



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**SINCRONIZACIÓN DE ESTRO CON DIFERENTES
PROTOCOLOS EN OVEJAS DE PELO**

TESIS

QUE PRESENTA

MARÍA ADELA CORTÉS RANGEL

PARA OBTENER EL TITULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ASESORES:

DOCTOR EN CIENCIA AGROPECUARIAS: JOSÉ HERRERA CAMACHO

**MAESTRO en CIENCIAS EN PRODUCCION ANIMAL TROPICAL: JUAN CARLOS
TINOCO MAGAÑA**

Morelia, Michoacán, México; Diciembre del 2013.



**UNIVERSIDAD MICHUACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECHNIA

**SINCRONIZACIÓN DE ESTRO CON DIFERENTES
PROTOCOLOS EN OVEJAS DE PELO**

TESIS

QUE PRESENTA

MARÍA ADELA CORTÉS RANGEL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Morelia, Michoacán, México; Diciembre del 2013.

DEDICATORIAS

Este trabajo representa una etapa muy enriquecedora en el camino que he transcurrido y en el que existen personas que plasmaron su huella.

A Dios

Por permitirme llegar y caminar este sendero en el que viví momentos que me han hecho crecer y darme la confianza de seguir adelante, por el milagro de hoy.

A mi mamá

María Nicanor Rangel Medina, mujer maravillosa que cada día me sorprende con su pensar, su actitud y ganas de darme lo mejor, agradezco por su tiempo, dedicación, consejos y regaños los cuales me han hecho una persona de bien, por su paciencia, su amor, su confianza por creer en mis sueños y estar siempre y en todo momento a mi lado apoyándome en cada una de mis decisiones. ERES MI TODO MAMÍ TE AMO.

A mi papá

José Guadalupe Cortés García, por forjar mis sentimientos y mis pensamientos a una mejor forma de vida, por abrir ese punto de inquietud por salir adelante, de ser cada día mejor y no estancarme en lo común, por creer en mí, por su confianza y por apoyarme durante mi lucha para lograr lo que siempre desee. TE QUIERO MUCHO.

A mi hermana

María Guadalupe Cortés Rangel, persona que amo, admiro, respeto: siempre con esa actitud de ser la mejor y dar todo de sí, agradezco profundamente porque eres como una madre para mí, por tu tiempo y dedicación por caminar a mi lado y no dejarme sola en ningún momento de mi vida, tus consejos y regaños son el reflejo de lo que soy ahora. TE AMO

A mis hermanos (as)

Quienes me apoyaron en todo momento, aun estando lejos de ustedes, por darme ánimo de seguir adelante, para continuar y no darme por vencido. LOS QUIERO A TODOS Y CADA UNO DE USTEDES.

Dr. José Herrera Camacho Por brindarme la confianza, su amistad, el apoyo incondicional, por creer en mí y hacer que confíe en mi misma. Es una persona maravillosa y un ejemplo a seguir. MC. Juan Carlos Tinoco Magaña Un excelente asesor que brinda respeto, confianza, amistad, paciencia y el conocimiento de llevarte a realizar el trabajo con seguridad.	SE LES QUIERE Y ESTIMA
---	-------------------------------

AGRADECIMIENTOS

A mis sobrinos

Son los tesoros más valiosos de mi vida: cada día me dan fuerza para luchar y darles el mejor ejemplo para su formación.

A mi tía

María Guadalupe Rangel Medina, quien nunca se ha alejado de mi camino y ha preocupado por de mi vida.

A mis asesores

Dr. José Herrera Camacho y MC. Juan Carlos Tinoco Magaña, por su apoyo, motivación y gran paciencia que me brindaron para culminar mis estudios profesionales y la elaboración de este trabajo, por su tiempo compartido, por impulsar el desarrollo personal con sus consejos y confianza sin dejar a un lado la amistad plena que me han brindado.

“No basta con adquirir el conocimiento, es preciso ponerlo en práctica y saberlo usar” palabras que dejan huella en mi vida.

A mis compañeros y amigos

Lupita Cortés Rangel, Emma Mozqueda Adame, Irais Magaña Arriaga, Jaime Ambriz Valdovinos, Mario Valencia Ochoa, Danielito Botello Hernández, Jonás Marín Acevedo, Carlos Eduardo Rocha Guzmán, Lulu Vilchis Flores, Sergio Jesús Reyes García, Raúl Yepes quienes me apoyaron durante mi trabajo de campo y manifestación de afecto, Ramiro Pérez Rentería, Ramiro Vásquez García, Julieta Silva Miranda, Andrea Velázquez López que siempre están al pendiente de mí y dispuestos a apoyarme al igual Narcizo Rios Sepúlveda y Adán Martínez Bernabé, Ana María Salto Vieyra que estuvo en momentos difíciles de mi vida brindándome su apoyo, Fernanda Natanael Alonzo Chávez siempre con la alegría en pie y transmitiendo sus locuras.

MC. Karlos Edmundo Orozco Duran

Quien me sustento cotidianamente durante el trabajo de campo, por su esfuerzo, dedicación, atención, exhortaciones a mejorar, y amabilidad.

MVZ. EPA. Ramiro Ángel Mendoza

Agradezco por facilitarme las ovejas para hacer posible este trabajo, quien me abrió las puertas del sector de ovinos - posta, con la mejor disposición de ayudar. Sin duda alguna es una persona que me ha brindado apoyo.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
2.1 Características reproductivas de las ovejas	3
2.2 Fisiología del ciclo estral	5
2.2.1 Proestro	6
2.2.2 Estro	7
2.2.3 Metaestro	8
2.2.4 Diestro	9
2.3 Fase folicular	10
2.4 Fase lútea	11
2.5 Estacionalidad reproductiva	12
2.6 Hormonas de la reproducción	13
2.6.1 Hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH)	13
2.6.2 Hormona Folículo Estimulante (FSH)	14
2.6.3 Hormona Luteinizante (LH)	14
2.6.4 Hormonas esteroideas	15
2.6.5 Estrógenos (E ₂)	15
2.6.6 Progesterona (P ₄)	15
2.6.7 Prostaglandinas (PGF2 α)	16
2.6.8 Inhibina - Activina	16
2.6.9 Inhibina	16
2.6.10 Activina	17
2.7 Métodos de sincronización de celo en ovejas	17
2.7.1 Prostaglandinas	18
2.7.1.1 Sintéticos	18
2.7.1.1.1 Una sola inyección de PGF2 α	18
2.7.1.1.2 Dos inyecciones de PGF2 α	19
2.7.1.2 Naturales	19
2.7.1.2.1 Efecto Macho	19

2.7.2 Progestágenos	21
2.7.2.1 Naturales	21
2.7.2.2 Sintéticos	21
2.7.2.2.1 Esponjas intravaginales	22
2.7.2.2.2 Liberación Controlada de Droga Intravaginal (CIDR)	23
2.7.2.2.3 Implantes subcutáneos de Norgestomet (Crestar®)	23
2.7.2.2.4 Sincronización con implantes de primer uso y reuso	25
2.8 Factores que afectan la reproducción en la oveja	27
2.9 Métodos de detección de celo	28
2.9.1 Natural	29
2.9.1.1 Machos enteros con delantales o mandil	29
2.9.2 Quirúrgicos	30
2.9.2.1 Vasectomía	30
2.9.2.2 Epididimectomía caudal	31
2.9.2.3 Desviación de la vaina del pene	31
III. OBJETIVO	32
IV. HIPÓTESIS	32
V. MATERIALES Y MÉTODOS	32
5.1 Ubicación del área de estudio	32
5.2 Procedimiento experimental	33
5.3 Detección de calores	34
5.4 Análisis estadístico	34
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
6.1 Tiempo de inicio de celo	35
6.2 Tasa de presentación de celo	36
6.3 Duración de celo	37
VII. CONCLUSIÓN	37
VIII. BIBLIOGRAFÍA	38

INDICE DE FIGURAS

	Página
Fig. 1. Dinámica folicular durante el ciclo estral de la oveja.	5
Fig. 2. Crecimiento folicular de la oveja.	6
Fig. 3. Detección de celo con macho entero y mandil.	29
Fig. 4. Vasectomía.	30
Fig. 5. Desviación de la vaina del pene.	31

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Tiempo de presentación, duración y tasa de celos en ovejas de pelo sometidas a diferentes tratamientos de sincronización.	35

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar tres protocolos de sincronización determinando el tiempo de presentación, el porcentaje y la duración de celo en ovejas de pelo. Se utilizaron 30 ovejas multíparas, cruce de Pelibuey por Katahdin. El total de ovejas se dividió en tres grupos: 1) IMPNUE n=9, Tratado con la mitad de un implante nuevo a base de Norgestomet + la inyección única IM combinada de 2.5mg (VE) y 1.5mg (NG); 2) IMPREU n=9 tratado con implantes completos (previamente usados en bovinos), a base de Norgestomet; 3) PROST n=12 Inyección única de 7.5mg de Dinoprost Trometamina IM. El tiempo de presentación de celo se mostró 16.0 ± 21.4^a , 42.0 ± 2.8^b , 45.0 ± 10.1^b ; la tasa de celo fue $44.4^{b0}\%$, $22.2^{a0}\%$, $91.7^c\%$; mientras que la duración de celo 39.0 ± 28.0^a , 34.0 ± 14.1^a , 30.0 ± 14.5^a . En conclusión, las prostaglandinas ofrecen una mayor eficiencia para la sincronización de celos en ovejas de pelo. Sin embargo los implante de reuso resultaron con mayor eficiencia en comparación con los implantes de primer uso.

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería ovina en Michoacán, se caracteriza por ser de tipo extensivo, con poca tecnificación, baja productividad y una alimentación basada en pastoreo diurno en grama nativa y en terrenos de cultivo después de la cosecha; por lo que se consideran sumamente tradicionales (Pérez 2004; Luna, 2010).

La producción de carne ovina es insuficiente (representa el 0.77% del total nacional) para cubrir la demanda anual de carne ovina, la cual se destina principalmente para el consumo en el centro del país, se estima que esta demanda se cubre con importación de ovinos en pie y en canal, aunado a esto, la mayoría de los sistemas de reproducción se encuentran en un 40 % de su capacidad reproductiva (Espinosa *et al.*, 2004). Por esta razón, es necesario aumentar la eficiencia reproductiva de los ovinos para mejorar la producción. Una actividad reproductiva utilizada es la sincronización de celos por medio del uso de progestágenos (esponjas intravaginales, implantes (Norgestomet) y CIDR) y prostaglandinas, tomando en cuenta en todos los casos una buena condición corporal de los animales (Espinola, 2010).

Investigaciones previas mencionan que la aplicación de dispositivos como el CIDR y la esponja intravaginal, además de ser de costo elevado (Cuevas *et al.*, 1993), también pueden generar cuadros de vaginitis (Gatti *et al.*, 2011; Fleisch *et al.*, 2012), afectando económica y reproductivamente al productor.

