



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

SINCRONIZACIÓN E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN OVINOS

SERVICIO PROFESIONAL QUE PRESENTA

SANDRA DOLORES OLIVO CEBALLOS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Asesor:

Dr. José Herrera Camacho

Morelia, Michoacán; Mayo del 2006



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

SINCRONIZACIÓN E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN OVINOS

SERVICIO PROFESIONAL QUE PRESENTA

SANDRA DOLORES OLIVO CEBALLOS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Morelia, Michoacán; Mayo del 2006.

INDICE

	PAGINA
I. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	4
2.1 Ciclo estral	6
2.1.1 Fase folicular	6
2.1.2 Fase lútea	7
2.2 Fisiología del ciclo estral	8
2.2.1 Proestro	9
2.2.2 Estro	9
2.2.3 Metaestro	11
2.2.4 Diestro	12
2.3 Estacionalidad reproductiva de la oveja	12
2.4 Métodos de sincronización	15
2.4.1 Farmacológicos	16
2.4.1.1 Progestágenos	16
a) Naturales	16
b) Sintéticos	17
2.4.1.2 Prostaglandinas	23
2.4.2 Naturales	26
2.4.3 Métodos alternativos para la sincronización del ciclo estral	28
2.5 Factores que afectan en la reproducción	29
2.6 Detección del celo	30
2.7 Inseminación artificial	32
2.7.1 Métodos de inseminación	33
2.7.1.1 Inseminación Vaginal	33
2.7.1.2 Inseminación Cervical	34
2.7.1.3 Inseminación Intrauterina	37
3.CONCLUSIONES	41
4.LITERATURA CITADA	42

1. INTRODUCCION

Los ovinos constituyen un importante recurso alimenticio para los países subdesarrollados, debido a su capacidad de convertir forrajes toscos en alimento para el consumo humano (González y Solís, 2000).

En México, la aplicación de técnicas del control de la reproducción de los animales domésticos es prácticamente nula. Esta ausencia podría deberse a que los sistemas de producción establecidos en las ganaderías han sido y son, sumamente tradicionales. No contemplan cambios importantes sobre todo en lo que respecta a innovación tecnológica y por tanto, la productividad de estos sistemas por unidad de superficie resulta baja y con altos costos (Ugalde, 2000).

El sistema de producción predominante en México es el pastoreo diurno en grama nativa y en terrenos de cultivo después de la cosecha, y el encierro nocturno para proteger el rebaño de depredadores o ladrones. Los rebaños ovinos son pequeños aproximadamente de 10 a 75 cabezas, pastoreados por ancianos o niños (Basurto, 1997).

El empadre es libre, los machos permanecen todo el año con las hembras, los parámetros reproductivos son bajos. La mano de obra es familiar, regularmente; la contratación de mano de obra especializada es baja y eventual. Los objetivos de producción son el autoconsumo; el ahorro, esto es, disponer de un bien que puede ser vendido fácilmente; y la comercialización de los excedentes. La carne es el producto principal de estas especies (Calderón, 2006).

La producción de carne ovina representa el 0.77% del total nacional de productos de origen pecuario. Este nivel de producción no cubre la demanda anual de carne ovina que es de 1'300,000 cabezas, la cual se destina principalmente para el consumo de barbacoa en el centro del país, se estima que esta demanda se cubre con importación de ovinos en pie y en canal.

En la zona centro del país se ubican los estados de mayor importancia en la producción de carne ovina, formada principalmente por los Estados de México, Hidalgo, Puebla, Michoacán y Guanajuato, que constituyen el 80% del total de carne de ovino existente en el país (Cordova *et al.*, 1999).

Los parámetros reproductivos y productivos son de gran importancia para el mejoramiento del rebaño, puesto que representan el comportamiento individual y colectivo de los animales en un determinado momento (Cordova *et al.*, 1999), ya que la mayoría de los sistemas de reproducción se encuentran al 40 % de su capacidad reproductiva (Espinosa *et al.*, 2004).

En años anteriores la producción de ovinos tuvo una baja, motivando pérdidas económicas a los productores; en los últimos años ha retomado un nuevo impulso (Córdova *et al.*, 1999) con la aplicación de estrategias que permitan tecnificar y capitalizar los sistemas de producción (Espinosa *et al.*, 2004)

Resulta necesario tener agrupados los partos a fin de obtener lotes homogéneos de corderos, así como también prever con cierta exactitud las fechas de parto para organizar su atención, por lo cual deben aplicarse métodos para la sincronización de celos (Raso *et al.*, 2004).

A través de tecnologías económicamente factibles es posible aumentar y optimizar la producción de carne, lana y leche. Con el precio actual de lana se justifica aplicar técnicas a bajo costo que permitan incrementar la producción de carne y hacerla más eficiente (Devincenzi *et al.*, 2004).

Dentro del manejo reproductivo, una de las técnicas que se ha aplicado ampliamente es la inducción y sincronización de estros con el uso de productos hormonales. En la actualidad, existen diversos tratamientos para la sincronización del ciclo estral (Espinosa *et al.*, 2004).

El objetivo del trabajo es realizar una indagación documental para encontrar los tratamientos hormonales que permitan la inducción del estro y la inseminación artificial, con los cuales se obtengan mayores porcentajes de preñez en ovejas de pelo que sean a bajo costo y redituable para el productor.

2. ANTECEDENTES

Existe información donde se ha comprobado que la sincronización del estro permite además de mejorar la fertilidad en las explotaciones ovinas, acortar el período reproductivo, controlar la fecha de parto y uniformar la edad de los corderos (León *et al.*, 2003).

Implica la manipulación de los eventos hormonales que ocurren durante un ciclo estral normal, con la finalidad de tener un gran porcentaje de las hembras tratadas en un tiempo determinado las cuales pueden ser inseminadas artificialmente o servidas por monta natural al momento de manifestar el estro con la intención de que la mayor parte de las hembras tratadas queden gestantes en un periodo relativamente corto (Calderón, 2006).

Algunas ovejas presentan una reproducción estacional, lo cual significa que su reproducción no tiene lugar de manera continua en ciclos de 17 días, sino que existen épocas de inactividad llamadas anestro estacional. Las técnicas hormonales de control reproductivo ofrecen grandes ventajas, una de las más importantes es la inducción del estro en época de anestro estacional logrando que se obtengan hasta 3 partos en 2 años (Cordova *et al.*, 1999).

Los progestágenos constituyen un grupo de hormonas esteroides que se caracterizan por ser liposolubles, termoestables y que además no se inactivan por vía digestiva. Estas propiedades permiten administrarlas por vía oral; a través de la mucosa vaginal o en implantes subcutáneos de liberación controlada.

Dentro de este grupo de hormonas se encuentra la progesterona, la cual es un progestágeno natural, y los progestágenos sintéticos como el acetato de melengestrol (MGA) acetato de fluorogestona (FGA) y Norgestomet (Armenta, 2003).

Los progestágenos sintéticos se aplican en diferentes periodos del ciclo estral, su eficacia se incrementa al utilizarse en combinación con otras hormonas como las gonadotropinas extrahipófisiarias tales como la gonadotropina coriónica humana (hCG), y la gonadotropina coriónica equina (eCG) que ejerce una actividad de FSH y LH (Córdova *et al.*, 1999).

Otra práctica común en la sincronización de celos en ovinos, es la utilización de un agente luteolítico como la $PGF_{2\alpha}$ al iniciar el tratamiento con progestágenos. Al respecto, Méndez *et al.*, (2000), encontraron una tasa mayor de celo en ovejas tratadas con Norgestomet y Estradiol respecto al grupo que no recibió el estrógeno al inicio del tratamiento (88.8% vs 10.5%, respectivamente). Una respuesta similar, fue observada por los mismos autores, cuando trataron ovejas con Valerato de Estradiol al inicio de la administración oral de Acetato de Medroxiprogesterona.

