solución salina fisiológica.

Veinticuatro horas posteriores del retiro de los dispositivos intravaginales, se realizó la detección del estro, mediante la introducción de un morueco, al cual se le colocó un mandil con la finalidad de evitar la cópula (Figura 6). Las ovejas fueron registradas y separadas del rebaño, para ser servidas a las 24 horas posteriores de la detección del estro mediante monta natural dirigida (Figura 7).



Figura 6. Macho provisto de un mandil, para evitar la cópula, realizando la detección de ovejas en estro.



Figura 7. Monta natural dirigida, realizada 24 h posteriores a la detección del estro.

6.5. Colecta de datos (variables de estudio)

La detección del estro se realizó durante 48 h, iniciándose 24 h posteriores al retiro de la esponja y después cada 17 d, durante dos ciclos estruales consecutivos (Figura 8).



Figura 8. Detección del estro en ovejas primíparas con estro sincronizado.

Las ovejas que mostraron estro fueron servidas mediante monta natural dirigida, 24 h posteriores a la detección del estro, con un semental de fertilidad probada, raza Dorper (Figura 9).



Figura 9. Monta natural dirigida a las ovejas detectadas en estro con semental raza Dorper.

Horas al estro o intervalo a estro (HE): se midieron las horas desde el retiro de la esponja hasta el momento de aceptación de la monta por parte de la oveja hacia el morueco.

Porcentaje de estro (PE): se determinó mediante la observación de aquellas ovejas que fueron detectadas en estro por el morueco. Para su cálculo se utilizó la siguiente fórmula.

$$PE = (\text{No. de ovejas que mostraron estro}) / (\text{No. de ovejas del tratamiento}) \times 100$$

Tasa de gestación o porcentaje de gestación (PG): se determinó a través de ultrasonografía trans-rectal en tiempo real, a los 60 días post-monta, para lo cual se utilizó un ecógrafo veterinario equipado con una sonda de 5.0 Megahertz (Figura 10).



Figura 10. Diagnóstico de gestación en ovejas Pelibuey blanco.

Porcentaje de partos (PP): Se determinó mediante el conteo de ovejas que finalizaron la gestación en el parto, para lo cual, se utilizó la siguiente formula:

$$PP = (\text{No. de ovejas con parto}) / (\text{No. de ovejas copuladas}) \times 100$$

Prolificidad (Pr): Se determinó al momento del parto, mediante el conteo de corderos nacidos por oveja al momento del parto.

6.6. Análisis estadístico

Se evaluó el efecto de la aplicación de dos tratamientos (Tratamiento PMSG: 333 UI de PMSG y Tratamiento control: 0 UI de PMSG), en la sincronización del estro con progestágenos, en ovejas primíparas Pelibuey blanco, sobre las siguientes variables:

1. Porcentaje estro sincronizado (PES)
2. Horas a signos de estro (HSE)
3. Horas a estro (HE)
4. Porcentaje de gestación (PG)

5. Porcentaje de partos (PP) y
6. Prolificidad (Pr).

Las variables HSE, HE y Pr fueron comparadas con la prueba de two-sample t-test, a un nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

Las proporciones PE, PG y PP, variables expresadas en porcentaje, se compararon con tablas de contingencia con análisis de datos no paramétricos relacionados, en vista de que las variables eran de tipo cualitativo, por lo que se realizaron pruebas de Chi-squared test, por medio del procedimiento FREQ del paquete estadístico SAS (2009).

VII. RESULTADOS

El efecto de los tratamientos sobre la manifestación del estro se muestra en el Cuadro 1. No se observaron diferencias entre los tratamientos. Las ovejas con administración de PMSG previo al retiro de la esponja intravaginal manifestaron igual porcentaje de estro con respecto a las ovejas que no recibieron administración de PMSG antes del retiro de la esponja. En el presente trabajo el porcentaje total de estro fue de 100 %.

Cuadro 1. Manifestación del estro en ovejas primíparas Pelibuey blanco con diferente administración de PMSG antes del retiro de la esponja sincronizadora*.

Tratamiento	N	n	%
Aplicación de 333 UI de PMSG 24 h antes del retiro de la esponja intravaginal*	14	14	100
Aplicación de 0 UI de PMSG 24 h antes del retiro de la esponja intravaginal*	14	14	100

PMSG, gonadotropina de suero de yegua preñada: Folligon®, Intervet, International B.V, Boxmeer, Holanda.

*Chronogest® CR, Intervet, International B.V, Boxmeer, Holanda.

En la Figura 11 se muestran las horas a la presentación de los signos iniciales del estro en ovejas primíparas Pelibuey blanco con diferente administración de PMSG antes del retiro de la esponja sincronizadora del estro. La aplicación de 333 UI de PMSG 24 h antes del retiro de la esponja intravaginal disminuyó ($P < 0.0001$) las horas a la aparición de los signos iniciales del estro (16.261 ± 7.27 h), con respecto a las ovejas que no recibieron PMSG (33.600 ± 13.11 h). El tiempo promedio para comenzar a observar signos de estro

en las ovejas primíparas Pelibuey blanco tratadas para sincronización del estro fue de 24.93 ± 13.68 h.