Por otro lado, la aplicación de implantes de Norgestomet que es de manera subcutánea en el pabellón de la oreja, ha mostrado una buena respuesta a la sincronización y evitando contaminar el tracto reproductor femenino. En México, este compuesto se usa comúnmente para la sincronización del estro en bovinos y una vez que el implante es retirado de las vacas suele desecharse. No obstante, estos implantes pudieran contener cantidades suficientes del progestágeno como para poder ser reutilizados en las ovejas para la sincronización de celo (Cuevas *et al.*, 1993), como lo sugieren algunos estudios realizados en borregas Pelibuey en el trópico, además de resultar en un menor costo (Cuevas *et al.*, 1993) y de

aplicación fácil y rápida (Baris *et al.*, 2012). Ante este panorama es importante validar la eficiencia en la sincronización del estro de protocolos a base de implantes reusados.

II. ANTECEDENTES

2.1 Características reproductivas de las ovejas

Las ovejas son hembras poliestricas estacionales de días cortos, es decir, el ciclo estral solo se llevará a cabo en determinadas épocas del año y de igual manera el celo solo será evidenciado durante esa temporada.

El ciclo estral varía entre 16 y 17 días en las ovejas, las hembras presentan algunas modificaciones en su comportamiento y esto es más evidente delante de machos. El celo puede durar entre 18 a 72 horas dependiendo de la edad y presencia de machos (Durán *et al.*, 2008).

La ovulación ocurre en las últimas horas del celo y se liberan uno o dos óvulos en ocasiones hasta tres. Las hembras llegan a la pubertad entre los 5 y los 10 meses pero se recomienda esperar hasta los 8 y 14 meses para reproducirlas. Y los machos llegan a la pubertad entre 3 y 6 meses, sin embargo, la edad propicia para la reproducción es entre los 8 y los 12 meses. La longevidad media está en torno a los 12-14 años.

Los ovinos se aparean durante el fotoperiodo corto, el lugar de eyaculación es la vagina y la fertilización ocurre entre 4 y 10 horas postcoito. La implantación del huevo en la placenta ocurre entre 25-30 días postcoito, siendo la duración de gestación de 145-150 días (Molina, 2010).

Las hembras adultas experimentan una serie repetida de cambios ováricos, especialmente en lo referente a la secreción de hormonas esteroides, que influyen en el aparato reproductor y en la conducta sexual del animal. La hembra responde a un patrón de actividad sexual cada 17 días cuando no concibe. En los animales más jóvenes este intervalo puede ser de 1-2 días menor. El ciclo estral comprende una fase lútea y una fase folicular que se repiten sucesivamente entre uno y otro (Durán *et al.*, 2008; Menchaca *et al.*, 2009).

La fase lútea y la fase folicular están determinadas por las concentraciones de progesterona y estradiol secretados por el cuerpo lúteo y el folículo ovulatorio, respectivamente. La fase lútea comienza luego de la ovulación donde las células de la teca y de la granulosa del folículo ovulatorio - ahora cuerpo hemorrágico - comienzan el proceso de luteinización. En la medida que tiene lugar la formación del cuerpo lúteo durante la fase lútea temprana, las concentraciones sanguíneas de progesterona comienzan a incrementarse. Esta primera etapa responde a un soporte hipofisario caracterizado por una elevada frecuencia en los pulsos de LH, incrementando el número y actividad de las células lúteales. El tamaño y la actividad del cuerpo lúteo continúan en aumento, dando lugar a un incremento en los niveles de progesterona hasta 10 o 12 días (Menchaca *et al.*, 2009).

El folículo ovulatorio emerge entre el día 11 a 14 del ciclo. Este folículo en ausencia de progesterona -luego de ocurrida la luteólisis - es responsable de la secreción de estrógenos que determinan el comportamiento estral. El aumento en la secreción de estrógenos produce una retroalimentación positiva a nivel central con un incremento en la pulsatilidad de LH. Esto determina que el folículo continúe su crecimiento, lo que incrementa aún más la liberación de estrógenos induciendo un pico de GnRH hipotalámico liberador del pico ovulatorio de LH. Luego de las 18-24 h del pico de LH ocurre la ovulación de el/los folículos que han alcanzado un diámetro entre 5 y 9 mm. Culmina así la fase folicular y comienza entonces un nuevo ciclo con una nueva fase lútea, ver figura (1) (Menchaca *et al.*, 2009).

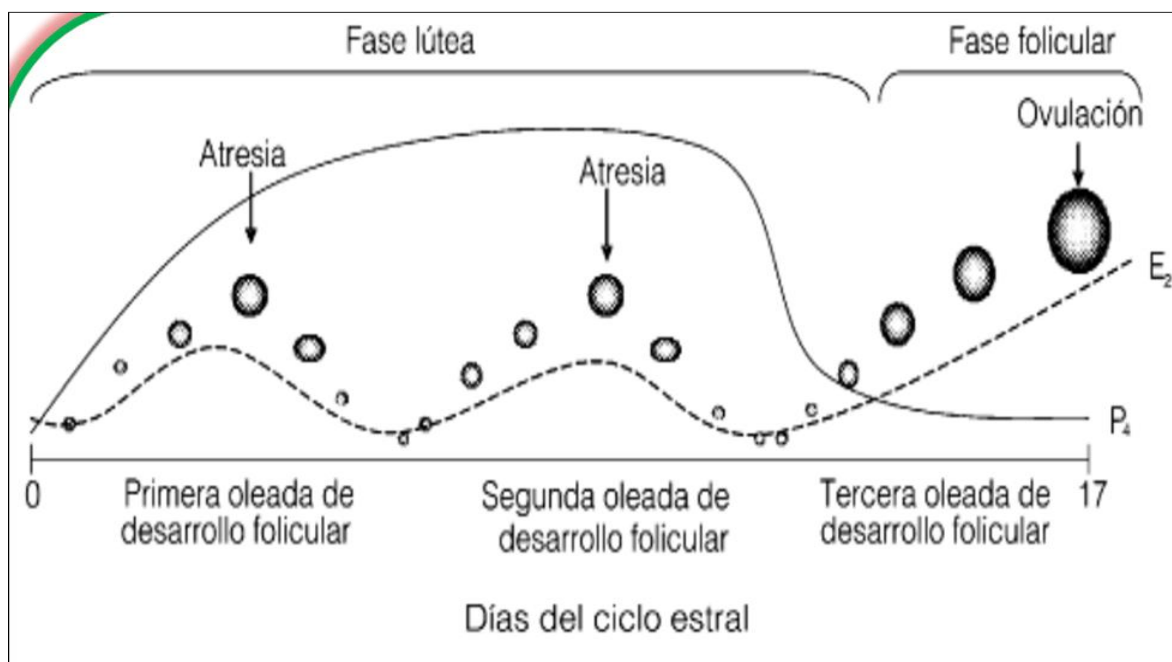


Fig. 1. Dinámica folicular durante el ciclo estral de la oveja.

En la fase lútea existen folículos en desarrollo, los cuales sufren atresia y secretan estradiol; sin embargo, la progesterona inhibe la secreción pulsátil de LH impidiendo la maduración folicular y la ovulación. Durante la fase folicular, la concentración de progesterona disminuye, el estradiol secretado por los folículos en desarrollo estimula la secreción pulsátil de LH favoreciendo la maduración folicular y la ovulación. Normalmente se observan 2 o 3 oleadas foliculares en las ovejas.

2.2 Fisiología del ciclo estral

Las hembras de los animales domésticos entran en celo a intervalos regulares bastante precisos, pero con diferencia entre las especies. El intervalo entre el comienzo de un periodo de celo hasta el comienzo del siguiente se llama ciclo estral. Se regula de manera directa por la acción de hormonas del ovario y de forma indirecta por otras secretadas por el lóbulo anterior de la hipófisis. El ciclo se divide en las fases llamadas proestro, estro, metaestro y diestro (Frandsen, 1995).

2.2.1 Proestro

El proestro empieza con la regresión del cuerpo lúteo y la caída de los niveles de progesterona y se prolonga hasta el inicio del estro. Aumenta la producción de estradiol e Inhibina. La duración del proestro está determinada por el grado de desarrollo en el que se encuentra el folículo. La principal característica que distingue al proestro es el rápido crecimiento folicular. Los efectos de los estrógenos se pueden observar en la parte final de este periodo y en el comportamiento de acercamiento al estro como lo muestra la fig. (2) (Bearden *et al.*, 1982).

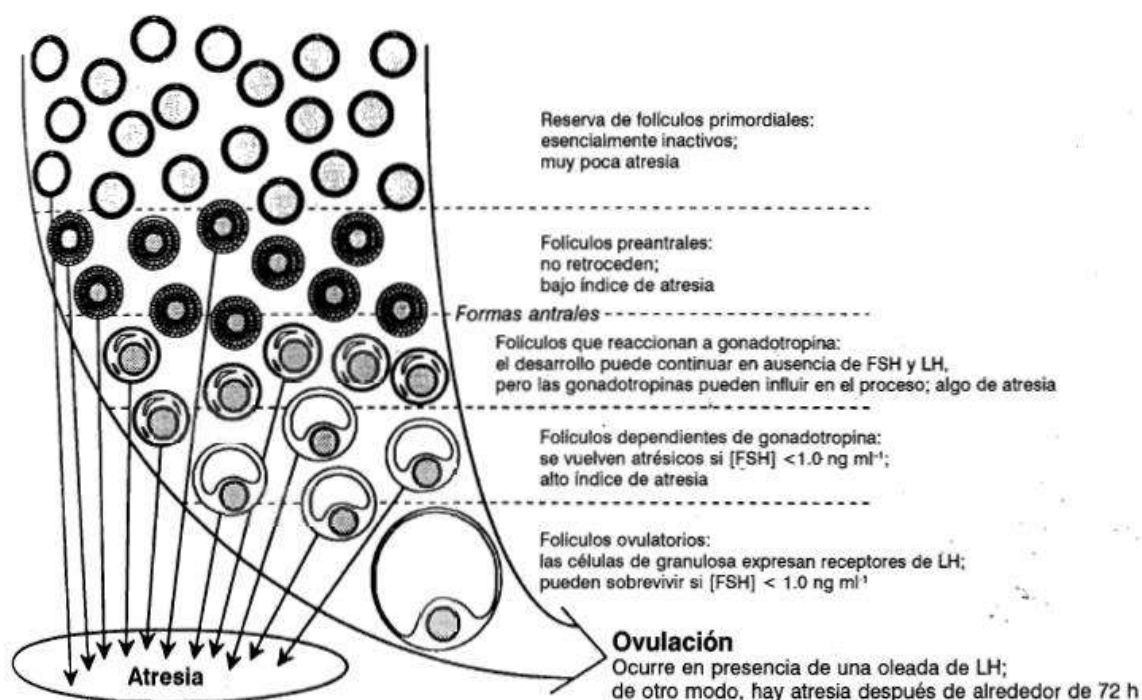


Fig. 2. Crecimiento folicular de la oveja.

La presencia de folículo ovulatorio induce atresia en todos los folículos dependientes de gonadotropinas debido a que el estradiol y la inhibina que secreta bloquean el abastecimiento de FSH e incrementan la amplitud de los pulsos de LH.

Bajo el estímulo de la FSH y de la LH de la adenohipófisis, el ovario produce cantidades crecientes de estrógenos que provocan aumentos de tamaño de útero, vagina, oviductos y folículos ováricos. Esta primera fase estral es de “preparación”, durante esta fase el folículo, con su óvulo, aumenta de tamaño principalmente por existir más líquido cargado de estrógenos en su interior.