Estos resultados hacen suponer que la aplicación del agente luteolítico es efectiva; sin embargo, es posible que al momento de retirar la fuente de progesterona, exista un cuerpo lúteo natural activo que reduzca la presentación de celos en las ovejas tratadas, siendo posible incrementar este porcentaje con la utilización de $PGF_{2\alpha}$ al final del tratamiento con Acetato de Fluorogestona (Orozco *et al.*, 2005)

La inseminación artificial es una técnica por la cual, el semen de los machos es depositado artificialmente en el tracto reproductivo de las hembras para producir la fecundación de los óvulos maduros. Incrementa notablemente el aprovechamiento de un semental, al permitir obtener un gran número de crías del mismo padre. Esto es posible debido a que mediante un adecuado fraccionamiento de semen, se obtiene un número importante de dosis por eyaculado.

A comienzos de la estación reproductiva, las ovejas presentan generalmente una primera ovulación, no acompañada por su comportamiento sexual característico, debido a la ausencia de un cuerpo lúteo previo. En algunos animales se presentan celos de una duración más corta que lo normal,

como consecuencia de una regresión prematura del cuerpo lúteo.

Por ambos motivos el lapso de tiempo transcurrido entre los primeros celos que se manifiestan al inicio de la estación de cría es variable.

El ciclo estral se puede dividir en 2 fases: folicular y lútea. La fase folicular es relativamente corta (3-4 días), mientras que la fase lútea ocupa el resto del ciclo (Gibbons y Cueto, 2004).

2.1 Ciclo estral

Las hembras adultas de muchas especies de mamíferos 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. Este ciclo de fenómenos endocrinos en el ovario se manifiesta en el ciclo estral de casi todos los mamíferos.

Las ovejas exhiben estro, o calores a intervalos regulares durante la estación reproductora. El estro es el período fértil y si la hembra no concibe, se repite cada 16-17 días en la mayoría de las ovejas (14-19 días). En los animales más jóvenes este intervalo puede ser de 1-2 días menor. La cadena de acontecimientos que se repiten y conducen a los periodos estrales regulares reciben el nombre de ciclo estral (Salomón, 1990).

2.1.1 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 retrofunciona 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, siguiendo luego, a las 18-24 horas, la ovulación.

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 (Salomón, 1990).

2.1.2 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 cuerpo lúteo, este proceso se conoce con el nombre de luteinización (Salomón, 1990).

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, en caso de que el animal haya concebido; si la hembra no es capaz de concebir, transcurridos unos 11-12 días, el cuerpo lúteo disminuye de tamaño, empalidece (cuerpo albicans) y comienza a descender la secreción de progesterona (Salomón, 1990).

Como los altos niveles de progesterona tienen una influencia inhibitoria sobre la secreción de gonadotropinas hipofisarias, 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 (Salomón, 1990).

La inhibición del cuerpo lúteo se debe a la presencia de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ que se produce en el útero, casi al final de la fase lútea. Si el animal queda gestante se suprime la producción de $\text{PGF}_{2\alpha}$ permaneciendo activo el cuerpo lúteo. Se ha utilizado prostaglandina sintética para destruir prematuramente el cuerpo lúteo, durante el ciclo estral. Este tratamiento, al que indefectiblemente sigue una ola de crecimiento folicular, puede ser utilizado para sincronizar el estro y la ovulación (Salomón, 1990).

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. 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 en el sistema de conductos y en el comportamiento de acercamiento al estro (Bearden y Fuquay, 1982).

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

El estro es el periodo del ciclo estral durante el cual la hembra manifiesta un comportamiento de actividad sexual, siendo el único tiempo en que aceptará al macho. 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 (Salomón, 1990). 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. La ovulación por lo general ocurre 12 a 24 horas después que el folículo empieza a ablandarse. En la mayor parte de las especies, por lo regular el estro termina cuando ocurre la ovulación. En este momento la FSH se duplica y la LH aumenta 10 veces o más, y el ovulo es expulsado del folículo para hacerlo pasar por la parte craneal del conducto uterino (Frandsen, 1995).

Aunque normalmente se considera al macho como agresivo, 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 harem de hembra en estro rodeándolo 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 (Salomón, 1990).

Durante el estro existe un incremento del flujo sanguíneo y de la actividad secretora en las glándulas del útero, cervix 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 en relación al tiempo apropiado de inseminación. Al comienzo del estro el moco es claro, después de 12-18 horas es entre claro y opaco y copioso y a las 25-30 horas se hace más espeso y de consistencia cremosa.

La duración del estro en ovejas varía de 18 a 72 horas. Este periodo varía con la edad, raza, situación geográfica y contacto con machos. El estro es más corto en los animales jóvenes que en los maduros (Salomón, 1990).

2.2.3 Metaestro

El periodo del metaestro empieza al finalizar el estro y dura alrededor de 3 días. Principalmente es un periodo de formación del cuerpo lúteo. Al finalizar el proestro y en el estro, las grandes concentraciones de estrógenos incrementan la vascularidad del endometrio; esta vascularidad se hace máxima aproximadamente un día después del estro. Al disminuir los niveles de estrógenos puede haber ruptura de vasos sanguíneos capilares, lo que causa una pequeña pérdida de sangre. Esta se notará como una mancha de sangre en la cola, aproximadamente a la 35 o 45 horas después del final del estro (Bearden y Fuquay, 1982).

El metaestro es la fase que sigue a la ovulación, durante la cual el cuerpo lúteo funciona. La duración del metaestro puede depender del tiempo en que la LTH (hormona luteotrófica) es secretada por el lóbulo anterior de la hipófisis; durante este lapso hay disminución del estrógeno y aumento de la progesterona del ovario.

En el curso del metaestro, la cavidad dejada por la ruptura del folículo comienza a reorganizarse; el revestimiento de dicha cavidad crece gracias al aumento de vascularización. Las células que no fueron expulsadas aumentan de tamaño, se multiplican y se cargan de gotitas de grasa. A esta estructura reorganizada se llama cuerpo lúteo, o cuerpo amarillo, cuya secreción, progesterona, evita la nueva evolución de folículos y, por consiguiente, la aparición intempestiva de otros periodos estrales, pues el estro no ocurre en tanto está presente y activo el cuerpo lúteo.

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 cuerpo lúteo va seguida de nuevas cantidades de folículos ováricos, que inician un nuevo proestro (Frandsen, 1995)

2.2.4 Diestro

El diestro se caracteriza como el periodo del ciclo donde el cuerpo lúteo es totalmente funcional. En la oveja comprende el día 4 a los días 13, 14 o 15 (Bearden y Fuquay, 1982). En este periodo, aún 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 amarillo (de gestación) 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. Con el decaimiento del nivel de progesterona sanguínea al final de la fase lútea, se inicia el crecimiento de nuevos folículos.

La secreción de un agente luteolítico, producido por el útero, la prostaglandina $F_{2\alpha}$, liberada por el útero a los 12-13 días, determina la pérdida de la actividad biológica del cuerpo lúteo en las ovejas no gestantes y permite que se inicie de nuevo otra fase folicular. Si la hembra quedase gestante, la concentración persistente de progesterona bloquearía el sistema de control del hipotálamo y por lo tanto el ciclo estral quedaría interrumpido (Cueto y Gibbons, 2000¹).