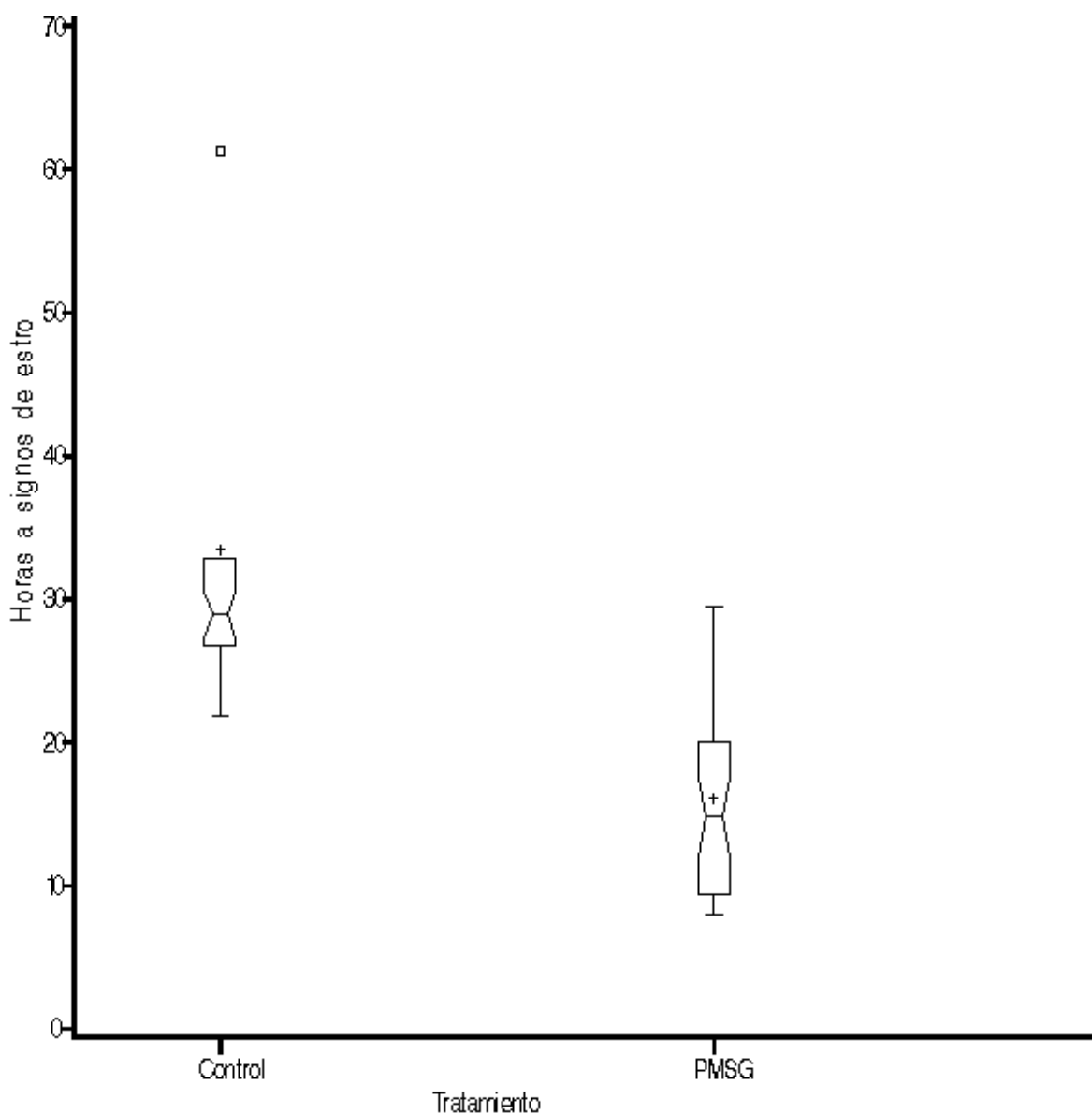


Figura 11. Distribución de los signos iniciales del estro de ovejas primíparas Pelibuey blanco tratadas con progestágenos y PMSG para sincronizar su ciclo estrual ($P < 0.05$).

En la Figura 12 se muestran las horas al estro en ovejas primíparas Pelibuey blanco con diferente aplicación de PMSG antes del retiro de la esponja sincronizadora del estro. Se observa un comportamiento similar a las horas a la presentación de los signos iniciales del estro. La aplicación de la PMSG 24 h antes del retiro de la esponja intravaginal mostró

menor ($P < 0.0001$) intervalo de horas a estro (24.261 ± 7.27 h), con respecto al tratamiento control (41.600 ± 13.11 h). En general, el estro se manifestó a las 32.931 ± 13.68 h posteriores al retiro de la esponja intravaginal.