Los estrógenos, absorbidos desde los folículos circulantes en la sangre estimulan la creciente vascularización y el crecimiento celular de los genitales, como preparación del estro y la gestación subsecuente (Frandsen, 1995).

2.2.2 Estro

Es la etapa de actividad sexual donde la hembra busca activamente al macho, acepta la monta y el apareamiento (Galina *et al.*, 2008). El estro ocurre entre la mitad y el final de la fase folicular del ciclo. Los estrógenos secretados por los grandes folículos son los responsables de los cambios anatómicos y de comportamiento relacionados con el estro (Durán *et al.*, 2008). El estro, como periodo de receptividad sexual, es regulado por la concentración elevada de estrógeno, que también estimula la liberación de LH. El estro es concomitante con la fase folicular del ciclo estral cuando la FSH disminuye, debido a retroalimentación negativa de estrógenos e inhibina.

La disminución de FSH evita la activación de más folículos. Durante el estro, o poco después, hay ovulación como respuesta a concentraciones graduales de LH estimulada por GnRH. Precisamente antes de la ovulación, el folículo está grande y turgente, y el óvulo enclaustrado se ve sometido a cambios de maduración, ver fig. (2). La ovulación por lo general ocurre 12 a 24 horas después que el folículo empieza a ablandarse. En las ovejas, la ovulación ocurre al final del estro. En este momento la FSH se duplica y la LH aumenta, y el ovulo es expulsado del folículo para hacerlo pasar por la parte craneal del conducto uterino (Frandsen, 1995).

Una hembra en estro persigue al macho y mantiene su atención sobre él. Por lo tanto, a menudo se puede ver un macho con un “harén” de hembra en estro

rodeándole y compitiendo por su atención. De esta forma el macho puede elegir las hembras a montar, con las que algunas que estén en estro pueden no ser montadas o marcadas por el macho. Las hembras jóvenes que no presenten un estro agresivo pueden pasar inadvertidas en rebaños donde existan hembras adultas (Durán *et al.*, 2008).

Durante el estro existe un incremento del flujo sanguíneo y de la actividad secretora en las glándulas del útero, cérvix y vagina. La vulva y la vagina se encuentran congestionadas. Aparece abundante secreción de moco, que se almacena en la vagina y, ocasionalmente, fluye desde la vulva. El tipo y consistencia del moco cambia a lo largo del período estral, y esto puede ser utilizado para determinar el estado del estro. Al comienzo del estro el moco es claro, después de 12-18 horas es entre claro y opaco y excesivo y a las 25-30 horas se hace más espeso y de consistencia cremosa (Durán *et al.*, 2008).

2.2.3 Metaestro

Esta etapa principia cuando ha terminado la receptibilidad sexual y concluye en el momento en que hay un CL funcional. Corresponde al periodo de transición entre la predominancia estrogénica y el incremento en las concentraciones de progesterona. El estradiol y la Inhibina disminuyen súbitamente, permitiendo el incremento en las concentraciones de FSH causando el reclutamiento de la primera oleada folicular. Durante esta fase, el ovario contiene al CL que se desarrolla, llamado cuerpo hemorrágico, principalmente bajo influencias de la LH. La LH promueve la formación de receptores para hormona del crecimiento (Galina *et al.*, 2008).

Para la formación del CL, las células de la granulosa y de la teca del folículo que ovuló inician inmediatamente su luteinización y diferenciación en células esteroideogénicas lúteas grandes y chicas, respectivamente. Se considera que las células lúteas grandes liberan oxitocina y progesterona en forma continua y que su secreción de progesterona en respuesta a LH es baja mientras que, las células lúteas chicas no secretan oxitocina, producen poca progesterona basal, pero son

responsables de la secreción de progesterona mediada por LH (Galina *et al.*, 2008).

Para el desarrollo del CL es esencial la información de una red vascular, ya que es la estructura que proporcionalmente recibe el mayor flujo sanguíneo del organismo. Los mediadores angiogénicos más importantes son el factor de crecimiento de fibroblastos (FGF), que estimula la proliferación de las células endoteliales por acción de LH, especialmente en la etapa inicial del desarrollo lúteo, y el factor de crecimiento endoteliovascular (VEGF), que promueve la invasión de las células endoteliales a la capa de células de la granulosa y la organización y mantenimiento de la microvasculatura del CL (Galina *et al.*, 2008).

Si ocurre la preñez son necesarias las secreciones de un cuerpo lúteo funcional para la implantación apropiada en el útero del óvulo fecundado, para la nutrición del embrión en desarrollo y para la evolución de los alvéolos de la glándula mamaria. Si el óvulo no es fertilizado ni ocurre la preñez, el cuerpo lúteo involuciona. En la oveja la involución del CL va seguida de nuevas cantidades de folículos ováricos, que inician un nuevo proestro (Frandsen, 1995).

2.2.4 Diestro

Se considera la etapa más larga del ciclo estral y se caracteriza por la funcionalidad del CL hasta su destrucción. En esta fase la progesterona alcanza sus máximas concentraciones y ejerce un efecto negativo en la liberación de la LH debido a que inhibe la formación de receptores hipofisarios a GnRH, así como a la secreción de esta última (Galina *et al.*, 2008).

En este periodo, aun cuando el animal no quede preñado, el cuerpo amarillo se transforma en un órgano funcional que elabora grandes cantidades de progesterona (y algún estrógeno), que ingresan a la circulación general y afectan el desarrollo de las glándulas mamarias y el crecimiento del útero.

El miometrio se hipertrofia por influencia de la progesterona y las glándulas uterinas secretan un material viscoso espeso que servirá de nutrición al embrión.

En caso de llegar un embrión al útero, el cuerpo lúteo persistirá durante toda la preñez, desapareciendo completamente, después del parto, permitiendo la reiniciación de los ciclos (Ortega, 2005).

De no ocurrir gestación, el cuerpo lúteo decrece en tamaño, se vuelve pálido y su secreción comienza a decaer pasando a ser cuerpo albicans. Con el decaimiento del nivel de progesterona sanguínea al final de la fase lútea, se inicia el crecimiento de nuevos folículos (Cueto *et al.*, 2000).

2.3 Fase folicular

El crecimiento folicular se encuentra bajo el control de las dos gonadotropinas liberadas en la hipófisis, llamadas hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH). La FSH estimula el crecimiento temprano de los folículos y la LH es necesaria para completar las últimas fases del crecimiento. Además de provocar el crecimiento folicular, las gonadotropinas hacen que el folículo secrete hormonas sexuales femeninas, estrógenos, que se liberan al torrente circulatorio.

Los folículos de Graff producen cantidades, relativamente grandes de estrógenos, al principio, el nivel relativamente bajo de estrógenos en la sangre retrofuncional en la hipófisis teniendo un efecto inhibitorio sobre la secreción de gonadotropinas. Esto colabora para evitar un estímulo excesivo a los ovarios. Sin embargo, cuando el nivel de estrógenos es lo suficientemente alto se dispara la oleada de LH que produce cambios en la pared del folículo que conducen a la ruptura y liberación del folículo. La oleada de LH también es la responsable de la maduración meiótica del ovocito es decir la conversión de un ovocito primario en ovocito secundario.

Los estrógenos circulantes en el torrente sanguíneo durante la fase folicular son los responsables de la inducción del comportamiento estral en las hembras. El nivel de estrógenos en la sangre se eleva y alcanza el máximo justamente antes de la aparición del estro. La oleada preovulatoria de LH ocurre al principio del estro.

Además de los estrógenos, el folículo que madura produce también la hormona inhibina, que selectivamente inhibe la secreción de FSH por parte de la hipófisis. Al limitar la secreción de FSH, la inhibina evita el crecimiento folicular adicional cuando existen folículos de Graff con lo que se limita el ritmo de la ovulación (Durán *et al.*, 2008).

2.4 Fase lútea

Después de la ovulación, el folículo de Graff roto se llena por un coágulo de sangre constituyendo lo que se conoce con el nombre de cuerpo hemorrágico. Por la influencia de la oleada de LH, las células de la granulosa, en la pared del folículo roto, proliferan y se transforman en células luteínicas que subsiguientemente llenan el antro del folículo. A los 4-5 días el cuerpo hemorrágico se transforma en cuerpo amarillo sólido, llamado también CL, este proceso se conoce con el nombre de luteinización (Durán *et al.*, 2008).

El cuerpo lúteo secreta progesterona, hormona sexual femenina que prepara al útero para que acepte a un óvulo fertilizado o embrión. El nivel de progesterona en el torrente sanguíneo alcanza un máximo después de unos 6 días y permanece alto durante la gestación, si la hembra no es capaz de concebir, transcurridos unos 11-12 días, el CL disminuye de tamaño, empalidece y comienza a descender la secreción de progesterona (Durán *et al.*, 2008).

Como los altos niveles de progesterona tienen una influencia inhibitoria sobre la secreción de gonadotropinas hipofisiarias, el crecimiento folicular se encuentra limitado. Al eliminarse esa inhibición al final de la fase lútea aparece una nueva onda de crecimiento folicular y el proceso de un nuevo ciclo (Durán *et al.*, 2008).

La inhibición del cuerpo lúteo se debe a la presencia de la PGF2_α que se produce en el útero, casi al final de la fase lútea. Si el animal queda gestante se suprime la producción de PGF2_α permaneciendo activo el CL (Durán *et al.*, 2008).

2.5 Estacionalidad reproductiva

El carácter estacional de la actividad reproductiva de la oveja en latitudes templadas se conoce desde hace mucho tiempo. En general, la actividad sexual cíclica de esta especie aparece a finales del verano o al inicio del otoño y finaliza durante el invierno o al inicio de primavera (Galina *et al.*, 2008).

En México se ha observado que la actividad reproductiva de la oveja Pelibuey puede disminuir en ciertas épocas del año. Inicialmente algunos autores sugirieron que la reducción estacional en la actividad reproductiva de la oveja pudo deberse a la variación estacional en la cantidad y calidad de los pastos (Carbajal, 2008; Galina *et al.*, 2008).

La melatonina, una hormona pineal, modula la respuesta a los cambios en el fotoperiodo en ovejas (Hafez *et al.*, 2002). Hormona natural presente en el organismo de todos los mamíferos que se libera en el torrente sanguíneo durante las horas de oscuridad se produce en la glándula pineal, un órgano cónico del tamaño de un guisante situado cerca de la zona central del cerebro. La liberación de melatonina en la sangre por parte de la glándula pineal está regulada por el hipotálamo, la parte del cerebro que gobierna el medio interno del organismo para mantener la temperatura y los equilibrios hormonales.

El hipotálamo recibe indicaciones sobre la cantidad de luz solar absorbida por el ojo; la oscuridad hace que el hipotálamo estimule la liberación de melatonina, durante la noche en unos cuantos minutos se elevan hasta alcanzar concentraciones entre 100-500 pg/ml. Además, es rápidamente metabolizada en 6-hidroxi-melatonina por el hígado, siendo excretada vía orina en forma sulfatada; por lo que, sus niveles vuelven a bajar en la mañana (Carbajal, 2008).