2.3 Estacionalidad reproductiva de la oveja

La oveja es una especie poliéstrica estacional que tiene un ritmo anual de actividad reproductiva regulado por cambios en el fotoperiodo (Yeates, 1949; Hansen, 1985). Generalmente el pico de la actividad ovárica ocurre

durante el otoño pero la duración de la época reproductiva varía ampliamente dependiendo del origen de la raza (Morley, 1948; Hafez, 1953; López, 1989). 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 (Lopez, 1989; Mc Dowell 1998)

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. No obstante, otros estudios han demostrado que aun cuando se mantenga en condiciones de buena alimentación a lo largo del año, la oveja Pelibuey presenta periodos de disminución en su actividad ovárica, que coinciden con los patrones estacionales observados en las razas ovinas de lana, esto último sugirió que existía un efecto directo del fotoperiodo sobre la actividad ovárica de la hembra (Heredia *et al.*, 1991; Martínez *et al.*, 1995).

Recientemente, 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 a 19° 13' latitud Norte, y que bajo condiciones naturales, el fotoperiodo parece ser el principal regulador de la actividad ovárica en las hembras.

Durante el verano, los ovarios de las ovejas en anestro desarrollan folículos y secretan estradiol si reciben estimulación con LH. La actividad folicular cambia durante todo el año en sincronía con los patrones circulantes de secreción de prolactina y la duración del día, pero al parecer las fluctuaciones en la prolactina no se relacionan con la estacionalidad del apareamiento en la oveja.

La frecuencia de las descargas de LH dependen de la respuesta al efecto de retroalimentación negativa del estradiol; tal respuesta es baja durante la estación de actividad sexual, aumenta en la transición al anestro y

permanece elevado hasta el inicio de la siguiente temporada reproductiva, cuando vuelve a disminuir. La melatonina, una hormona pineal, modula la respuesta a los cambios en el fotoperiodo en ovejas (Hafez y Hafez, 2002).

La melatonina, 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, tras el inicio de la noche (10 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 tanto, sus niveles vuelven a bajar en la mañana (Chemineau, 1992).

El papel de la melatonina sobre la reproducción estacional del ganado 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 y Abecia, 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.

De este modo, el sistema dopaminérgico parece claramente implicado en la inhibición de la liberación de LH durante el anestro estacional, especialmente al inicio del mismo incluso en razas de reducida estacionalidad sexual (Forcada y Abecia, 2005).

2.4 METODOS DE SINCRONIZACIÓN DEL CICLO ESTRAL

La sincronización de estro ha sido utilizada para realizar el servicio (monta natural o inseminación artificial) de los animales en un tiempo reducido y para la programación de los partos; además con el uso de los progestágenos es posible inducir el celo fuera de la época reproductiva con el objeto de aumentar la frecuencia de las pariciones (Galina *et al.*, 1995).

El control de la reproducción además de permitir que el productor regule el momento del celo y de la cubrición permite la optimización de la mano de obra calificada por periodos cortos para realizar la inseminación artificial o transferencia de embriones, ya que reduce el tiempo invertido en la detección del estro, logrando el uso y aprovechamiento racional de la inseminación artificial y transferencia de embriones para el mejoramiento genético y establecimiento de épocas definidas de empadre y en consecuencia de partos y obtener la producción de lotes homogéneos en cuanto a cruza, edad y peso, lo cual facilita el manejo, la alimentación y la comercialización.

Actualmente los sistemas de producción de ovinos deben concebirse como empresas pecuarias, en donde la programación requiere de una calendarización de actividades que se cumplan rigurosamente (Basurto, 1997; Kusina *et al.*, 1999; Medrano, 2000).

Los métodos de sincronización de estros constituyen una herramienta de gran utilidad, ya que facilitan el manejo de los animales al evitarse el encierre diario para la detección de celos naturales. Se puede dividir en:

- 1) Farmacológicos
- 2) Naturales

2.4.1 Farmacológicos

Tienen la ventaja de concentrar un alto porcentaje de celos en un periodo corto de tiempo, lo que facilita la programación y realización de los trabajos de Inseminación Artificial (AI). Haremos referencia a los 2 más utilizados:

- Progestágenos naturales y sintéticos
- Prostaglandinas naturales y sintéticas (Gibbons y Cueto, 2004).

2.4.1.1 PROGESTAGENOS

a) Naturales

La progesterona es producida por las células de la granulosa del cuerpo lúteo funcional y actúa sinérgicamente con los estrógenos en varias funciones reproductivas que incluyen el crecimiento del epitelio glandular, del útero y glándula mamaria.

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; es también 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.

Los niveles altos de tienden a inhibir el estro en concentraciones altas de LH que pueden ocasionar una ovulación, a excepción del equino. Es por esto

que está hormona es de enorme importancia en el control de la regulación del ciclo estral (Galina *et al.*, 1995).

Es transportada en la sangre por una globulina de enlace, al igual que los andrógenos y estrógenos. La secreción de progesterona es estimulada por la LH, principalmente.

La progesterona realiza las siguientes funciones:

- ✚ Prepara el endometrio para la implantación y mantenimiento de la preñez, lo cual aumenta la actividad de las glándulas secretorias en el endometrio e inhibe la movilidad del miometrio.
- ✚ Actúa sinérgicamente con los estrógenos para inducir el comportamiento estral.
- ✚ Desarrollo del tejido secretor (alveólos) de las glándulas mamarias.
- ✚ En concentraciones altas, inhiben el estro y la oleada ovulatoria de LH. Así la progesterona es importante en la regulación hormonal del ciclo estral.
- ✚ Inhibe la movilidad uterina (Hafez y Hafez, 2002)

b) Sintéticos

Desde hace algunas décadas, se dispone comercialmente de progestágenos sintéticos para sincronizar ciclos estrales de los rumiantes, los cuales actúan inhibiendo la actividad del eje hipotálamo y de la hipófisis. El acetato de fluorogestona, el acetato de medroxiprogesterona, el norgestomet, y el acetato de melengestrol, son los progestágenos sintéticos de mayor difusión a nivel comercial.

- **Esponjas intravaginales**

Las esponjas intravaginales han sido el tratamiento tradicional para la sincronización del estro en pequeños rumiantes, durante las estaciones de la crianza y del anestro. Se impregnan con progestágenos que son eficaces en niveles de dosis más bajos que la progesterona natural, existen dos tipos de

esponjas el acetato del fluorogestona (FGA) y el acetato de medroxiprogesterona (MAP).

Las esponjas intravaginales son insertadas generalmente por períodos de 9 a 19 días y utilizado conjuntamente con eCG, particularmente fuera de la estación de cría, inyectado 48 horas antes del retiro de la esponja. Las esponjas tienen altas tarifas de retención (> 90%), y las hembras exhibieron estro generalmente dentro de 24 a 48 h después de retiro de la esponja (Wildeus, 2000). Las esponjas intravaginales con FGA o MAP permiten tener un mayor control de fármaco, de tal manera que su liberación y absorción paulatina logra mantener niveles circulantes constantes durante un tiempo determinado (Calderón, 2006).

La respuesta y la fertilidad del estro varían grandemente cuando se aplican las esponjas intravaginales, dependiendo en especie, el tratamiento y el tipo de manejo que se proporcione. Una comparación con esponjas de 15, 30, 45 o 60 mg de MAP en ovejas Corriedale, no mostró ninguna diferencias entre las dosis en el porcentaje de ovulación con un correspondiente 96.8% (Wildeus, 2000).