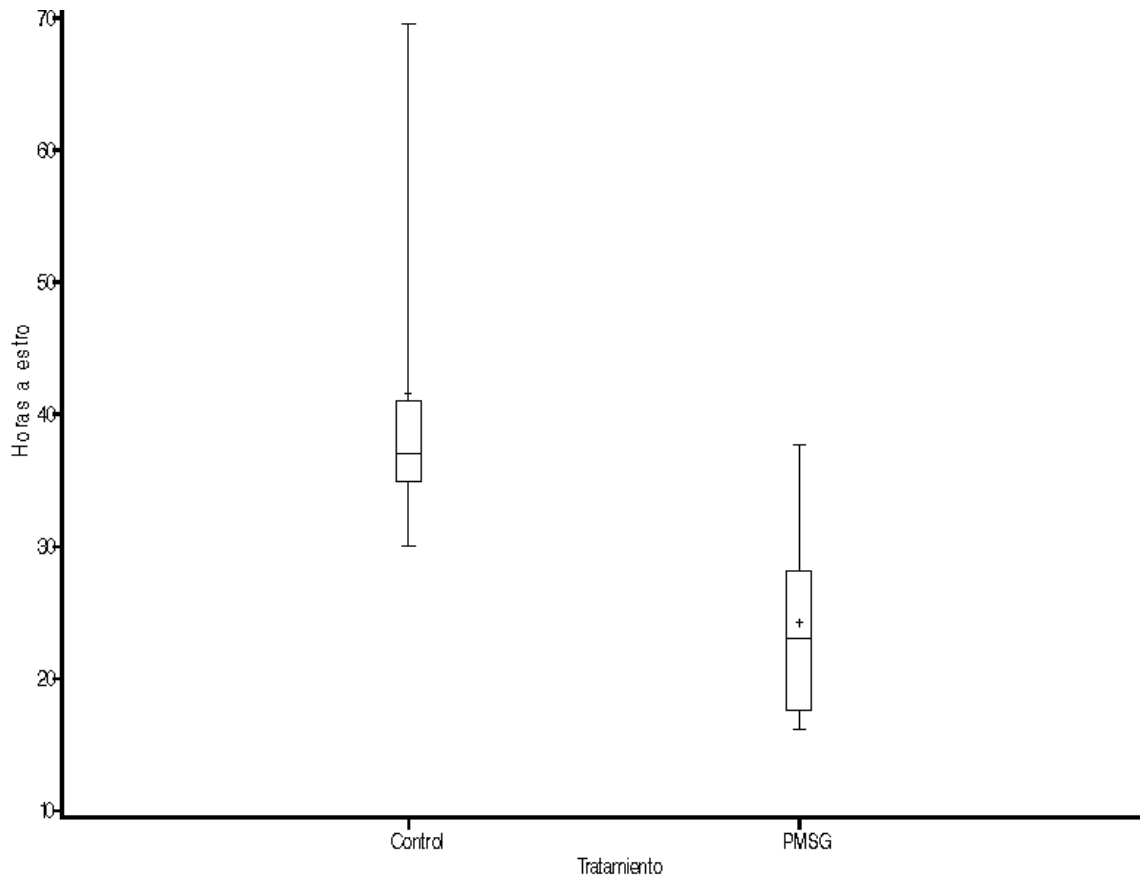


Figura 12. Distribución de las horas a estro de ovejas primíparas Pelibuey blanco tratadas con progestágenos y PMSG para sincronizar su ciclo estrual ($P < 0.05$).

El efecto de la aplicación de PMSG antes del retiro del dispositivo sincronizador del estro en ovejas primíparas Pelibuey blanco, sobre la tasa de gestación, se muestra en el Cuadro 2. La administración de PMSG 24 h antes del retiro del dispositivo intravaginal mostró el mismo valor para tasa de gestación con respecto a las ovejas que no recibieron PMSG 24 h antes del retiro del dispositivo intravaginal. La tasa de gestación total fue de 100%.

Cuadro 2. Tasa de gestación en ovejas primíparas Pelibuey blanco con diferente administración de PMSG antes del retiro de la esponja sincronizadora*.

Tratamiento	N	n	%
Aplicación de 333 UI de PMSG 24 h antes del retiro de la esponja intravaginal*	14	14	100
Aplicación de 0 UI de PMSG 24 h antes del retiro de la esponja intravaginal*	14	14	100

PMSG, gonadotropina de suero de yegua preñada: Folligon®, Intervet, International B.V, Boxmeer, Holanda.

*Chronogest® CR, Intervet, International B.V, Boxmeer, Holanda.

En el Cuadro 3 se observa la tasa de partos obtenida en ovejas primíparas Pelibuey blanco, con sincronización del estro y diferente administración de PMSG. No se observaron diferencias entre tratamientos, por lo que el porcentaje que se obtuvo para las ovejas que fueron tratadas con PMSG 24 h antes del retiro del dispositivo intravaginal conteniendo progestágenos fue el mismo que el obtenido en las ovejas que no recibieron inyección de PMSG. La tasa de partos general fue de 100%.

En el Cuadro 4 se observa la prolificidad en ovejas primíparas Pelibuey blanco, con sincronización del estro y diferente administración de PMSG. Se observaron diferencias entre tratamientos ($P < 0.01$). La administración de 333 UI de PMSG 24 h antes del retiro de la esponja con progestágenos incrementó ($P < 0.05$) la prolificidad de ovejas primíparas Pelibuey blanco, en comparación a las ovejas que no recibieron el tratamiento con gonadotropinas. El promedio general para prolificidad fue de 1.083 ± 0.278 .