El papel de la melatonina sobre la reproducción estacional del ovino es bien conocido, de manera que su actividad principal parece ejercerse a nivel hipotalámico, modificando la frecuencia de liberación de GnRH, con lo que paralelamente implica a la liberación de LH hipofisiaria y por lo tanto a la actividad

gonadal. No obstante, su mecanismo concreto de acción a nivel del sistema nervioso central no está totalmente determinado, pues la mayor actividad de microimplantes de melatonina colocados en diferentes lugares hipotalámicos parece tener lugar en el hipotálamo medio-basal, una zona de baja densidad de receptores y donde se ubican únicamente el 15 % de las neuronas GnRH (Forcada *et al.*, 2005).

Estas y otras evidencias parecen sugerir que la acción de la melatonina sobre las neuronas GnRH es indirecta, de manera que se ponen en juego otras neuronas y neuromediadores. Así, estudios recientes parecen indicar que un componente importante del efecto estimulador de la melatonina en la liberación de GnRH (y por lo tanto de LH) parece ser la reducción de la síntesis de dopamina en la eminencia media (Forcada *et al.*, 2005).

2.6 Hormonas de la reproducción

2.6.1 Hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH)

La hormona liberadora de gonadotropina es producida en el hipotálamo, ubicado en la base del cerebro. Esta encargada de envía una señal a la glándula pituitaria para que libere las gonadotropinas FSH y LH, y estas tienen función a nivel gonadal en donde la FSH se encarga del crecimiento y desarrollo de los folículos y la LH para la maduración y ovulación del mismo. Durante el ciclo estral la GnRH es secretada en forma pulsátil, su frecuencia y amplitud de los pulsos varía con la etapa del ciclo. Estos cambios en el patrón de secreción de GnRH ocasionan un patrón apropiado de secreción de gonadotropinas, que es requerido para regular los cambios en la actividad cíclica del ovario. Los cambios en la secreción hormonal del ovario regulan la secreción de gonadotropinas mediante un mecanismo de retroacción positivo o negativo, según sea el caso. La función fisiológica de la GnRH a nivel ovario es regular el funcionamiento folicular de tipo paracrino (Molina, 2010).

2.6.2 Hormona Folículo Estimulante (FSH)

Estimula el crecimiento y maduración del folículo ovárico, de forma conjunta con la hormona luteinizante, estimulando la producción de estrógenos en el ovario. Se han establecido algunas características del patrón de secreción de la FSH, observándose que una elevación coincide con el pico preovulatorio de LH y una segunda elevación 24 a 28 horas después, cuando las concentraciones de LH han disminuido; por último, la cantidad de FSH disminuye hacia un nadir a la mitad de la fase lútea, permaneciendo en ese nivel hasta la onda preovulatoria del siguiente ciclo (Molina, 2010).

2.6.3 Hormona Luteinizante (LH)

La LH al igual que la FSH es producida en los gonadotropos de la adenohipófisis, es una glucoproteína compuesta de una subunidad alfa y una beta y una actividad biológica media de 30 min (Hafez *et al.*, 2002). La LH es secretada de forma periódica, su concentración plasmática se eleva durante un corto periodo (pulso) para después descender progresivamente hasta el nivel basal donde permanece hasta el pico siguiente. La frecuencia de los pulsos varía según la estimulación de las células hipofisiarias por la GnRH, cada pulso de LH corresponde a un pulso de GnRH. Durante la fase preovulatoria, el aumento de la concentración de estrógenos secretados por los folículos ejerce un control positivo sobre el eje hipotálamo-hipofisiario. Esta estimulación aumenta la frecuencia de los pulsos de LH provocando de esta manera un incremento importante de su concentración plasmática llamado pico preovulatorio. Los niveles basales de LH actúan conjuntamente con FSH y participan en la maduración final del folículo dominante para inducir la secreción de estrógenos. La oleada preovulatoria de LH causa la ruptura de la pared folicular y la ovulación. Después de la ovulación la LH estimula el desarrollo del cuerpo lúteo y la síntesis de progesterona (Hafez *et al.*, 2002).

2.6.4 Hormonas esteroides

Son moléculas derivadas del colesterol. Las células esteroidogénicas pueden sintetizar ellas mismas el colesterol, obtenerlo de reservas intracelulares, o de la circulación asociado a lipoproteínas. Dentro de estas hormonas están presentes los progestágenos y los estrógenos, los progestágenos favorecen el desarrollo de la gestación y los segundos son responsables, entre otras cosas, de los signos de estro o receptividad sexual en las hembras (Galina *et al.*, 2008).

2.6.5 Estrógenos (E_2)

En la hembra los estrógenos son producidos en las células de la granulosa del folículo del ovario, la mayoría de los efectos de esta hormona están encaminados a lograr la concepción. Así, los estrógenos tienen efectos físicos y conductuales orientados a atraer al macho, tales como, el enrojecimiento de la vulva durante el estro, la producción de ferohormonas, la búsqueda activa del macho, la conducta de receptividad sexual (Galina *et al.*, 2008).

Por otra parte los estrógenos preparan a los órganos genitales femeninos para la cópula y el transporte exitoso de los espermatozoides hacia el oviducto. Así, los estrógenos inducen un engrosamiento del epitelio vaginal, un aumento de las defensas a nivel genital, la producción de moco cervical, la apertura del cérvix y el incremento de las concentraciones uterinas. al mismo tiempo los estrógenos estimulan la foliculogénesis y son esenciales para desencadenar el pico preovulatorio de LH, permitiendo de esta forma que el ovulo esté presente en el oviducto cuando llegan los espermatozoides (Galina *et al.*, 2008).

2.6.6 Progesterona (P_4)

La progesterona es secretada por las células luteínicas del cuerpo amarillo, por la placenta y por las glándulas suprarrenales; es transformada en la sangre en la forma de estrógenos por una globulina de unión, y su secreción es estimulada principalmente por hormona luteínica (Hafez, 1996).

La progesterona prepara al endometrio para la implantación del embrión y el mantenimiento de la preñez, al incrementar el número de glándulas secretorias endometriales e inhibir la mortalidad del miometrio; actúa de manera sinérgica con los estrógenos para inducir el estro conductual; provoca el desarrollo del tejido secretorio (alveolos) de las glándulas mamarias. Las altas concentraciones de progesterona inhiben el estro y la oleada ovulatoria de LH; de este modo es importante en la regulación del ciclo estral (Hafez, 1996).

2.6.7 Prostaglandinas (PGF2 α)

Son sustancias derivadas del ácido araquidónico. Las principales fuentes de este ácido graso para las células son los fosfolípidos de la membrana celular, que pueden ser liberados mediante la acción de una enzima fosfolipasa. El ácido araquidónico es entonces transformado en prostaglandinas mediante la acción de la enzima ciclooxigenasa, para posteriormente ser transformada a diversas prostaglandinas producido por cada célula dependerá del complemento de enzimas presentes. En la reproducción la más importante es la prostaglandina F2 alfa, responsable de la destrucción del CL, así como la provocación de contracciones uterinas, por lo que es importante para el parto, el transporte de los espermatozoides y la involución uterina después del parto (Galina *et al.*, 2008).

2.6.8 Inhibina - Activina

Son reguladores parácrinos ya que modulan la señal endócrina de LH. Se aislaron de líquidos gonadales debido a sus efectos en la producción de FSH (Hafez *et al.*, 2002).

2.6.9 Inhibina

Las gónadas son la fuente principal de inhibinas y proteínas que contribuyen a la regulación endocrina del sistema reproductor. En el macho son producidas por las células de Sertoli y por las células de la granulosa en la hembra. Es una proteína que consta de dos subunidades con puentes disulfuro llamadas alfa y beta.

Desempeñan un papel importante en la regulación hormonal de la foliculogénesis durante el ciclo estral. Las inhibinas actúan como señales químicas a la hipófisis respecto al número de folículos que crecen en el ovario. Reducen la secreción de FSH sin alterar la liberación de LH, pueden ser 12 responsables de la liberación diferencial del LH y FSH hipofisiaria (Hafez *et al.*, 2002).

2.6.10 Activina

Son proteínas encontradas en el líquido folicular que estimula la liberación de FSH, son hormonas heterodiméricas compuestas de una subunidad α y una o dos subunidades beta. Son potentes dímeros liberadores de FSH (dímeros de las subunidades de inhibina beta) (Hafez *et al.*, 2002).

2.7 Métodos de sincronización del ciclo estral en ovejas

Sincronización proviene del griego (sýn), que significa "unido" y (chrónos), que significa "tiempo". Por tanto la sincronización del estro es la manipulación del ciclo estral con el propósito de que las hembras elegidas en un rebaño expresen estro aproximadamente al mismo tiempo. Y los factores que se toman en cuenta para elegir un protocolo de sincronización es; tiempo, trabajo, facilidad y costos así como el entendimiento de la función del mismo, el cual si se posee, se vuelve una garantía para su correcta realización (Mexicano, 2009).

Las ventajas de la sincronización es la concentración de animales en estro en un corto periodo, agrupación y reducción del periodo de pariciones, facilita el manejo de las hembras disponibles de acuerdo al estado fisiológico, así como el registro, la compra, el manejo y la comercialización de los corderos (Becaluba, 2006).

Existen varios métodos para sincronizar el estro, y puede clasificarse en dos categorías principales los fármacos y los naturales. Los métodos farmacológicos son efectivos en sincronizar el estro, en todas las hembras tratadas de un rebaño, prefijándose así el tiempo de la inseminación, aunque tiene el inconveniente del costo de la compra y administración del fármaco a aplicar. El método natural es el

más barato, pero no agrupa, tan estrechamente a las hembras en estro y sólo se puede utilizar en ciertas regiones y en determinadas épocas del año (Durán *et al.*, 2008).

La sincronización del ciclo estral es ampliamente utilizada en el mundo, se logra con la manipulación de la fase lútea o folicular del ciclo estral. El primero se puede alcanzar con agentes luteolíticos, los cuales a cortan la vida del cuerpo lúteo, y la extensión con progestágenos cuya misión es alargar la vida del mismo. Además, ha sido utilizada para realizar el servicio (monta natural o inseminación artificial) de los animales en un tiempo determinado y la programación de los partos; con el uso de los fármacos es posible inducir el celo fuera de la época reproductiva con el objeto de aumentar la frecuencia de las pariciones (Carbajal, 2008; Galina *et al.*, 2008).

2.7.1 Prostaglandina

De acuerdo con Prieto *et al.*, (2011), la prostaglandina es producida en el útero de manera natural, actúa sobre el cuerpo lúteo que es la estructura ovárica que libera progesterona al torrente sanguíneo, evitando la manifestación de celo. La PGF2 α , tiene la función de producir la destrucción o lisis del cuerpo lúteo junto con la caída de los niveles en sangre de la progesterona. De este modo se genera un aumento de los niveles de estrógenos que son los causantes de los signos de celo y la posterior ovulación (Abecia *et al.*, 2012).