Programa de 6 días

La demostración del efecto de los niveles de progesterona sobre la dinámica folicular tiene importantes aplicaciones en la práctica. Desde hace muchos años se han usado tratamientos con análogos de progesterona (progestágenos) para el celo en la oveja. La duración de dichos tratamientos de acuerdo a lo promovido por los fabricantes es prolongada (12 a 14 días) pero el sustento para ello no es muy claro. Por otra parte la fertilidad del celo sincronizado es menor a la observada luego de un celo espontáneo. Si las ondas foliculares emergen cada 4 a 6 días no parece justificado el uso de tratamientos hormonales tan prolongados (Rubianes, 2000).

Se realizaron experimentos durante el anestro estacional utilizando los progestágenos por periodos cortos (5 o 6 días). Los resultados muestran que

los tratamientos cortos son al menos tan efectivos en inducir estros que los largos y que son seguidos de una buena fertilidad. Por su parte en experimentos realizados durante la estación reproductiva si bien no se logró una tan buena sincronización de los estros, la fertilidad subsiguiente a los mismos fue significativamente mejor con los tratamientos cortos que los tratamientos largos (Rubianes, 2000).

La menor fertilidad con los tratamientos largos estuvo asociada con la ovulación de folículos con vida media prolongada, lo que sustenta la hipótesis que los tratamientos tradicionales promueven la ovulación de ovocitos “viejos” que tienen poca probabilidad de ser utilizados o si ocurre el desarrollo embrionario anormal resultando en muerte embrionaria prematura (Viñoles *et al.*, 2001).

Programa de 10-11 días

La eficacia de la sincronización de estro y de la fertilidad después del tratamiento fue estudiada bajo sistemas de producción extensiva. Las esponjas fueron colocadas intravaginalmente por espacio de 10 -11 días. El día previo a la inserción de la esponja, se aplicó PGF_{2α} y 24 horas antes de retirar las esponjas se administra gonadotropina coriónica equina (Lymberopoulos *et al.*, 2002)

Programa de 12-14 días

Simulan la acción de un cuerpo lúteo mediante la liberación lenta de progesterona. Las esponjas se colocan en la vagina de la hembra por 12-14 días, período de tiempo que igual o excede el tiempo de vida media del cuerpo lúteo.

Debido a que hay un porcentaje variable de ovejas que no responden al tratamiento o que no presentan la ovulación sincronizada con el resto, como así también la alteración del transporte espermático producida por efecto de los progestágenos, se aconseja la utilización de progestágenos en forma

combinada con una dosis de gonadotropina coriónica equina (Gibbons y Cueto, 2004).

La eCG se administra por inyección intramuscular al momento de retirar las esponjas, en la estación reproductiva; o 48 horas antes del retiro, en el anestro estacional. La eCG provoca un pico importante de estrógenos, induciendo la aparición de un pico preovulatorio de LH y la ovulación, al mismo tiempo que mejora la sincronía de los celos. Las dosis utilizadas de eCG varían entre 200 y 400 UI, dependiendo fundamentalmente del peso corporal, de la raza y de la época del año, aconsejándose probar en principio la dosis menor.

Dosis elevadas de eCG ocasionan ovulaciones y gestaciones múltiples, generando altas pérdidas de animales por toxemia de la preñez y mortalidad perinatal.

Entre las 24 y 72 horas post-retiro de las esponjas y aplicación de eCG, se presenta un 85-95% de las ovejas en celo, alcanzándose la mayor concentración de estros entre las 36 y 48 horas. La mayoría de las ovejas presenta la ovulación alrededor de las 60 horas post-retiro de las esponjas (Cueto y Gibbons, 2000¹).

- **Acetato de Fluorogestona (FGA)**

El acetato de fluorogestona (FGA) se administra en esponjas o dispositivos intravaginales, cuando se administran 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 (Cordova *et al.*, 1999)

Los resultados obtenidos con el uso de estos dispositivos que contienen 35 o 40 mg de acetato de fluorogestona son en general buenos, obteniendo una tasa de sincronización del estro entre 95 y 100 % de las ovejas tratadas entre las 48 y 96 horas de retirado el dispositivo (Calderón, 2006).

Cárdenas y Meza (1999) obtuvieron una tasa de presentación de celos de 96% en ovejas anéstricas utilizando acetato de fluorogestona (FGA) y 350 U.I. de eCG, con 69% de fertilidad y una prolificidad de 1.47 corderos por oveja parida.

- **Acetato de Melengestrol (MGA)**

Este producto es un progestágeno oral activo, sintético desarrollado y usado para la supresión del estro en novillas, 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, una vez o dos veces al día para una duración de 8 a 14 días.

El MGA incorporado al alimento, a la dosis de 60 mg durante 14 días, produce un buen control del estro y de la ovulación. La inyección de 250 a 500 IU de eCG 48 horas después de terminar la MGA, a la dosis de 60 a 80 mg son recomendadas (Derivaux, 1982).

Éstos fueron una alternativa para la sincronización de estro; sin embargo la respuesta era variable dado que el consumo de progestágenos no se realizaba de manera uniforme entre todos los animales del rebaño (Calderón, 2006).

- **Implantes de Norgestomet**

El implante contiene 6 mg de Norgestomet sintético del progestágeno, pero se utiliza la mitad del implante original cuando se está utilizado en oveja. Los períodos de la implantación se extienden generalmente a partir del día 9 al 14 y se combinan a menudo con concentraciones de eCG o de PGF_{2α}, dos días antes del retiro del implante.

Un estudio reciente evaluó la sincronización de estro y de la ovulación en ovejas implantadas con norgestomet. El estro fue detectado en el 84% de ovejas en el estudio. La estación no tuvo ningún efecto en la sincronización; sin

embargo, el tratamiento con eCG (500 IU) aceleró la ovulación a partir de 79.8 a 68.6 h y el inicio de estro a partir del 46.0 a 32.6 h, comparado a las ovejas implantadas solamente (Wildeus, 2000).

Un estudio de la dosis de eCG asociado a la implantación de norgestomet (6 mg para 10 días, se administró eCG 24 h antes de retiro del implante) en ovejas cíclicas del pelibuey sugirió una respuesta disminuida del estro en los niveles de dosis de 500 y 1000 IU; sin embargo, los niveles de dosis mayores a 2000 IU produjeron una respuesta superovulatoria (> CL 5) y una gran cantidad de folículos anovulatorios. Sin embargo, el tratamiento con este método suele ser de costo elevado (Wildeus, 2000).

- **Dispositivos Internos (CIDR)**

Estos dispositivos se hacen de elastómeros de silicón impregnados de progesterona y fueron desarrollados en Nueva Zelanda (Wildeus, 2000).

Es un dispositivo intravaginal que contiene progesterona natural. La progesterona se libera por difusión desde una capsula de silicón sobre una espina de nylon, la cual esta adaptada para retener el dispositivo dentro de la vagina.

La progesterona del dispositivo de CIDR, se absorbe a través de la mucosa vaginal dando como resultado niveles en el plasma suficientes para suprimir la liberación de LH y FSH en el hipotálamo, previniendo el estro y la ovulación. Al remover el CIDR la LH aumenta, lo que resulta en estro y ovulación del folículo dominante (SAGARPA, 2005).

En estudios recientes con ovejas ovariectomizadas implantadas con los dispositivos de CIDR, la progesterona en el plasma sanguíneo se incremento dentro de 2 h de la inserción (5.5 ng/mL), con una declinación curvilínea rápida después de este período (Wildeus, 2000).