Cuadro 3. Tasa de parto en ovejas primíparas Pelibuey blanco con diferente administración de PMSG antes del retiro de la esponja sincronizadora*.

Tratamiento	N	n	%
Aplicación de 333 UI de PMSG 24 h antes del retiro de la esponja intravaginal*	14	14	100
Aplicación de 0 UI de PMSG 24 h antes del retiro de la esponja intravaginal*	14	14	100

PMSG, gonadotropina de suero de yegua preñada: Folligon®, Intervet, International B.V, Boxmeer, Holanda.

*Chronogest® CR, Intervet, International B.V, Boxmeer, Holanda.

Cuadro 4. Prolificidad en ovejas primíparas Pelibuey blanco con diferente administración de PMSG antes del retiro de la esponja sincronizadora*.

Tratamiento	N	n	Prolificidad**
Aplicación de 333 UI de PMSG 24 h antes del retiro de la esponja intravaginal*	14	14	1.667 ± 0.378 ^a
Aplicación de 0 UI de PMSG 24 h antes del retiro de la esponja intravaginal*	14	14	1.000 ± 0.000 ^b

PMSG, gonadotropina de suero de yegua preñada: Folligon®, Intervet, International B.V, Boxmeer, Holanda.

*Chronogest® CR, Intervet, International B.V, Boxmeer, Holanda.

**Prolificidad: Número de crías por parto, Media ± Desviación estándar.

VIII. DISCUSIÓN

Lindsay y Thimonier (1988) indican que la sincronización del estro es más precisa cuando se utiliza FGA combinado con PMSG. En el presente estudio la incidencia del estro no fue afectada por la administración de PMSG, lo que coincide con algunos reportes en ovejas de razas de lana y pelo (Ávila *et al.*, 1997; Echegaray *et al.*, 1997; Walker *et al.*, 1989). Fukui *et al.* (1985) indican que no hay efecto de la PMSG, aplicada 48 horas antes de remover la esponja, sobre la incidencia de estro, resultados que coinciden con los obtenidos por Uribe (1997), reportando 100% de incidencia de estro aplicando 500 UI de PMSG 48 horas antes y al momento del retiro de la esponja, porcentajes que coinciden con los obtenidos en este trabajo. Sin embargo, Eppleston *et al.* (1991) reportó un porcentaje menor de ovejas en estro cuando la PMSG es aplicada 24 horas antes de remover la esponja comparadas con aquellas que reciben la PMSG al momento del retiro de la esponja (71% vs. 75%).

Núñez (1999) menciona que las diferencias en los tiempos promedio y distribución del estro puede ser originada por diferencias en condición corporal entre los animales y diferencias en calidad de alimento ofrecido, sin embargo, en el presente estudio los animales tenían una condición corporal y peso similar y fueron sometidos al mismo régimen de alimentación.

Uribe (1997) aplicó PMSG 48 horas antes y al momento del retiro de la esponja reportando un inicio precoz del estro para las ovejas que fueron tratadas con PMSG 48 horas antes de retirar el implante. Barbas *et al.* (2002) aplicaron 250 y 500 UI de PMSG al momento del retiro de la esponja, sin encontrar diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, el intervalo fue menor con la dosis más alta, similar a lo encontrado en este trabajo. Rangel *et al.* (1997) aplicó 0 y 500 UI de PMSG al momento del retiro de la esponja reportando un retraso significativo, para las ovejas que no recibieron PMSG, de 6 horas, valores comparables con los obtenidos. Vázquez y González (2010) reportan resultados similares, pues al utilizar 400 UI de PMSG existe una

diferencia significativa ($P < 0.05$) de 10 horas en la manifestación del estro. Cline *et al.* (2001) encontraron diferencias significativas sobre el inicio del estro aplicando 400 UI de PMSG 24 horas antes de remover el implante contra la no aplicación de PMSG. El inicio del estro es significativamente superior cuando la PMSG es aplicada 24 horas antes de la remoción de la esponja (Eppleston *et al.*, 1991).

La inyección de PMSG estimula el desarrollo de los folículos ováricos por lo cuál hay un incremento en la producción de estradiol induciendo la oleada preovulatoria de LH en ovejas en cualquier estado reproductivo (Scaramuzzi y Martin, 1984), por lo tanto, los tratamientos de PMSG antes de retirar la esponja disminuyen el tiempo de inicio del pico de LH y por consiguiente el estro (Fukui *et al.*, 1985), además, el intervalo horas a estro parece ser influenciado por la dosis de PMSG, que al aumentar la liberación de estradiol promueve un acortamiento en dicho intervalo (Chemineau *et al.*, 1982).