2.7.1.1 Sintéticos

2.7.1.1.1 Una inyección de PGF2 α

Las prostaglandinas inducen la regresión lútea entre los 5 y 14 días del ciclo estral en ovejas, con manifestaciones de celo entre los 48 y 84 horas de aplicada la inyección (Galina *et al.*, 2008). Cuando las ovejas se encuentran en la mitad o final de la fase lútea, del ciclo estral, el cuerpo lúteo se puede destruir administrando PGF2 α . El efecto inhibitor de la progesterona, producida por el cuerpo lúteo, sobre la hipófisis queda anulado, con lo que la hipófisis aumenta la liberación de

gonadotropinas. Esta aumenta el crecimiento folicular y el estro se manifiesta a los 2 o 3 días (Durán *et al.*, 2008). Pero las ovejas que se encuentran entre el día 15 y 17 del ciclo, experimentarán luteólisis en forma natural y entrarán en celo dentro del mismo intervalo como si no se hubiese aplicado el fármaco. La administración de una sola aplicación, alcanza una concentración de celos del 65-75 % (Carbajal, 2008).

2.7.1.1.2 Dos inyecciones de PGF2 α

Se realizó un ensayo con este método usando 400 hembras Merino seleccionadas, todas las ovejas recibieron dos dosis de prostaglandina con 14 días de intervalo. La dosis utilizada fue de 250 mg de cloprostenol, aplicada por vía intramuscular. La doble dosis de prostaglandina logra que, al momento de la segunda aplicación, todas las ovejas tengan un cuerpo lúteo funcional y por ello las manifestaciones de celo sean más concentradas en tiempo. Se obtuvo una detección de 380 vientres en celo que corresponde a un 95%, en cuatro días de detección. Para ello se utilizaron retajos pintados con una mezcla de ferrite, glicerina y grasa bovina, los cuales eran pintados todos los días. Además una de las ventajas que presenta este producto es lo sencillo y rápido de aplicar, y lo económico que son en relación a las esponjas que suelen llevar más tiempo y trabajo (Prieto *et al.*, 2011). Así como requerir de un cuerpo lúteo para poder actuar (Wildeus, 2000).

2.7.1.2 Naturales

2.7.1.2.1 Efecto macho

El efecto macho es el método natural de sincronizar el estro. En términos simplistas el método consiste en introducir machos a grupos de hembras que estaban aislados de aquellos durante algunas semanas antes. Este método de sincronización sólo ha demostrado ser efectivo en ciertas épocas del año, normalmente antes del comienzo de la estación reproductora, cuando la mayoría

de las hembras no son cíclicas. No es efectivo cuando las hembras están en anestro profundo. El estro inducido de esta manera está sincronizado tan estrechamente como para que la inseminación programada tenga éxito; además de ser un método que precisa la utilización de recelas (machos estériles) para detectar el estro. Sin embargo, el método se ha popularizado por su simplicidad y bajo costo.

Si se va a utilizar el efecto macho, su uso se recomienda sólo en el período inmediatamente antes de que aparezca la estación reproductora natural, aunque se han descrito algunos éxitos en ovejas Merinas, en la mitad del anestro. Para practicarlo, las hembras se deben aislar de los machos, que no puedan sentirlos, ni olerlos, ni verlos, durante al menos 4 semanas; luego se introducen recelas, al menos 4 % provistos de arneses y marcadores.

La mayoría de las ovejas mostraran estros fértiles dentro de los 24 días. En realidad, la mayoría de las ovejas ovulas a los 6 días de la introducción del macho, pero la primera ovulación es silenciosa, seguida de un período estral fértil. En las ovejas, la primera ovulación suele estar seguida por uno o dos ciclos cortos de 6 a 7 días de duración, por lo que entre los diferentes grupos de hembras pueden existir varios máximos de actividad estral. Los ciclos cortos suelen ser mucho muy carentes de fertilidad más que en los ciclos normales.

Se ha demostrado que el tratamiento de ovejas con progesterona antes, o en el momento, de introducir al carnero puede mejorar notablemente la efectividad de este método por cuanto estimula el comportamiento estral en la primera ovulación e induce la formación de un cuerpo lúteo, totalmente funcional, de duración normal (por lo tanto se eliminan los ciclos cortos).

La progesterona puede administrarse mediante implantes intravaginales o subcutáneos (retirarlos en el momento de introducir el semental) o, más simplemente, aplicación de una única dosis intramuscular de 20 mg de progesterona en el momento de introducir los carneros. Utilizando este sistema la mayoría de las ovejas se pueden inseminar a los 6 días de introducir al macho, o

al segundo estro 16 o 17 días después (en otras palabras, la mayoría de las ovejas estarán en su segundo estro, con un período de 4 a 5 días, que comienza entre los 18 y 19 días después de la inyección de progesterona e introducción de los machos).

Se debe advertir que el efecto macho varía en efectividad por varios factores, entre los que se incluyen localización del lugar, época del año en que se practique con relación a la estación reproductora, raza, estado nutricional y edad de los animales (Durán *et al.*, 2008).

2.7.2 Progestágenos

2.7.2.1 Naturales

La acción de la progesterona natural es producida en el cuerpo lúteo por las células de la granulosa después de la ovulación, que es responsable de controlar la secreción de LH de la hipófisis. Así, la vida del cuerpo lúteo controla las concentraciones de progesterona permite la regulación de estro y la ovulación (Fleisch *et al.*, 2012).

Por otra parte, inhibe las contracciones uterinas y estimula a las glándulas endometriales a secretar leche uterina, sustancia que permite la nutrición del embrión antes de implantarse; también es necesaria para la manutención de la gestación. La circulación de altos niveles de progesterona durante la gestación se utiliza como prueba precoz de diagnóstico de gestación (Galina *et al.*, 2008).

2.7.2.2 Sintéticos

Desde hace algunas décadas, en el mercado podemos encontrar progestágenos sintéticos para sincronizar ciclos estrales de los rumiantes, los cuales actúan inhibiendo la actividad del eje hipotálamo – hipófisis – gónadas.

2.7.2.2.1 Esponjas intravaginales

Las esponjas intravaginales es uno de los fármacos utilizados para sincronizar celos, penetradas a base de acetato de fluorogestona (FGA) o acetato de medroxiprogesterona (MAP) (Prieto *et al.*, 2011).

Las esponjas son insertadas generalmente por periodos de 14 días o bien en protocolos actualmente desarrollados con una duración de sólo 7 días. Las esponjas pueden ser utilizadas conjuntamente con eCG se coloca al momento del retiro de las esponjas y actúa promoviendo el crecimiento folicular y ovulación de los folículos (Prieto *et al.*, 2011).

La ventaja de usar esponjas intravaginales es que se logra buena concentración de celos y no necesitan de un cuerpo lúteo presente en comparación a las prostaglandinas y algunas de sus limitantes son los altos costos que presentan, las infecciones uterinas que causa, la extracción de las mismas y el tiempo que se lleva en aplicarlas es un tanto tardado en comparación con las prostaglandinas o los implantes (Wildeus, 2000; Prieto *et al.*, 2011).

Acetato de fluorogestona (FGA)

Se administra protocolos a largo plazo con esponjas o dispositivos intravaginales, cuando se disponen a ovejas anéstricas durante 12 a 14 días, al suspender el tratamiento, el estro aparece a los 2 o 3 días después debido al aumento en la liberación de gonadotropinas hipofisiarias, lo cual estimula el crecimiento folicular y la ovulación (Calderón, 2006; Abecia *et al.*, 2011).

Acetato de melangestrol (MGA)

Este producto es un progestágeno oral activo, sintético desarrollado y usado para la supresión del estro, pero también se ha utilizado para la inducción de un estro fértil en ovejas estacionales. El uso de este producto requiere la alimentación de un suplemento que contiene MGA (Calderón, 2006).

Un tratamiento de largo plazo con MGA por 14 días proporciona buen resultado en la sincronización del estro; sin embargo, tiene efectos negativos sobre la fertilidad.

Por tal motivo se han evaluado tratamientos cortos de 9 días, los cuales requieren de la aplicación de estradiol al inicio del tratamiento, que tiene como objetivo impedir el desarrollo normal del cuerpo lúteo o provocar la regresión lútea (Méndez, 2000).

2.7.2.2.2 Liberación Controlada de Droga Intravaginal (CIDR)

El dispositivo es un implante intravaginal construido a base de nylon, cubierto con silicón impregnados de progesterona natural. La progesterona se libera por difusión desde una capsula de silicón sobre una espina de nylon, la cual está adaptada para retener el dispositivo dentro de la vagina (Fleisch *et al.*, 2012; Pérez, 2010; Wildeus, 2000).

Unas de las ventajas que presenta el CIDR en comparación con las esponjas intravaginales es el tiempo en que se presenta el celo después de retirado el dispositivo, es más fácil y rápida su aplicación, se observan menos adherencias vaginales, hemorragias y secreciones pútridas y a la vez limitantes en comparación con los implantes a base de Norgestomet (Fleisch *et al.*, 2012).

En un grupo de vacas tratadas con CIDR® y Crestar®, se obtuvo un 75% de celos visibles en las asistidas con CIDR® y una preñes del 62.5%, mientras que con el Crestar® se observó tan solo un 40% de celos visibles, pero una preñes del 100%, sin embargo este último presentó un costo menor que el primero (UTN, 2003). Lo que nos lleva a pensar que el Crestar® nos presenta en su mayoría celos silenciosos pero excelentes resultados en gestaciones.

2.7.2.2.3 Implantes subcutáneos de Norgestomet (Crestar®)

Es un implante de silastic (silicona y plástico) que contiene 3mg de Norgestomet que se aplica de forma subcutánea en el dorso de la oreja del animal, 2 ml de una solución inyectable que contiene 3mg de Norgestomet y 5 mg de Valerato de estradiol para aplicación intramuscular (Fleisch *et al.*, 2012).

Norgestomet se utiliza fácilmente en ovejas para la sincronización del estro (Baris

et al., 2012). Los períodos de la implantación se extienden generalmente a partir del día 9 a 14 días y se combinan a menudo con concentraciones de eCG o de PGF_{2α}, dos días antes del retiro del implante o al momento del retiro (Fleisch *et al.*, 2012).

La posibilidad de la reutilización constituye una alternativa interesante en la reducción de costos de los protocolos que utilizan implantes de Norgestomet, y en consecuencia, los hace más accesibles para los productores. Sin embargo la aplicación de estrógenos es una parte necesaria del tratamiento con Norgestomet, para alcanzar el mayor número de animales expresando comportamiento estral, pero puede no ser necesaria para alcanzar las tasas de concepción máximas si ésta no mejora las tasas de ovulación (Uribe *et al.*, 2013).