Sin embargo, el trabajo de Wheaton *et al.* (1993) con las últimas versiones del dispositivo encontró valores máximos de la progesterona del plasma dentro de 24 h y de niveles relativamente estables entre el día 1 y 13. Los protocolos para el uso de los dispositivos de CIDR son generalmente idénticos a los protocolos para las esponjas del intravaginales.

Este dispositivo permite la liberación lenta del progestágeno; sin embargo, el problema principal con este producto es su baja disponibilidad en el mercado nacional (Calderón, 2006).

2.4.1.2 Prostaglandinas

En 1934, Von Euler descubrió estas sustancias iniciales en el semen humano, aunque su estructura química fue determinada hasta 20 años después. A diferencia de las hormonas clásicas, las prostaglandinas (PG) se consideran hormonas locales ya que se pueden encontrar en diferentes tejidos y en la mayoría de los casos actúan localmente en su sitio de producción (Galina *et al.*, 1995).

Se aislaron primero de líquidos de glándulas sexuales accesorias y se denominaron prostaglandinas por su asociación con la próstata. Casi todos los tejidos corporales las secretan. La mayor parte de las prostaglandinas actúan localmente en el lugar de su producción mediante una interacción célula a célula y por lo tanto, no entran exactamente en la definición clásica de hormona.

A diferencia de otros agentes humorales, estas hormonas no se localizan en ningún tejido particular. Son transportadas en la sangre para actuar en un tejido blanco lejos del lugar de su producción.

Algunas formas nunca aparecen en la sangre, mientras que otras son degradadas después de que circulan a través del hígado y los pulmones. La PGF_{2α} es el agente luteolítico natural que finaliza la fase lútea (del cuerpo amarillo) del ciclo estral y permite el inicio de un nuevo ciclo en ausencia de el

establecimiento de gestación, además de que es particularmente potente para finalizar la preñez temprana (Hafez y Hafez, 2002).

Las prostaglandinas se pueden considerar como hormonas que regulan varios fenómenos fisiológicos y farmacológicos, como la contracción del músculo liso en los aparatos gastrointestinales y reproductivos, la erección, eyaculación, el transporte de espermatozoides, la ovulación, formación del cuerpo amarillo, el parto y la eyección de la leche, Están involucradas en la ovulación. Por ejemplo en la oveja, la ovulación es bloqueada con la administración de indometacina, un inhibidor de la síntesis de prostaglandinas. Debido a que la liberación de LH no se afecta en estos animales, la acción a nivel del folículo ovárico involucra a la $\text{PGF}_{2\alpha}$, la PGE_2 o ambas.

Un aumento en el estrógeno, que promueve el crecimiento del miometrio en el útero, estimula la síntesis y la liberación de $\text{PGF}_{2\alpha}$. En animales preñados, el embrión en desarrollo manda una señal al útero, previniendo los efectos luteolíticos de la $\text{PGF}_{2\alpha}$. La capacidad de esta hormona para inducir luteólisis, ha sido aprovechada para manipular el ciclo estral e inducir el parto (Hafez y Hafez, 2002).

La $\text{PGF}_{2\alpha}$ es producida en el útero de manera natural, tiene la función de producir la destrucción del cuerpo lúteo al final del diestro. Existen varias teorías acerca del mecanismo de acción de esta lisis:

1. Por vasoconstricción de vasos útero-ováricos produciendo isquemia y muerte de células lúteas.
2. Interfiriendo de manera directa en la síntesis de progesterona.
3. Compitiendo con la LH por sitios receptores en cuerpo lúteo.
4. Destruyendo sitios receptores para LH.

Las PG producidas en útero alcanzan la circulación ovárica y por lo tanto lútea por diferentes vías según la especie. En rumiantes, existe un mecanismo de contracorriente entre la vena uterina y arteria ovárica; de esta manera, la PG uterina alcanzará el cuerpo lúteo por vía local (Galina *et al.*, 1995).

- **Tratamiento con una sola inyección de prostaglandina**

Las prostaglandinas inducen la regresión lútea entre los días 5 y 14 del ciclo estral en ovejas, con manifestaciones de celo entre los 48 y 84 h de aplicada la inyección. Las ovejas que se encuentran entre el día 15 y 17 del ciclo, experimentaran luteólisis en forma natural y entrarán en celo dentro del mismo intervalo. En tanto que las que se encuentren entre los días 0 y 4 son refractarias a la prostaglandina y se alcanzarán recién 13 -17 días más tarde.

Por lo tanto, se recomienda su administración en una sola aplicación, alcanzándose una concentración de celos del 65-75 %. Debido a la menor fertilidad de los estros inducidos hormonalmente, es preferible inseminar sobre el segundo celo post-sincronización (celo natural), comenzando con la detección de celos a partir del día 16 post-aplicación y durante un período de 5 días. La detección de celos puede realizarse mediante la incorporación de un 4% de machos marcadores. En la experiencia, 50 microgramos/ovejas de Delprostenate en 1 sola inyección intramuscular, concentran un 70 % de los celos en ovejas adultas (Gibbons y Cueto, 2004).

- **Tratamiento con dos inyecciones de prostaglandina**

Para comprobar la efectividad del tratamiento se utilizaron 15 ovejas adultas ciclando, las cuales recibieron una inyección de 15 mg de PGF_{2α} seguida de una segunda inyección 8 días después. Se tomaron muestras de sangre para la determinación de progesterona, desde el día de la aplicación de la segunda inyección (día 0) hasta el día 4 post-tratamiento. Se detectaron estros dos veces a día utilizando un macho con mandil. Se consideró que ocurrió la luteólisis funcional cuando las concentraciones de progesterona alcanzaron niveles menores de 1 ng/ml en las 24 h siguientes al tratamiento y se mantuvieron en ese nivel hasta presentarse el estro. El 93.3% (14/15) de los animales tuvo un cuerpo lúteo funcional al momento de la segunda inyección de PGF_{2α} (progesterona >1 ng/ml).

En nueve ovejas (64.3%) se observó falla en la regresión del cuerpo lúteo, en estos animales se presentó a las 138 ± 13.7 h (media \pm error estándar) después de la segunda inyección. En las cinco ovejas restantes ocurrió la luteólisis funcional y mostraron estro a las 60 ± 5.3 h. Se concluye que el esquema de sincronización de estros con dos inyecciones de PGF_{2 α} con 8 días de intervalo tiene poca eficiencia debido a que una alta proporción de las ovejas tienen falla en la regresión lútea después de la segunda inyección (Cerón *et al.*, 2001).

2.4.2 Naturales

La actividad sexual de las ovejas puede ser inducida al comienzo de la estación de cría, por la acción que sobre la fisiología reproductiva ejerce la incorporación de los machos en una rebaño de hembras que haya permanecido aislada de los mismos un periodo de 4 semanas (Gibbons y Cueto, 2004).

- **Efecto macho**

Durante el anestro estacional, la introducción de un macho dentro de un grupo de hembras previamente separadas de ellos induce la actividad reproductiva de las mismas en los días siguientes. Este fenómeno se le denomina *efecto macho*.

La primera respuesta de las hembras a la introducción de los machos es un incremento en la frecuencia y amplitud de pulsos de LH y se produce pocos minutos después de la introducción de los machos. Este aumento en la secreción de hormonas hipofisarias (LH y FSH) estimula el crecimiento y desarrollo de folículos en el ovario. Los folículos a la vez secretan grandes cantidades de estradiol, el cual inhibe la secreción de gonadotropinas e impide el desarrollo de nuevos folículos. A medida que el folículo crece se vuelve cada vez más sensible a la LH y, a la par secreta más cantidad de estradiol que finalmente provoca la aparición de un pico preovulatorio de LH 52 h después de

la introducción de los machos, seguido de una ovulación 23-24 horas más tarde.