El inicio del estro parece ser determinado por la combinación de producción endógena de estradiol y por la sensibilidad estacional de los centros hipotálamicos responsables del comportamiento de estro (Webb *et al.*, 1985 citado por Barbas *et al.*, 2002). La duración del intervalo horas a estro parece ser influenciado por el uso de PMSG, que al aumentar la liberación de estradiol por el folículo pre-ovulatorio provoca un acortamiento en la duración de este intervalo (Chemineau *et al.*, 1982).

Roche (1968) citado por Echegaray *et al.* (1997) reportó que la tasa media de ovulación puede ser incrementada significativamente modificando el tiempo de administración de PMSG en relación al momento del retiro de la esponja. La PMSG puede estimular el crecimiento folicular y subsecuentemente el número de ovulaciones (Cumming, 1979). La tasa de ovulación algunas veces es incrementada si la PMSG es administrada algunos días antes del fin del tratamiento con progestágenos (Allison, 1982). La tasa de ovulación obtenida está relacionada linealmente a la dosis de PMSG empleada, sin embargo, el incremento en la dosis de PMSG provoca proliferación de quistes foliculares así como bajas tasas de fertilidad (Allison, 1982).

El uso de FGA más PMSG induce la ovulación en ovejas de una manera uniforme (Martínez *et al.*, 1997; Lindsay y Thimonier, 1988). Echegaray *et al.* (1997) hallaron diferencias significativas en la tasa de ovulación de ovejas tratadas con 500 y 250 UI de PMSG, 3.21 vs. 1.43, aplicadas dos días antes de la remoción de la esponja. Utilizando 500 UI de PMSG se han encontrado tasas de ovulación de 2.6 ± 0.4 cuando la PMSG se aplicó al momento de la remoción de la esponja (Samartzi *et al.*, 1995; Síosarz *et al.*, 2003), y de 1.9 ± 2.1 cuando se aplicó 24 horas antes de finalizar el tratamiento progestacional (González *et al.*, 1999). Hernández *et al.* (2001) mencionan que tasas de ovulación del orden de 2 son encontradas en un porcentaje mayor cuando se aplican 500 UI de PMSG dos días antes de remover la esponja.

Regularmente los estudios sobre tiempo de aplicación y dosis de PMSG se han llevado a cabo en programas de superovulación, por lo que se utilizan dosis altas, sin embargo los resultados obtenidos y la evidencia de la literatura sugieren que los mecanismos ocurridos durante un programa de superovulación son similares a los ocurridos cuando se utilizan dosis bajas de PMSG (González *et al.*, 1999).

La calidad de la ovulación es inadecuada después de un tratamiento progestágenos-PMSG porque hay demasiados huevos de edad inconstante, siendo esta una causa de la baja tasa de fertilidad, por otra parte, la calidad de ovulación parece inadecuada porque los cuerpos lúteos inducidos no funcionan normalmente provocando que la síntesis o liberación de progesterona sea disminuida (Mauleon, 1979). Las dificultades continúan durante el desarrollo embrionario. Un gran número de huevos a los 7 días muestran un retraso en su desarrollo, muriendo desde los 12 días por incapacidad de asegurar la señal embrionaria que promueve el mantenimiento del cuerpo lúteo, retornando al estro a los 16 días posteriores a la inseminación artificial (Mauleon, 1979). Evans y Maxwell (1990) mencionan que los factores de stress al momento de la inseminación artificial y/o durante la gestación afectan negativamente la fertilidad.

Quintero-Elisea *et al.* (2010) trataron por 10 días con esponjas intravaginales impregnadas con 40 mg de acetato de fluorogestona (FGA) a 60 ovejas Pelibuey. Luego las distribuyeron a uno de dos tratamientos, el primero consistió en la aplicación de agua fisiológica (n=20), mientras que el segundo grupo (n=40) recibió una dosis de 200 UI de gonadotropina de suero de yegua preñada (PMSG). La tasa de concepción fue menor ($P < 0.05$) en la ovejas tratadas con PMSG; pero el porcentaje de corderos y la fecundidad fue menor en la ovejas sin PMSG.

Martínez *et al.* (1997) mencionan que aun siendo posible inducir la actividad ovárica en corderas Pelibuey con progestágenos y PMSG, no garantiza una concepción exitosa. Rangel *et al.* (1997) compararon 500 UI de PMSG contra la no aplicación de PMSG en ovejas Pelibuey inseminadas intrauterinamente, obteniendo un porcentaje de parición de 61% para el tratamiento testigo y un porcentaje de 45% con PMSG, concluyendo que la administración de PMSG reduce el porcentaje de pariciones. Sin embargo, Ainsworth y Shrestha (1985) obtuvieron porcentajes de parición superiores al 70% al utilizar dosis de 250 y 500 UI de PMSG, Barbas *et al.* (2002) utilizó 250 y 500 UI de PMSG, obteniendo porcentajes de parición de 62.5 y 47.5 %, respectivamente.

La inyección de PMSG dentro del intervalo de 250 a 750 UI origina incrementos lineales en prolificidad y rendimiento global en número de corderos (Scaramuzzi *et al.*, 1994). Cabe mencionar que la tasa de ovulación es un componente biológico de la prolificidad y la manipulación de ésta permite aumentar la eficiencia económica en el sistema de producción ovina (Núñez, 1999).