En un trabajo realizado con (n=60) vacas recibieron un implante de Norgestomet reutilizado, y luego fueron distribuidas en uno de los siguientes tratamientos: T1) vacas que recibieron una inyección IM de 2.0 mg de BE y otra de 25.0 mg P4, en el día 0 y la aplicación IM de 150 µg de PG el día del retiro del implante, día 9 (n=15); T2) vacas que recibieron una inyección IM de 5.0 mg de VE y 3.0 mg de NG en el día 0 (n=15); T3) vacas que recibieron el mismo tratamiento 1, asociado con la aplicación IM de 400 UI eCG; el día del retiro del implante, día 9. (n=15); T4) vacas que recibieron el mismo tratamiento 2, asociado con la aplicación IM de 400 UI de eCG el día del retiro del implante, día 9 (n=15). Los resultados nos muestran que la manifestación de celo fue a las 48 horas y similar entre protocolos ($p>0.05$). El protocolo afectó la presentación de estro a las 56 horas ($p<0.0001$), en el cual el protocolo (3) presentó un mayor número de vacas en estro. La aplicación de eCG en las hembras de los protocolos 3 y 4 incrementó la manifestación de estro a las 56 horas ($p<0.0001$), con una proporción de 9/30 (30.0%) con eCG y de 1/30 (3.3%) sin eCG. La presentación de estro a las 48 horas fue menor ($p<0.05$) en las hembras de los protocolos 1 y 3 las cuales fueron tratadas con BE+P4+PG (7/30; 23.3%) en comparación con las hembras de los protocolos 2 y 4 sincronizadas con VE+NG (12/30; 40.0%). Y una tasa de preñez entre los protocolos evaluados, no fueron observadas diferencias significativas

($p>0.05$) en la proporción de vacas preñadas/vacas tratadas. En T1) 2/15 (13.3%), T2) 4/15 (26.7%), T3) 7/15 (46.7%), T4) 6/15 (40.0%) (Uribe *et al.*, 2013).

2.7.2.2.4 Sincronización con implantes primer uso y reuso

Cuando el implante del CIDR es retirado de la vagina aún contiene progesterona y la cantidad residual depende del tiempo que duró insertado en la hembra, si su permanencia es de 9 días, retiene alrededor de 1.1g de progesterona, si permanece 15 días retiene aproximadamente 0.9g y si son solo 7 días libera 0.61g, lo que se considera la ventaja en cuanto a grado de sincronización de estros al utilizar protocolos cortos de siete días, aunados a las características de liberación y retención de progesterona del CIDR, se ha previsto la posibilidad de reutilización del dispositivo en programas de sincronización estral para inseminación artificial (IA), con buen éxito cuando la reutilización ha sido por una sola vez (Solórzano *et al.*, 2008).

El ahorro en cuanto al costo de programas de sincronización estral para IA o en protocolos de transferencia de embriones, que podría ser de poco más del 60 % al reutilizar dos veces el CIDR, hace atractiva esta estrategia en términos económicos. La posibilidad de transmisión de enfermedades venéreas con esta práctica, implicaría a su vez algunas consideraciones sanitarias como la reutilización sólo en animales de un mismo hato y sólo en hatos con un buen estado de salud (Solórzano *et al.*, 2008).

Experimentos anteriores indicaron la eficiencia de sincronización en cabras y ovejas a base de Norgestomet con 3 mg, el implante en la oreja debe permanecer durante 9 – 17 días en combinación con una inyección intramuscular de Norgestomet + valerato de estradiol, FSH o prostaglandina (Mellado, 1997).

En México, este compuesto (Norgestomet) se usa comúnmente dentro del programa de IA en el ganado vacuno. El sistema se basa en un implante con Norgestomet por 9 días acompañado por una inyección intramuscular de

Norgestomet y valerato de estradiol al iniciar el tratamiento. Una vez que el implante es retirado de las vacas suele desecharse (Sudano *et al.*, 2011). Sin embargo estos implantes que en México tienen un costo elevado, aun contienen cantidades suficientes de progesterona como para poder ser utilizados en la oveja y ha mostrado ser efectivo en borregas sincronizadas con dosis de 2 a 3 mg (Cuevas *et al.*, 1993).

En un estudio con 28 ovejas divididas en tres grupos donde los tratamientos fueron: T1 (n=10). Medio implante subcutáneo con 3mg de Norgestomet utilizado por primera vez, más 1 ml IM de Valerato de Estradiol 2.5mg + Norgestomet 1.5mg. T2 (n=10). Un implante subcutáneo de Norgestomet previamente utilizado en bovinos, se carece de la inyectable IM debido a reglas comerciales del laboratorio, ambos protocolos fueron por 11 días. Testigo (n=8). Se utilizó para comparar el objetivo que se tenía planteado. Los resultados nos muestran que en las 36h posretiro el 80% del hato con medios implantes entro en celo en comparación con 48h posretiro con un 30% usando implantes de reuso, sin embargo, ambos tratamientos sincronizaron el estro al 100% 60h después de la remoción del implante de las ovejas tratadas (Cuevas *et al.*, 1993).

De acuerdo a estudios publicados por Uribe *et al.*, (2011), menciona en un trabajo realizado con 27 cabras distribuidas en tres grupos al azar (n=9), a los cuales se les inserto un dispositivo intravaginal reutilizado CIDR impregnado de 0.3g de progesterona y permanecieron por un tiempo de 6 días para el tratamiento 1 (T1), 9 días para el tratamiento 2 (T2) y 13 días para el tratamiento 3 (T3). Al momento de retirar el CIDR se aplicó una inyección intramuscular de 500 UI de eCG a cada hembra, para sincronizar el momento de la ovulación. Con el fin de evaluar la presentación de celo y tasas de preñez. Los resultados nos muestran para el T1 en presentación de celo un 94.74 ± 82.60 , para el T2 un 55.19 ± 28.27 y para el T3 un 52.89 ± 29.66 h, para tasa de preñez T1 66.67%, en T2 44.44% y en T3 33.33% por lo que se concluye que en los tres protocolos evaluados no se observaron diferencias significativas entre ellos ($P < 0.05$) para las variables presentes.

En un trabajo reportado por Prieto *et al.*, (2011), menciono que 400 hembras merino recibieron dos dosis de prostaglandina, cada dosis de 0.5 cc por aplicación (equivalente a 250 mg de cloprostenol) aplicada por vía IM, con un intervalo de 14 día. Es interesante lo sencillo y rápido de la aplicación, en relación a las esponjas que suelen llevar más tiempo y trabajo además de provocar infecciones vaginales, ser más lenta su aplicación y tener un costo mayor que el de las PGF2 α .

Los principales factores limitantes a una mejor expansión en la utilización de los protocolos de sincronización de celos y ovulación en ovejas, está asociado relativamente a los altos costos de las hormonas; desconocimiento por parte de los técnicos sobre los mecanismos fisiológicos que rigen la función reproductiva de la hembra, situaciones frecuentes en nuestro sistema de producción con periodos de restricción alimentaría, así como una pequeña reducción de la fertilidad de los animales después de los celos inducidos (Becaluba, 2006). Sin embargo la administración de hormonas de primer uso o de reuso para sincronizar el estro facilita el uso de montas o inseminación artificial, lo cual conlleva a mejoras en el rebaño (Solórzano *et al.*, 2008; Uribe *et al.*, 2011).

2.8 Factores que afectan la reproducción en la oveja

Existen factores ambientales que influyen en el sistema reproductivo, en los que se considera al fotoperiodo, la temperatura, la nutrición, el estrés y el medio social animal. El primer factor se presenta en la cantidad de horas luz las cuales son captadas por la retina - glándula pineal – melatonina. Hormona natural presente en el organismo que se libera en el torrente sanguíneo durante las horas de oscuridad y se deshecha por las mañana a través de la orina (Hafez *et al.*, 2002). En cuanto a la temperatura su acción es importante en el periodo posterior a la fecundación puesto que temperaturas inusualmente frías o muy calientes impiden la demostración de signos de estro. La mala alimentación o el consumo de energía

es restringido, la función reproductiva se interrumpe antes que otras funciones vitales, por tanto animales sometidos a deficiencias nutricionales durante su crecimiento sufren retraso en la pubertad y la primera ovulación postparto se prolonga a falta de nutrientes (Galina *et al.*, 2008).

Existen diferentes interacciones sociales que son capaces de modificar el inicio de la actividad reproductiva como es el efecto hembra- hembra, por ejemplo cuando una hembra está ciclando y es introducida a un grupo de hembras en anestro estacional adelanta la estación reproductiva induciendo y sincronizando la ovulación, al igual que cuando se introduce un macho las hembras manifiestan celo en los siguientes 3 a 7 días (Galina *et al.*, 2008).

2.9 Métodos de detección de celo

Como los signos de estro no son muy claros en la oveja, se necesita de la ayuda del macho celadores para la detección de estro, práctica importante, sobre todo en sistemas donde se utiliza la monta dirigida o la inseminación artificial. Los machos recelas deben prepararse adecuadamente para evitar que fecunden a las hembras (Durán *et al.*, 2008; Galina *et al.*, 2008).

Cuando el macho localiza a la hembra en calor por medio de la vista y el olfato (feromonas); comienza a olisquear y lamer la región perianal de la oveja. Mientras tanto la hembra en estro presenta aumento de la actividad motora, inquietud, movimientos a la menor perturbación, orinan constantemente, busca al macho con gran empeño, y si hay varias hembras en celo al mismo tiempo, forman un grupo a su alrededor (Hafez, 1996).

El carnero frecuentemente al oler los órganos genitales de las hembras presenta el signo llamado *flehmen*, que consiste en alzar la cabeza levantando al mismo tiempo el labio superior y los ollares. Después realizan movimientos con unos de los miembros anteriores golpeando levemente el costado de la hembra en celo y finalmente monta a la hembra (Hafez, 1996).

De acuerdo a Duran *et al.*, (2008), existen dos métodos de detección de celo el natural y el quirúrgico. En el primero encontramos machos enteros con delantal también conocido como mandil y en el segundo tenemos tres tipos de cirugía 1) Vasectomía, 2) Esterilización quirúrgica y 3) Desviación de la vaina del pene.

2.9.1 Naturales

2.9.1.1 Machos enteros con delantal o mandil

Los delantales o mandiles se pueden hacer colocando un simple saco debajo de la cavidad abdominal del macho, asegurándolo en su lugar con un cordel de esta forma se evita que el pene pueda penetrar en la cavidad vaginal de la hembra, ver fig. (3). El uso de este método tiene dos inconvenientes. Primero, existe el riesgo de montas fértiles si el delantal no está bien ajustado. En segundo lugar, puede ocurrir inflamación, irritación e infección del pene y de la zona prepucial, lo que se traduce en una falta de deseo sexual y comportamiento de monta (Durán *et al.*, 2008).



Fig. 3. Detección de celo con macho entero y mandil.

Las partes 1 y 2) de la Imagen nos muestra la parte lateral del macho con mandil, 3) Detección de hembra en celo, 4) Monta a la hembra en celo.

2.9.2 Quirúrgicos

2.9.2.1 Vasectomía

Es un método simple y muy utilizado, que evita el paso de los espermatozoides desde los testículos a la uretra y en secuencia al pene, ver fig. (4). Si la operación se realiza satisfactoriamente, los animales pueden mostrar deseo sexual a los 2 o 3 días postoperación. Sin embargo no se deben llevar al rebaño hasta transcurrir seis semanas, tiempo en el que se ha corroborado la eliminación de espermias (Durán *et al.*, 2008).