En la oveja, esta primera ovulación no es fértil y normalmente no va acompañada de estro. En una proporción de ovejas el 50 %, la primera ovulación es seguida por la formación de un cuerpo lúteo de corta duración, el cual es destruido 5-6 días después de haberse formado, produciéndose una segunda ovulación que, al igual que la primera, tampoco va acompañada de estro. El ciclo que sigue a dicha ovulación, es de duración normal (15-18 días) y termina con una tercera ovulación, que sí es acompañada de estro. En estas ovejas el celo aparece a los 24-28 días después de la introducción de los machos.

Esta ausencia de celo a la primera ovulación, la alta proporción de ciclos cortos, es seguida también por una ovulación silenciosa, representa una limitación para la utilización del *efecto macho* como medida de sincronización de la reproducción de la oveja. Una manera de eliminar este inconveniente es con una sola inyección de progesterona al momento de introducir los carneros, lo cual resulta en la eliminación de los ciclos cortos y permite la manifestación del celo a la segunda ovulación en la mayoría de las hembras.

En la oveja el principal factor que provoca la respuesta sexual es de tipo olfativo, sobre todo a través de las feromonas existentes en las glándulas sudoríparas del macho, que es lo que induce una respuesta ovulatoria. Sin embargo, el estímulo del macho es multisensorial y posiblemente involucra además del olor, señales visuales, táctiles y auditivas en las ovejas; la intensidad del estímulo del macho es muy importante.

En las ovejas el *efecto macho* es un método muy efectivo y sencillo para inducir la actividad sexual durante el anestro estacional o de lactación, con la ventaja de una sincronización entre las hembras a un bajo costo y sin tratamientos hormonales. Esta inducción sincronizada, en aquellas razas de ovinos que manifiestan una estacionalidad ligera, puede realizarse en cualquier época del año. Sin embargo, en las razas que presentan una estacionalidad

reproductiva muy marcada es necesario inducir primero la actividad sexual en los machos para obtener una buena respuesta de las hembras. Esta inducción de los machos es posible mediante un tratamiento con luz artificial y melatonina (Flores, 2001).

2.4.3 Métodos alternativos para la sincronización del ciclo estral

Con la intención de evaluar el efecto sincronizador de una esponja fabricada artesanalmente, como un método alternativo de sincronización de ciclo estral de bajo costo, se utilizaron 20 ovejas de pelo distribuidas en 2 grupos; 1) grupo testigo con 10 animales, se les colocaron esponjas intravaginales comerciales con 40 mg de acetato de fluorogestona y 2) grupo experimental con 10 animales, se les colocaron esponjas intravaginales artesanales las cuales contenían 10 mg de progesterona natural elaboradas en el laboratorio de reproducción de la Facultad de Veterinaria, en ambos grupos las esponjas fueron retiradas a los 10 días.

La detección de celo se realizó durante 92 horas empezando desde el momento de retirada la esponja intravaginal, las manifestaciones de celo se presentaron en un rango de 44-48 h en las comerciales y de 72-92 h en las artesanales, para ello se utilizaron dos carneros con mandil.

De acuerdo a lo observado las esponjas comerciales impregnadas con progestágeno sintético como el FGA son más efectivas para inducir la sincronización de celo en comparación con las del grupo artesanal, ya que la progesterona natural tiene la desventaja de que su absorción es limitada, encontrándose una diferencia de un 80% de efectividad de las comerciales en contra de un 30% de las artesanales. Otra diferencia significativa fue que las esponjas comerciales tuvieron una mayor sincronía en diferencia con las esponjas artesanales.

La preparación de las esponjas artesanales se realizó de la siguiente manera: las esponjas de forma cilíndrica de 3 cm. de longitud y 4 cm. de diámetro fueron preparadas a partir de placas de poliuretano. Se esterilizaron

en autoclave a través de revaporización. Se preparo una solución de 100 mg de progesterona natural en solución oleosa disuelta en 10 ml de alcohol 96°, de tal forma que la concentración final fue de 10 mg de progesterona natural/1 ml alcohol/esponja. La solución fue continuamente mezclada antes de colocarla en el interior de la esponja con una jeringa hipodérmica y una aguja de calibre 18. Las esponjas fueron preparadas en una campana de flujo laminar de luz ultravioleta. Posteriormente se dejaron secar por un tiempo de 24 a 48 h a temperatura ambiente. Adicionalmente, fueron tratadas con un antibiótico que contenía 800,000 UI de penicilina benzatinica y 1g de estreptomycin. (Moore *et al.*, 1979).

2.5 Factores que afectan en la reproducción

Existen factores ambientales que afectan el sistema reproductivo. Se puede considerar al fotoperíodo, estrés, nutrición, los factores feromonales y el medio social del hato, como condicionantes de los aspectos reproductivos. El primer factor se presenta modulado por los cambios nutricionales (Cueto y Gibbons, 2000²), la desnutrición y la alimentación deficiente antes del empadre, durante la gestación y después del parto tienen un efecto negativo sobre la tasa de ovulación, la supervivencia embrionaria, el porcentaje de parición y la supervivencia del recién nacido (Galina *et al.*, 1995). Las hembras detectan y condicionan la variación de su respuesta por medio de la manifestación de su actividad reproductiva. De manera que se establece, una estrategia que asegurará el éxito de la concepción, preñez y lactación (Cueto y Gibbons 2000²).

La distribución y el grado de sincronización son importantes cuando se esta evaluando el potencial de un sistema para un periodo reproductivo. La eficacia de los tratamientos con progestágenos para el control del estro, generalmente considera dos componentes: el primero es la respuesta al estro, definida como la producción de ovejas tratadas que presentan estro dentro de un periodo específico después de terminado el tratamiento. La segunda es el comportamiento reproductivo, definido en términos de la tasa de concepción al

estro sincronizado, la cual depende del grado de sincronía de estro, sobre todo si se plantean protocolos con inseminación artificial (Hernández *et al.*, 2000).

2.6 Detección de celo

Como los signos de estro no son muy claros en la oveja, se necesita de la ayuda del macho para la detección de celo, práctica importante, sobre todo en sistemas donde se utiliza la monta dirigida o la inseminación artificial. Los machos celadores deben prepararse adecuadamente para evitar que fecunden a las hembras (Galina *et al.*, 1995).

La oveja en celo se muestra inquieta y busca al macho con gran empeño, si hay varias hembras en celo al mismo tiempo, forman un grupo a su alrededor. El macho localiza a la hembra en calor por medio de la vista, más que por el olfato (feromonas); una vez que la ha encontrado olisquea la región de la vulva provocando la reacción de inmovilidad de la hembra, que es el principal estímulo para la cópula.

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 golpeteando levemente el costado del animal en celo, al mismo tiempo que emiten sonidos característicos y finalmente monta a la hembra.

Aunque la detección de celos en los rebaños de ovejas, generalmente se realiza en forma visual, casi siempre se requiere el apoyo de animales preparados para este fin y se han desarrollado diferentes alternativas que se describen a continuación:

- **Preparación de los machos celadores**

Los machos pueden ser enteros o castrados, a los cuales se les induce la actividad sexual. Los machos celadores solo pueden ser utilizados en grupos

reducidos y por un periodo corto de tiempo; tienen la función de detectar a las ovejas que están en celo para luego poder inseminarlas. Cuando se habla de machos enteros se entiende que son machos que todavía poseen los testículos (Borquez y Cabral, 2005).