Vázquez y González (2010), reportaron que la tasa de ovulación obtenida con 400 UI de PMSG fue diferente a dosis menores de PMSG, situación presente en los resultados obtenidos para prolificidad. Sin embargo, Hernández *et al.* (2001) no hallaron diferencias significativas para la prolificidad en ovejas Pelibuey con tres, dos y un cuerpo lúteo.

IX. CONCLUSIÓN

La aplicación de PMSG, en ovejas primíparas Pelibuey blanco tratadas con progestágenos vía intravaginal para la sincronización del estro, antes del retiro de la esponja intravaginal y en las condiciones del presente estudio, modificó las horas a signos de estro, las horas a estro y la prolificidad. La aplicación de PMSG no modificó el porcentaje de estro, la tasa de gestación y la tasa de partos, sin embargo, las ovejas respondieron al tratamiento de sincronización de forma adecuada, ya que los valores para las variables fueron de 100%.

X. RECOMENDACIÓN

En base a la conclusión obtenida en el presente trabajo, se recomienda la administración de PMSG antes del retiro de la esponja intravaginal, para reducir el intervalo de inicio del estro y mejorar la prolificidad, en ovejas primíparas Pelibuey blanco.

Los resultados obtenidos, hasta ahora, sobre aplicación de PMSG en ovejas primíparas Pelibuey blanco, ofrece información importante, sin embargo, debe ponerse especial atención en la dosis y el tiempo de aplicación de la PMSG, para de esta manera poder co-adyuvar a la productividad de los rebaños.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abecia J, Forcada F, Zúñiga O, Valares J 2002. The effect of progestagen treatment on sheep reproductive performance at different phases of the oestrous cycle. *Animal Research* 51: 149-155.
- 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.
- Ainsmorth, L., y J. N. B. Shrestha. 1985. Effect of PMSG dosage on the reproductive performance of adult ewes and ewe lambs bred at a progestagen-PMSG synchronized estrus. *Theriogenology* 24(5):479-487.
- Aisen, E. G. 2004. Reproducción ovina y caprina. En: *Preparación de las hembras. Detección y control del estro y la ovulación*. Figueiredo, V. (ed). Inter-Médica, S.A.I.C.I. Buenos Aires, Argentina.
- Ali, A. 2007. Effect of time of eCG administration on follicular response and reproductive performance of FGA-treated Ossimi ewes. *Small Ruminant Research* 72:33-37.
- Álvarez, M., J., J. González L. y T. Pérez G. 1988. Efecto de la androstenediona y de la PMSG en ovejas merinas sometidas a un ritmo reproductivo de tres partos cada dos años. In: *3^{er} Congreso Mundial de Reproducción y Mejoramiento de Ovinos y Bovinos de Carne Volumen II*. Junio 19-23, Paris, Francia. pp: 644-646.
- Allison, A. J. 1982. Techniques of modifying reproductive performance. In: *Breeding and Reproduction*. G. A. Wickham y M. F. McDonald. New Zealand Institute of Agricultural Science. 267 p.
- Ávila, O., J. G., S. R. Rangel, J. L. Echeagaray T., S. C. Apodaca y O. J. Ayala. 1997. Efecto de dosis de PMSG en la sincronización de celos en ovejas criollas. In: *Memoria IX Congreso Nacional de Producción Ovina*. pp:88-90.
- Barbas, J., C. Baptista, R. Mascareñas y 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. *Revista Portuguesa de Zootecnia* 2:13-26.

- Cerna, C., A. Porras, M. J. Valencia, G. Perera, and L. Zarco. 2000. Effect of an inverse subtropical (19°13'N) photoperiod on ovarian activity, melatonin and prolactin secretion in Pelibuey ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61:511-525.
- Cline, M.A., J.N. Ralston, R.C. Seals, 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.
- Cruz, C., L., B. Ramírez, 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, J. A. Álvarez, H. Pérez. 1994. Variaciones estacionales en presentación de ovulación, fertilización y sobrevivencia embrionaria de ovejas Tabasco en el trópico húmedo. *Veterinaria México* 25:19-38.
- Cumming, I. A. 1979. Synchronization of ovulation In: Sheep Breeding. G. J. Tomes, D. E. Robertson, R. J. Lightfoot y W. Haresign. *Internacional Sheep Breeding Congress*. Butterworth & Co. Muresk y Perth, Western Australia. pp: 403-421.
- Cheminau, P., B. Malpoux, J. A. Delgadillo, Y. Guérin, J. P. Ravault, J. Thimonier y J. Pelletier. 1992. Control of sheep and goat reproduction: Use of light and melatonin. *Animal Reproduction Science* 30:157-184.
- Chemineau, P., D. Gauthier, J. C. Poirier y J. Saumande. 1982. Plasma levels of LH, FSH, prolactin, oestradiol-17 β and progesterone during natural and induced oestrus in the dairy goat. *Theriogenology* 17(3):313-323.
- De Combellas, J. 1980. Parámetros productivos y reproductivos de ovejas tropicales en sistemas de producción mejorados. *Prod. Anim. Trop.* 5:290- 297.
- De Combellas, J. 1980. Production and reproduction parameters of tropical sheep breeds in improved production systems. *Tropical Animal Production* 5(3):266-272.
- De Lucas, T., J. y S. I. Arbiza A. 2004. Sistemas de Apareamiento e inseminación artificial en ovinos. FESC Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 118 p.
- Echegaray, T., J. L., R. Rangel S., T. E. Sánchez M. T. Y M. E. Suárez O. 1997. Efecto de dosis de PMSG en la respuesta ovárica de ovejas. In: IX Congreso Nacional de Producción Ovina. Junio 2-5, Querétaro, Querétaro. pp:79-83.