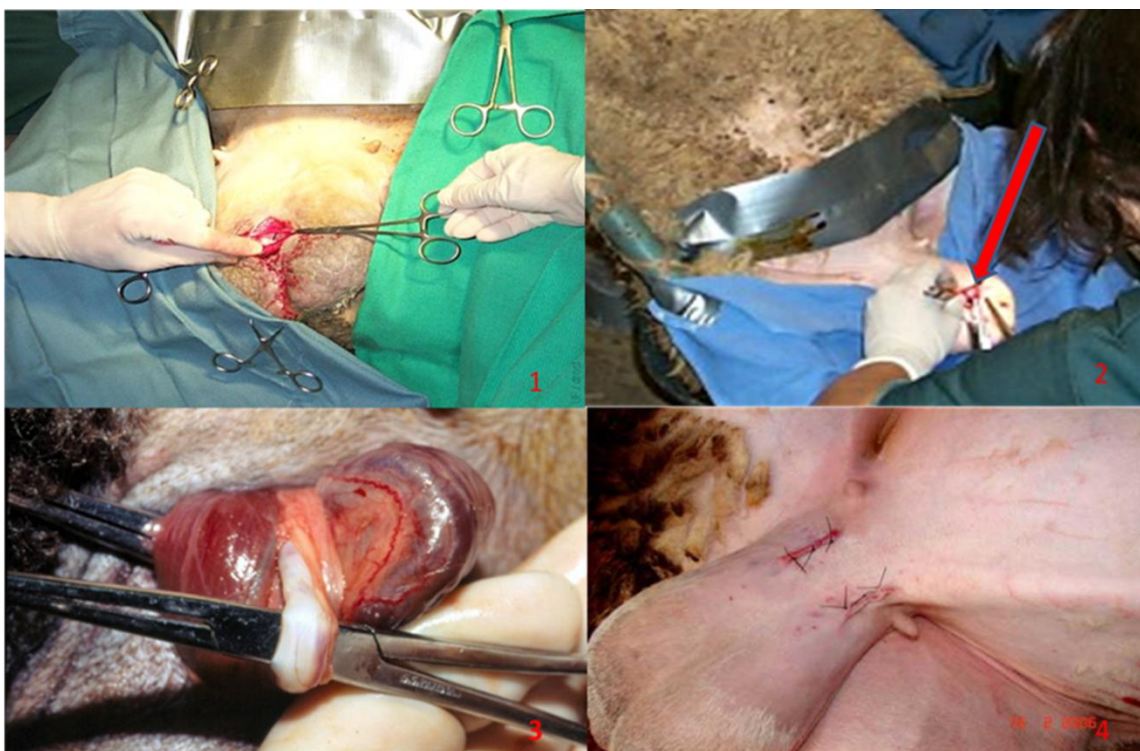


Fig. 4. Vasectomía.

1) Asepsia e incisión del escroto, 2) Ubicación de los conductos, 3) Ligadura del conducto deferente, 4) Suturación y recuperación del paciente.

2.9.2.2 Epididimectomía caudal

La técnica para realizar esta cirugía es similar a la anterior con la diferencia de que en este caso se extirpa quirúrgicamente la cola del epidídimo, y ha demostrado ser menos eficaz que la vasectomía, además se corre el riesgo de que puedan volver a ser fértiles al cobro de 1 o 2 años y al igual que la vasectomía se recomienda usarlo como recela después de 6 semanas de la cirugía (Durán *et al.*, 2008).

2.9.2.3 Desviación de la vaina del pene

Esta técnica es poco usada en borregos. El proceso de la operación es más complicado y consume más tiempo que la vasectomía y debe realizarse con anestesia general. La operación la constituyen la disección de la vaina del pene, desde su posición normal, hasta un ángulo de 45° y suturándolo, en esta posición a la pared abdominal, dejando al animal incapaz de copular, pero no estéril; y se pueden utilizar tan pronto haya cicatrizado la herida, ver fig. (5) (Durán *et al.*, 2008).



Fig. 5. Desviación de la vaina del pene.

1) Área rasurada y desinfectada, 2) Incisión sobre la vaina del pene y lateral a la misma, 3) Suturación de la modificación de la vaina del pene, 4) Recuperación del animal.

III. OBJETIVO

Evaluar tres protocolos de sincronización determinando el tiempo de presentación, el porcentaje y la duración de celo en ovejas de pelo.

IV. HIPÓTESIS

La aplicación de diferentes protocolos (con implantes de reuso, implantes nuevos y a base de $\text{PGF2}\alpha$) tienen la misma eficiencia para la sincronización del estro en ovejas.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación del área de estudio

El presente trabajo se realizó en el sector de ovinos de la Posta Zootécnica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, ubicada en el municipio de Tarimbaro Michoacán, en el kilómetro 9.5 de la carretera Morelia- Zinapécuaro. Geográficamente la zona se encuentra entre el paralelo $19^{\circ} 48'$ de latitud norte y los meridianos $101^{\circ} 11'$ de longitud oeste. El clima que predomina es templado con lluvias en verano, con una precipitación media anual de 773.9mm, temperatura media de 18.6°C y una altura sobre el nivel del mar de 1860m (García, 1988).

5.2 Procedimiento experimental

Se utilizaron un total de 30 ovejas multíparas, no lactantes, cruce de Pelibuey por Katahdin, clínicamente sanas y diagnosticadas vacías por medio de ecografía transrectal con equipo EMPEROR modelo EMP-820 Plus Vet con transductor lineal.

El total de ovejas seleccionadas se dividió aleatoriamente en tres grupos:

IMPLANTES NUEVOS (IMPNU; n=9): Tratado con la mitad de un implante nuevo a base de Norgestomet (CRESTAR® Intervet, Holanda) + la inyección única IM combinada de 2.5 miligramos de valerato de estradiol (VE) y 1.5 miligramos de Norgestomet (NG).

IMPLANTES REUSADOS (IMPREU; n=9): tratado con implantes completos (previamente usados en bovinos y desinfectados con solución yodada al 10%), a base del mismo ingrediente activo que el grupo IMPNU. Debido a que son implantes de reuso, este grupo carece de la inyección IM de VE + NG.

PROTAGLANDINAS (PROST; n=12): Inyección única de 7.5 miligramos de Dinoprost Trometamina (Lutalyse* Pfizer) vía intramuscular.

Para la aplicación de los implantes en los grupos IMPNU y IMPREU se realizó una limpieza previa a la aplicación con torundas penetradas de alcohol. En el día 0 del tratamiento, el implante se aplicó vía subcutánea en la parte dorsal del pabellón de la oreja con la ayuda de una pistola aplicadora y permaneció hasta el día 9 que fue retirado realizando una pequeña incisión con un bisturí. Para el grupo PROST la inyección se realizó el día 9 del tratamiento.

La alimentación diaria de los tres grupos consistió en pastoreo diurno por 4 horas en praderas de temporada (Johnson y Rye grass), la suplementación en comedero fue de 800 g/día/animal de alfalfa y rastrojo molido y 300 g/día/animal de concentrado de salvado de trigo. Se suministró agua y minerales a libre acceso.

5.3 Detección de calores

Para la detección de celo se utilizaron alternadamente tres machos celadores provistos de un mandil o delantal para evitar que penetraran a las ovejas, previamente fueron sometidos a una evaluación de la libido para poder ser usados en el experimento. Las ovejas de los tres grupos permanecieron en un grupo único y la detección de celo se realizó a partir de las 4 horas después del retiro del implante (grupo IMPNUE e IMPREU) o aplicación de la inyección (grupo PROST), con duración de una hora y con intervalos de 4 horas y hasta las 108 horas.

El tiempo de presentación de estro fue determinado como el momento en el que la hembra permanecía inmóvil al ser montada por el macho celador. El final del estro fue identificado cuando la hembra no aceptó al macho en dos detecciones consecutivas. La duración del estro fue determinada como el intervalo entre el inicio y el final del estro. Para la detección de hembras en celo se realizó un registro (Anexo 1) en donde se registró la hora de inicio, duración y terminación del estro.

5.4 Análisis estadístico

Los datos de tiempo de presentación (h) y la duración del celo (h) fueron analizados mediante un análisis de varianza en un diseño completamente al azar, mientras que los resultados del porcentaje de respuesta se analizaron mediante una prueba de chi-cuadrada. Todos los análisis se realizaron en el paquete estadístico SAS (SAS, 1998).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Tiempo de inicio de celo

El intervalo (h) entre el retiro y la aparición del celo franco existieron diferencia significativa ($P < 0.05$) en el protocolo IMPREU con respecto a los grupos IMPNUE y PROST que resultaron similares (Cuadro 1)

Cuadro 1. Tiempo de presentación, duración y tasa de celos en ovejas de pelo sometidas a diferentes tratamientos de sincronización

Tratamiento	Tiempo de inicio de celo posretiro/aplicación (h)	Tasa de celos (%)	Duración de celo (h)
IMPREU	16.0 ± 21.4^a	44.4^b	39.0 ± 28.0^a
IMPNUE	42.0 ± 2.8^b	22.2^a	34.0 ± 14.1^a
PROST	45.0 ± 10.1^b	91.7^c	30.0 ± 14.5^a

^{a b c} Diferentes literales dentro de la misma columna significa diferencias significativas ($P < 0.05$)

El tiempo de presentación de celo observado en el presente estudio en el grupo IMPNUE y PROST coincide a lo reportado por Baris *et al.* (2012), quienes observaron un tiempo de presentación de celo similar (40.8 ± 6.25 , 45.60 ± 7.55 y 50.40 ± 7.55) en grupos de ovejas tratadas con diferentes protocolos (a: Melatonina, b: Norgestomet, c: Melatonina + Norgestomet, respectivamente).

Respecto a la presentación de celos, en estudios realizados en ovejas tratadas con acetato de fluorogestona (Molina, 2010) se han encontrado tiempos similares (48.5 h) a los obtenidos en el presente estudio en los grupos IMPNUE y PROST. Sin embargo, el grupo IMPREU mostró un tiempo de presentación de celo menor comparado con las que se sincronizaron con acetato de fluorogestona.

El corto tiempo en el que se presentó el celo en el grupo de ovejas tratadas con implante reusado se debe posiblemente a que los niveles plasmáticos de progesterona descendieron antes del retiro del implante, ocasionando que la

presentación de celo se manifestara en menor tiempo, comparado con el grupo de ovejas tratadas con implantes nuevos que probablemente los niveles plasmáticos permanecieron hasta el momento del retiro del implante.

6.2 Tasa de presentación de celos

La tasa de presentación de celos fue diferente entre los tratamiento (Cuadro 1).

La tasa de presentación de celos promedio observada en los grupos tratados con implantes en el actual estudio difiere a lo reportado por Barís *et al.* (2012); quienes aplicando tres tratamientos diferentes (a:melatonina, b:Norgestomet o c:melatonina + Norgestomet; con eCG cada uno de los grupos) obtuvieron una tasa de presentación de celo del 100% en los tres grupos. Es posible que esta diferencia en la tasa de presentación de celo se haya debido a la aplicación de la eCG al momento del retiro del implante, que incrementa el porcentaje de ovejas en estro (Martemucci *et al.*, 2011; Uribe *et al.*, 2013).

Contrariamente también a lo observado en este estudio Simonetti *et al.*, (2000), utilizando esponjas impregnadas con diferentes dosis de acetato medroxiprogesterona (40, 50 y 60 mg) para sincronizar el celo en ovejas, encontraron una mayor tasa de presentación de celos (79, 77 y 80%; respectivamente) respecto a los grupos IMPNUE e IMPREU.

Las bajas tasas de presentación de celo en los grupos con implantes en la presente investigación indican que posiblemente los dos protocolos utilizados carecían de un agente luteolítico que provocara la lisis del cuerpo lúteo. Al respecto Prieto *et al.* (2011) sincronizando ovejas con un protocolo basado en dos aplicaciones de prostaglandinas con un intervalo de 14 días entre aplicaciones, obtuvieron una tasa de presentación de estro alta (95%).