- **Carneros con delantal**

Como fácilmente se deduce, se trata de carneros de corral, a los que se les adapta un dispositivo que consiste en telas o en paños fuertes (en tejido), que cubre la región ventral del carnero, y se asegura mediante tiras. Esto es lo que se conoce como "delantal" o "chaleco", que impide al carnero el coito; pero no dificulta el salto del animal, permitiendo reconocer inmediatamente la hembra en celo, ésta se aparta inmediatamente si esta presente el operario y si se trata de pocos animales. Cuando son muchos, se prefiere identificar a la oveja en celo por una marca, para lo cual se coloca pintura sobre el delantal del carnero, o una bolsita con carbón en polvo, asegurada por una costura.

Mediante este sistema, hay que tomar las debidas precauciones, para evitar la caída o la desviación del delantal, lo que en cierto modo no confiere una absoluta seguridad (Borquez y Cabral, 2005).

- **Machos esterilizados quirúrgicamente**

La esterilización quirúrgica, o vasectomía, consiste en la eliminación de la capacidad para fecundar del carnero; pero no anula su actividad sexual. La operación no afecta la vida útil del animal y mantiene los caracteres secundarios del sexo.

TÉCNICAS:

- 1) Corte o extracción de un trozo de conducto deferente, o deferentectomia.
- 2) Corte solo del conducto deferente, o deferentomia.
- 3) Extracción o ablación de la cola del epidimio (Borquez y Cabral, 2005).

- **Hembras androgenizadas**

También se han utilizado hembras androgenizadas tratadas con testosterona, para detección del estro. Por la influencia de la testosterona, las hembras tratadas manifestaran una conducta de macho, detectando a las compañeras de rebaño que se encuentren en celo. Las hembras detectadas en calor son separadas del rebaño para realizar su inseminación o la monta dirigida. Se acostumbra cubrir a la hembra en el momento en que es detectada en celo y cada 12 h hasta el término del celo (Quintal *et al.*, 1988)

Los machos tienden a distribuir sus servicios entre las hembras receptivas, pero prefieren a las que no han montado antes y a las que empiezan en celo (Galina *et al.*, 1995).

2.7 Inseminación artificial

La inseminación artificial (AI) permite fundamentalmente la rápida y masiva difusión de las características deseables de los reproductores con alto potencial productivo, permite usar carneros viejos o lesionados u ovejas ubicadas en lugares distantes y, además, permite el control de algunas enfermedades de transmisión sexual (Parraguez *et al.*, 2000).

Para realizar la AI deben considerar los siguientes pasos.

- 1) Extracción del semen al carnero.
- 2) Estudio del semen según sus características.
- 3) Sincronización de los celos.
- 4) Introducción del semen en el aparato genital femenino (Borquez y Cabral 2005).

2.7.1 Métodos de inseminación

Semen fresco

Manipulación y examen del semen

El semen colectado en la vagina artificial o mediante el empleo del electroeyaculador, es conservado en baño de agua a una temperatura de 28-30° C durante su evaluación y posterior utilización.

Es de suma importancia que el tiempo transcurrido entre la obtención del eyaculado y la última inseminación sea el menor posible (alrededor de 1 hora), extremándose este cuidado en caso de tratarse de semen sin diluir.

Antes de proceder a su utilización, el eyaculado debe ser evaluado al microscopio, observando fundamentalmente que el mismo posea una motilidad masal (valor subjetivo del vigor de movimiento de las ondas; 0, mínimo; 5, máximo), igual o superior a 3.

La dilución del semen obtenido se realiza en forma aproximada, asegurándose una cantidad de 100 a 150 millones de espermatozoides totales por dosis de inseminación de 0.02-0.25 ml.

Si bien la frecuencia con la cual se puede obtener semen de un carnero depende de su libido, condición corporal, edad, se recomienda un régimen de 2-3 saltos por día por un periodo de 4-5 días, seguido de un descanso de 2-3 días (Gibbons y Cueto, 2004).

2.7.1.1 Inseminación vaginal

La inseminación vaginal es el método más simple y más rápido cuando se utiliza semen fresco diluido, pero requiere una dosis de semen generalmente mayor que si se utilizará alguno de los otros métodos. Aunque no se pueda recomendar de una forma general, la inseminación vaginal puede ser útil cuando el tiempo y las disponibilidades sean factores limitantes o para inseminar hembras vírgenes en las que la estrechez de la parte vestibular no permite la penetración del especulo (Salomón, 1990).

Éste método de inseminación consiste en la deposición del semen en la vagina anterior sin ningún intento de localizar el cervix. La vulva de la hembra se debe limpiar con una gasa o algodón a fin de evitar la contaminación de la vagina al introducir la pipeta de inseminación, ésta se carga primero con un poco de aire, hasta la división 0.2 ml, y luego con la dosis requerida de semen que se encuentra en el tubo que se mantiene en el baño a 30° C. La cámara de aire sirve para que las dosis completas de semen sean depositadas en la vagina durante la inseminación. La punta de la pipeta se introduce en la vagina a lo largo de la pared superior facilitando su entrada por la apertura suave de la válvula con la mano libre. Si bien la misma pipeta puede reutilizarse varias veces, es importante que esta se limpie con un algodón o gasa entre hembra y hembra (Borquez y Cabral, 2005).

2.7.1.2 Inseminación cervical

El equipo necesario es simple y, sí se dispone de personal suficiente el número de animales que se insemina en poco tiempo es muy grande. Cuando se practica adecuadamente, la inseminación cervical con semen fresco o semen sin diluir da por resultado una alta fertilidad, comparable a la obtenida en rebaños con monta natural. Este es el método generalmente recomendado de inseminación cuando se utiliza semen fresco diluido o sin diluir (Salomón, 1990).

La inseminación cervical puede llevarse a cabo mediante una pistola de inseminación multidosis, que permite mediante un émbolo dentado, inseminar varias ovejas una vez cargado el semen, así como graduar el volumen de la dosis de inseminación. El semen se aspira desde el tubo de colección, dejando previamente una cámara de aire de 2 ml.

El lugar donde se practicará la inseminación debe estar limpio, a una temperatura ambiente de 20-25° C y libre de corrientes de aire. Las ovejas deben sujetarse en un mínimo de tiempo, evitando causar estrés innecesario en los animales.

Para realizar la inseminación cervical, las hembras se presentan inclinadas cabeza-abajo, con los cuartos traseros montados sobre una baranda o riel. También podrán sujetarse mediante un brete giratorio a la salida de la manga. Se limpia la vulva con una toalla de papel desechable y se aplica una muy pequeña cantidad de vaselina para facilitar la introducción del vaginoscopio; éste se introduce lentamente hasta el fondo de la vagina de la hembra donde se localiza el orificio de entrada al útero (cérvix). En el caso de presentarse moco abundante que dificulta su localización, mediante una vaina plástica con jeringa, se absorbe y se elimina. Se solicita el semen a un auxiliar.

La punta de la vaina de inseminación se guía hasta la entrada del orificio uterino y es introducida mediante suaves movimientos giratorios hasta donde se presente resistencia (Gibbons y Cueto, 2004).

Antes de descargar el semen, se retirará un poco el vaginoscopio hacia atrás a fin de facilitar el cierre de la vagina anterior evitando que el semen se derrame. Posteriormente se retirará primero la pipeta y luego el vaginoscopio. Es importante limpiar la vagina de contaminación o moco antes de depositar el semen (Borquez y Cabral, 2005).

Una vez descargado el semen es conveniente que la hembra permanezca durante 2 o 3 minutos en la posición de inseminación, y luego en un corral contiguo a los machos por un par de horas. Los porcentajes de preñez logrados en inseminación cervical con semen fresco, y dosis de 100-150 millones de espermatozoides, varían entre el 60 y 70% (Gibbons y Cueto, 2004).