- Eppleston, J., G. Evans y 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. *Animal Reproduction Science* 26:227-237.
- Evans, G. y W. M. C. Maxwell. 1990. Steven Salamon Inseminación artificial de ovejas y cabras. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 192 p.
- Fukui, Y., M. Kobayashi, M. Kojima y H. Ono. 1985. Effects of time of PMSG and fixed-time GnRH injections on estrus incidence and fertility in physiologically different ewes pre-treated with progestogen-impregnated vaginal sponge during the nonbreeding season. *Theriogenology* 24(6):631-641.
- Gallegos-Sánchez, J. y P. Pérez-Hernández. 2002. Control artificial del ciclo estral en ovinos. *In: Primer Ciclo de Conferencias: Ciencia Animal y Producción Animal*. Marzo 1, Sn. Felipe Ixtacuixtla, Tlaxcala.
- González-Reyna, A. 1997. Reproducción en ovinos de Pelo en el trópico Mexicano. *In: IX Congreso Nacional de Producción Ovina*. Junio 2-5, Santiago de Querétaro, Querétaro. pp. 294-319.
- González-Reyna, A., M. J. Valencia, W. C. Foote, B. D. Murphy. 1991. Hair sheep in Mexico: Reproduction in the Pelibuey sheep. *Animal Breeding Abstracts* 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.
- Gonzalez, A., E. Márquez, H. Lizárraga, J. C. Martínez. 1999. Dose response effects of PMSG on ovulation rate and follicular development in Pelibuey ewes treated with Syncro-mate-B implants. *Small Ruminant Research* 31:149-155.
- Gordon, I. 1997. Controlled reproduction in sheep and goats. Wallingford, Oxford, UK, CAB International. 480 p.
- Hafez, E. S. E. 1996a. 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. 1996b. Reproducción, hormonas y factores de crecimiento. *In*: Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. E. S. E. Hafez. Nueva Editorial Interamericana. México, D. F. pp:55-88.
- Hall, D. G., N. M. Fogarty y A. R. Gilmour. 1986. Seasonality of ovulation and estrus, and the ram effect in poll dorset ewes *Theriogenology* 25(3):455-461.
- Hansen, P. J., 1985. Photoperiodic regulation of reproduction in mammals breeding during long days versus mammals breeding during short days. *Animal Reproduction Science* 9(4):301-315.
- Hernández, L., G., R. Rangel S., R. Rodríguez de L. y C. Apodaca S. 2001. Efecto de la tasa ovulatoria en la fertilidad de ovejas Pelibuey sincronizadas. *In*: XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Noviembre 20-23, La Habana, Cuba.
- Hogue, D. E. 1994. Incremento del ritmo reproductivo. *In*: Nuevas técnicas de producción ovina. I. Favez, M. Marai y J. B. Owen. Editorial ACRIBIA, Zaragoza, España. pp:65-71.
- Hunter, R. H. F. 1982. Fisiología y tecnología de la reproducción de la reproducción de la hembra de los animales domésticos. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España. 362 p.
- INEGI. 2010. Anuario estadístico del estado de México, edn. 2009. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, D. F., ISSN 0188-851X692.
- 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., 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.
- Ku V., J. C. 2003. Retos globales en la producción de carne: Una perspectiva mexicana. *En*: XXXI Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal, 22-24 junio. Phoenix, Arizona. Pp. 33-42.
- Lincoln, G. A. 1992. Photoperiod-pineal-hypothalamic relay in sheep. *Animal Reproduction Science* 28:203-217.