La baja tasa de celos obtenida en el grupo IMPNUE posiblemente se debió a la existencia de una mayor retroalimentación negativa sobre el eje hipotálamo hipófisis ocasionada por los progestágenos administrados, que evitó la expresión del celo (Galina *et al.*, 2008).

6.3 Duración del celo

La duración del celo en este experimento fue similar en los grupos IMPREU e IMPNUE y ligeramente menor en el grupo PROST (Cuadro 1). En trabajos previos realizados en cabras (Olivieira, 2001), donde se ha evaluado el efecto de los progestágenos nuevos y de reusó (Norgestomet y CIDR) sobre la duración del celo (32 vs 36 h; respectivamente) se han encontrado resultados muy similares a los observados en este trabajo en los grupos tratados con implantes.

Posiblemente la ligera diferencia en la duración de estro que existió entre los grupos del presente estudio se deba atribuir, a la etapa de desarrollo folicular en el momento que se administró la $\text{PGF}_{2\alpha}$; previos estudios han demostrado una gran variabilidad en la aparición del estro, relacionado con el día del ciclo en que se encuentran las hembras cuando se aplica la $\text{PGF}_{2\alpha}$ (Martemucci *et al.*, 2011).

Adicionalmente, en un trabajo realizado por Molina (2010) en ovejas tratadas con esponjas impregnadas con acetato de fluorogestona y una aplicación de prostaglandinas dos días antes de finalizar el tratamiento, han mostrado una duración de celo similar (39.5 h) a lo encontrado en el presente estudio.

V. CONCLUSIÓN

En conclusión, bajo las condiciones de la presente investigación las prostaglandinas ofrecen una mayor eficiencia para la sincronización de celos en ovejas de pelo.

Sin embargo los implante de reuso resultaron con mayor eficiencia en comparación con los implantes de primer uso, por tal motivo se rechaza la hipótesis planteada.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Abecia JA., Forcada F. y González BA. 2012. Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Animal reproduction science*.130:173-179.
2. Baris AU., Ibrahim T., Fetih G., Sait S., Omer U., Goericke PS. y Wehrend A. 2012. Effects oestrus synchronization melatonin and Norgestomet implants followed by eCG ingestion reproductive traits of fat- tailed morkaman ewes during suckling, anoestrus season. *Small Ruminant rescarch*. 108:102-106
3. Bearden HJ. y Fuquay J. 1982. Reproducción animal aplicada. Ed. El Manual Moderno. México, D.F.
4. Becaluba F. 2006. Métodos de sincronización de celos en bovinos. Disponible [en línea] http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/92-metodos_sincronizacion.pdf. Consultado: el 22 de junio del 2013.
5. Calderón MG. 2006. Sincronización del ciclo estral y concentración de progesterona plasmática en ovejas tratadas con esponjas intravaginales artesanales con 40 mg de progesterona. Tesis de maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia Michoacán. México.
6. Carbajal DA. 2008. Tiempo y tasa de celo en ovejas de pelo utilizando diferentes dosis de $pgf_{2\alpha}$ al final del tratamiento con esponjas intravaginales. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia Michoacán México.
7. Cueto M. y Gibbons AE. 2000. Reproducción en caprinos. Asociación interprofesional para el desarrollo Agrario (ITEA), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Bariloche. Argentina.

8. Cuevas EA., Rodríguez HV., Gutiérrez VR., Soto CR. y Martínez RRD. 1993. Sincronización de estro en ovejas pelibuey con implantes nuevos y reciclados de Norgestomet. *Veterinaria México*. 30:327-220
9. Durán RF., Hernández GHA. y Latorre NF. 2008. Manual de reproducción en ovejas y borregas. Colombia. Pp 218-226. ISBN 978- 958-8 203-39-3.
10. Espínola IM. 2010. Sincronización de celo en ovejas. *Abc color*. 19:11
11. Espinosa MMC., Valencia J., Zarco L., Escobar MFJ., Colina FF. y Arechiga FCF. 2004. Effect of fluorogestone on embryo recovery and quality in eCG-superovulated goats with premature luteal regression. *Theriogenology*. 62:624-630
12. Forcada F. y Abecia AJ. 2005. Control de la actividad reproductiva del ovino. *Mundo Ganadero*.
13. Frandson RD. 1995. Anatomía y fisiología de los animales domésticos. 5ª ed. Editorial Interamericana. Mc Graw-Hill. México, D. F.
14. Fleisch A., Werne S., Heckendorn F., Hartnack S., Piechotta M., Bollwein H., Thun R. y Janelt F. 2012. Comparison of 6 day progestagen treatment with chronogert® CR and Eazi-breed™ CIDR® G intravaginal inserts for estrus synchronization in cyclic ewes. *Small Ruminant Research*. 107:141-146
15. Galina C., Valencia J. 2008. Reproducción de animales domésticos. 3ª ed. Limusa. México.
16. García E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de köppen. UNAM. Instituto de Geografía. México.
17. Gatti M. y Urgerfeld R. 2012. Intravaginal sponges to synchronize estrus decrease sexual attractive Ness in ewes. *Theriogenology*. 78:1796-1799
18. González GR., Torres HG. y Arece GJ. 2010. Comportamiento productivo y reproductivo de ovinos Pelibuey en un sistema de pariciones aceleradas con tres épocas de empadre al año. Universidad autónoma de Chapingo. *Zootecnia tropical*. 28:51-56

19. Hafez ESE. 1996. Reproducción e inseminación. Sesta edición. Mc Graw Hill. México.
20. Hafez ES., Hafez B. 2002. Reproducción e inseminación artificial en animales. 7ª ed. Mc GrawHill. México.
21. Luna FJA. y Paredes TSP. 2010. Nutrición y alimentación de ovinos. [en línea] <http://www.slideshare.net/nuevopepito2009/alimentacin-de-ovinos>. (Consultado: el 15 de agosto del 2013).
22. Martemucci G., Totada F., Manchisi A. y Bellitti E. 1986. Effetto luteolitico nella pecora di un análogo di PGF2 α (cloprostenol) in relazione allo stadio del ciclo sessuale (Luteolytic effect in ewes of an analog of PGF2 α (cloprostenol) give at different stages of the oestrus cycle). Zoot. Nutr. Anim. 12:487-492
23. Martemucci G., Manchisi A., Totada F., Gambacorta m. y Bellitti E. 1987. Manifestazioni dell' estro in pecore trattate con prostaglandina F2 α naturale o progestágeno (FGA) e PMSG. Alcune osservazioni sulle performances riproduttive dopo inseminazione artificiale (Occurrence of oestrus in ewes treated with prostaglandin F2 α or progestagen (FGA) and PMSG. Some observations on lambing performance after artificial insemination). Zoot. Nutr. Anim. 13:39-49
24. Martemucci G. y Alessandro AG. 2011. Synchronization of oestrus and ovulation by short time combined FGA, PGF2 α , GnRH, eCG treatments for natural service or at fixed – time. Animal Reproduction Science. 123:32-39
25. Mellado M. y Valdéz R. 1997. Synchronization of estrus in goats under range conditions treated with different doses of new or recycled Norgestomet implants in two seasons. Small Ruminant Research. 25:155-160
26. Menchaca A. y Ungerfeld R. 2009. Manual del 1^{er} curso internacional de actualización reproductiva en cabras y ovejas. Instituto de reproducción Animal de Uruguay; Facultad de veterinaria, Montevideo, Uruguay.

27. Méndez MM., Hernández CJ., Pacheco RNO. y Porras AA. 2000. Los tratamientos sincronizadores de estro, utilizando progestágenos en combinación con estrógenos, inducen conducta estral en ovejas ovariectomizadas. *Veterinaria México*. 31:371-373
28. Mexicano BA. 2009. Principales protocolos de sincronización del estro utilizados en la ganadería bovina y su costo- beneficio en la actualidad. Tesis de la universidad Veracruzana. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Veracruz, Veracruz. México.
29. Molina MP. 2010. Influencia de la nutrición en los programas de sincronización de estros, superovulación y transferencia embrionaria en ovejas. Tesis de doctorado en recursos genéticos y productividad ganadera. Colegio de postgraduados. Campus Montecillo. México.
30. Oliveira MAL., Guido SI. y Lima PF. 2001. Comparison of different protocols used to induce and synchronize estrus cycle of saanen goats. *Small Ruminant Research*. 40:149-153
31. Ortega RVM. 2005. Sincronización de celo con progesterona y gonadotropina coriónica equina en novillas de carne mantenidas en condiciones de pastoreo Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia Michoacán. México.
32. Pérez HP. 2004. Caracterización del sistema producto ovino en el estado de Veracruz. Colegio de postgraduados. Campus Veracruz. México.
33. Porras AA, Zarco QL, Valencia MJ. 2003. Estacionalidad Reproductiva en Ovejas. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. *Ciencia Veterinaria*. 9-(2003)-4
34. Prieto M., García MG., Lateulade I. y Villa M. 2011. Sincronización de celos en ovinos con doble dosis de prostaglandina. [en línea] <http://inta.gob.ar/documentos/sincronizacion-de-celos-en-ovinos-con-doble-dosis-de-prostaglandina/>. (consultado 30 julio del 2012).
35. SAS. SAS s User Guide: Statistics. Cary, North Carolina, USA: SAS Institutes. 1998.

36. Simonetti L., Blanco MR. y Gardón JC. 2000. Estrus synchronization in ewes treated with sponges impregnated with different doses of medroxyprogesterone acetate. *Small Ruminant Research*. 38:243-247
37. Solórzano HCW., Hérnan MJ., Galina HC., Villa GA., Vera AHR. y Romo GS. 2008. Reutilización de un dispositivo liberador de progesterona (CIDR-B) para sincronizar el estro en un programa de transferencia de embriones bovinos. UNAM.
38. Soto LC, Delgado M, Cuéllar A. 2006. Situación de la ovinocultura en México. *Cordero Supremo*.
39. Sudano MJ., Landim AFC., Sartori b R. y Machado R. 2011. La reutilización de los implantes de Norgestomet en un protocolo de superovulación eCG basado administrada a (*Bos taurus indicus*) vacas Nelore. *Livestock Science*. 141:207-112
40. Ungerfeld R. y Rubianes E. 2002. Short term primings with different progestogen intravaginal devices (MAP, FGA and CIDR) for eCG- estrus induction in anestrus ewes. 46:63-66
41. Uribe VLF., Gutiérrez TC., Carreño OEE., Izquierdo JJH., Lenz SMI. y Ángel BS. 2011. Reutilización de dispositivos de progesterona (CIDR) asociados con protocolos del corta duración en cabras. Universidad de Caldas, Departamento de Salud animal. Colombia.
42. Uribe VL., Correa OA., Cuartas BL., Villamizar RD. y Ángel BS. 2013. Evaluación de implantes de Norgestomet reutilizados en protocolos de sincronización del estro en vacas Brahman. Universidad de Caldas, Departamento de Salud animal, Grupo de investigación CIENVET. Colombia.
43. Wildeus S. 2000. Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. Agricultural Research Station, Virginia State University. American Society of Animal Science. 77:1-14