- Lindsay, D. R. and J. Thimonier. 1988. Timing and frequency of reproduction in sheep. Physiological factors. In: 3er Congreso Mundial de Reproducción y Mejoramiento de Ovinos y Bovinos de Carne Vol. II. Junio 19-23, Paris, Francia. Pp. 547-565.
- Luhman, C. M. y A. L. Slyter. 1986. The effect of photoperiod and melatonin feeding on reproduction in the ewe. *Theriogenology* 26(6):721-732.
- Martínez, R., R. D., L. A. Zarco Q., C. Cruz L., I. Rubio R. 1997. Inducción de la actividad ovárica en corderas Pelibuey con progestagenos y PMSG. In: XXXIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Noviembre 3-8, Veracruz, Veracruz. P. 159 (Resumen).
- Mauleon, P. 1979. Manipulation of the breeding cycle. In: Sheep Breeding. G. J. Tomes, D. E. Robertson, R. J. Lightfoot y W. Haresign. Internacional Sheep Breeding Congress. Butterworth & Co. Muresk y Perth, Western Australia. pp: 439-449.
- Mavrogenis, A. P., O. W. Robinson. 1976. Factors affecting puberty in sheep. *Journal of Animal Science* 42:189.
- Mota, L. M. A. 1996. Farmacología endocrina. In: Farmacología Veterinaria.. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. 281p.
- Motlomelo, K. C., J. P. C. Greyling y L. M. J. Schwalbach. 2002. Synchronisation of estrus in goats: the use of different progestagen treatments. *Small Ruminant Research* 45:45-49.
- NRC. 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids. National Research Council of the National Academies, National Academies Press, Washington, D.C., U.S.A. 292 p.
- Núñez, H., E. 1999. Repetibilidad de la tasa de ovulación en ovejas Suffolk y Criollas con estro sincronizado y natural. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. México. 70 p.
- Perón, N., T. Limas y J. L. Fuentes. 1991. El ovino Pelibuey de Cuba revisión bibliográfica de algunas características productivas. *Revista Mundial de Zootecnia. Pequeños rumiantes*. 66(1).
- Quintero-Elisea, JA, Macías-Cruz U, Álvarez-Valenzuela FD, Correa-Calderón A, González-Reyna A, Lucero-Magaña FA, Soto-Navarro SA, Avendaño-Reyes L.

2011. The effects of time and dose of pregnant mare serum gonadotropin (PMSG) on reproductive efficiency in hair sheep ewes. *Tropical Animal Health and Production*. 43:1567– 1573.
- Ramón U., J. P. 1993. Descripción del comportamiento reproductivo de la oveja de pelo en América. *ITEA*. 89(1):66.
- Ramón, U., J. P. 1999. Métodos de sincronización y detección de estros. *In: Antología del curso: Biotecnología reproductiva aplicada a ovinos (Inseminación Artificial)*. SEP/SEIT/DGETa. México, D. F. pp: 65-71.
- Rangel, S. R., J. L. Echegaray T., R. Santos L., C. Apodaca S. y J. Ayala O. 1997. Efecto de la administración de PMSG en ovejas Pelibuey sincronizadas. *In: IX Congreso Nacional de Producción Ovina*. Junio 2-5, Querétaro, Querétaro. pp:84-87.
- Rothe, K. 1974. Control de la reproducción de los animales de interés zootécnico. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 183 p.
- Samartzi, F., C. Boscos, E. Vainas y P. Tsakalof. 1995. Superovulatory response of Chios sheep to PMSG during spring and autumn. *Animal Reproduction Science* 39:215-222.
- SAS Institute, 2009. SAS User's Guide: Statistics. Ver 9.0. SAS Institute, Cary, N.C., USA.
- Sasa, A., D. C. Teston, P. A. Rodrigues, L. A. Coelho, 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.
- Scaramuzzi, R. J. and G. B. Martin. 1984. Pharmacological agents for manipulating oestrus and ovulation in the ewe. *En: Reproduction in Sheep*. Australian Wool Corporation Technical Publication. D. R. Lindsay y D. T. Pearce (Eds.). Cambridge University Press, New York, USA. 403 p.
- Scaramuzzi, R. J., B. K. Campbell, Y. Cognié y J. A. Downing. 1994. Mejora de la prolificidad de las ovejas mediante el empleo de gonadotropinas y el tratamiento con Fecundin. *In: Nuevas Técnicas de Producción Ovina*. I. Favez, M. Marai y J. B. Owen. Editorial ACRIBIA; Zaragoza, España. pp:53-63.
- Ślósarz, P., A. Frankowska y M. Maciej. 2003. Transrectal ultrasonography in diagnosing the ovulation rate in sheep. *Animal Science Papers and Reports* 21(3):183-189.

- Taymor, M. L. 1978. The induction of ovulation. In: Control of ovulation. D. B. Crighton, G. R. Foxcroft, N. B. Haynes y G. E. Lamming. Butterworths & Co (Publishers) Ltd, London. 492 p.
- Uribe, G. M., 1997. Efecto de edad y tiempo de administración de PMSG en la sincronización de celos en ovinos. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. México. 51 p.
- Vázquez, J. F., A. González. 2010. Dosis de PMSG y tiempo de aplicación en la reproducción de ovejas. LAP Lambert Academic Publishing AG & Co. KG, Saarbrücken, Germany. 56 p. ISBN: 978-3-8383-6890-0
- 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.
- Wheaton, J. E., K. M. Carlson, H. F. Windels y L. J. Johnston. 1993. CIDR: A new progesterone-releasing intravaginal device for induction of estrus and cycle control in sheep and goats. *Animal Reproduction Science* 33:127-141.
- Wildeus, S. 2000. Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. *J. Anim. Sci.* 77:1-14.
- Zavala, E. R., J. O. R. Ortiz, U. J. P. Ramón, P. M. Morales, A. S. Vásquez, G. J. R. Sanginés. 2008. Effect of genotype on puberty in hair sheep ewe lamb on tropical areas. *Zootecnia Tropical* 26:465-473.