Semen congelado

En el ovino, el uso de esta técnica es de aplicación reciente, debido a la dificultad que presenta el cuello uterino de la oveja para ser transpuesto por la vaina de inseminación, así como la reducción de la viabilidad espermática

producida por el proceso de congelamiento y descongelamiento que impedían obtener tasas de preñez semejantes a otras especies.

A comienzos de la década de los 80, investigadores Australianos desarrollaron una técnica de inseminación intrauterina por laparoscopia, que depositando el semen congelado directamente en la luz de los cuernos uterinos, permitía obtener porcentajes de preñez superiores al 50%.

Esta técnica permite asimismo realizar un uso muy eficiente del semen. Al depositarse la dosis de inseminación en proximidad del ovario, basta con un bajo número de espermatozoides para preñar una hembra. Esto permite obtener, mediante una adecuada dilución y fraccionamiento del semen, entre 60 y 150 dosis fecundantes de un mismo eyaculado, siendo 3000-7000 millones de espermatozoides (Gibbons y Cueto, 2004).

- **Descongelamiento y examen del semen post-descongelado**

El descongelamiento del semen se realiza a una temperatura de 36° C. Una vez descongelado, es conveniente proceder a una rápida utilización. Si el semen fue congelado en pastillas, su descongelamiento puede llevarse a cabo en tubos de hemólisis secos mantenidos a esa temperatura de 36° C en baño de agua. Se agitarán durante un minuto dentro del baño para asegurar un descongelamiento homogéneo.

Si el congelamiento del semen se realizó en pajuelas, éstas se agitarán durante 15 segundos bajo el agua. La pajuela es retirada del baño y secada con una toalla de papel desechable. Se le cortan ambos extremos para proceder a su vaciado, ya sea en tubo de hemólisis o directamente en la vaina de inseminación.

La evaluación de la calidad seminal al descongelamiento es de suma importancia. Normalmente se evalúa 2 o 3 dosis por partida. Es necesario hacer varias observaciones de la misma pajuela.

Inmediatamente después del descongelamiento, se coloca una gota de semen en portaobjetos templado sobre platina térmica, realizándose una observación al microscopio de la motilidad masal.

A continuación se coloca una gota de semen entre porta cubreobjeto templados. En esta observación se estima el porcentaje de espermatozoides vivos, así como la motilidad progresiva (valor subjetivo de la velocidad de desplazamiento hacia delante de los espermatozoides vivos; 0, mínimo; 5, máximo).

Para aceptar una partida, el semen debe poseer:

- 1) Motilidad masal al descongelamiento.
- 2) Un porcentaje de espermatozoides vivos igual o superior al 30%.
- 3) Motilidad individual progresiva igual o superior a 2.5% (Gibbons y Cueto, 2004).

2.7.1.3 Inseminación intrauterina

Las hembras al ser inseminadas por laparoscopia guardaran un ayuno de 12 horas o mas (generalmente por una noche). Esto reduce el contenido del rumen, y facilita la localización de los ovarios y el útero, evitando además la regurgitación desde el rumen durante la laparoscopia (Borquez y Cabral, 2005).

Las hembras son aseguradas en una camilla, en decúbito dorsal, donde se les esquila y lava el abdomen con jabón blanco. El animal se presentara al inseminador con los cuartos hacia arriba, en una declinación de 45°.

El material de laparoscopia (endoscopio, trocares de 5 y 7 mm y cánulas correspondientes) se coloca en una bandeja con una solución desinfectante de un amonio cuaternario y será devuelto a la bandeja entre inseminación e inseminación (Gibbons y Cueto, 2004).

Primeramente se introduce en la cavidad abdominal un trocar de 7 mm. y cánula a la izquierda de la línea media de la oveja y a unos 5 cm. de la ubre. Se debe tener especial cuidado de no perforar ningún órgano ni vena principal.

Antes de introducir el trocar de 5 mm. y cánula a la derecha de la línea media, es conveniente dejar ingresar aire dentro de la cavidad abdominal, lo que facilita la visualización de los órganos internos.

Remplazando el trocar de 7 mm por el laparoscopio, se examina la cavidad abdominal para la localización de los cuernos uterinos. A través de la cánula de 5 mm, se introduce el transcap con la vaina de inseminación, con el volumen requerido de semen.

La inseminación se realiza mediante inyección en el tercio medio y dorsal del cuerno uterino, depositándose la mitad de la dosis de semen. El semen debe fluir libremente hacia el interior del útero. A continuación, se repite la maniobra en el otro cuerno. Luego de la deposición del semen, se retira la vaina de inseminación y el laparoscopio, permitiendo la salida de aire del interior de la cavidad abdominal, antes de retirar las cánulas.

Una vez finalizada la inseminación es conveniente que los animales permanezcan por 2-3 horas en un corral, antes de ser trasladados al campo. El volumen de la dosis utilizado normalmente en inseminación laparoscopia es de 0.25 ml. El número de espermatozoides totales por dosis de inseminación varía entre 40 y 50 millones, obteniéndose tasas de preñez del 50 al 60% (Gibbons y Cueto, 2004).

- **Momento de la inseminación en estro sincronizado**

Cuando se combina el uso de dispositivos de progesterona y eCG, y la inseminación es por vía vaginal o cervical, se debe practicar una sola inseminación 54 a 56 horas después de que se retira el dispositivo. Si las ovejas deben inseminarse dos veces, la primera inseminación se realiza a las 48 horas de retirarse el dispositivo, y la segunda, 12 horas después. La inseminación doble por lo general aumenta la prolificidad.

Si la inseminación es laparoscopia y se utiliza progesterona y tratamientos con eCG, se insemina a la hembra 56 a 62 horas después de retirarse el dispositivo. Si las ovejas se han superovulado, debido a los niveles más elevados de eCG o FSH, la inseminación se realiza antes. Cuando se utiliza semen fresco, la inseminación se efectúa 36 a 48 horas después de extraerse el dispositivo vaginal. La inseminación con superovulación debe practicarse a las 44 a 48 h de retirarse el dispositivo si se usa semen congelado-descongelado. La inseminación artificial se practica 48 a 52 horas después de retirarse el CIDR (Hafez y Hafez, 2002).

Después de la sincronización de estro con el método alternativo, se realizó la inseminación intrauterina por laparoscopia con semen congelado. Se registró el tiempo desde la exposición de un celo franco hasta la hora de inseminación transcurriendo de 7 a 20 horas. Antes de continuar con la inseminación, a las 11 ovejas que mostraron celo se les examinaron los ovarios para encontrar el folículo que se “preparaba” para la ovulación, localizándose en algunas, folículos grandes en ambos cuernos.

El diagnóstico de gestación se realizó a los 30 días por medio de un ultrasonido obteniendo como resultado a 7 ovejas gestantes, en donde 5 de ellas fueron de las esponjas comerciales y 2 fueron del tipo artesanales, además se encontraron 4 animales sospechosos; el segundo diagnóstico se realizó 20 días más tarde, observándose que de las sospechosas ninguna quedó preñada y confirmando a los 7 restantes.

Los resultados obtenidos por el método de inseminación intrauterina por laparoscopia fueron buenos ya que se lograron resultados de un 63.63% de efectividad, el cual es mayor a los descrito por algunos autores.

Tiempo de inseminación con estro natural

Cuando se deba inseminar artificialmente, por vía vaginal o cervical, se obtendrán mejores resultados si la inseminación se hace antes de la ovulación,

pero muy próximo a ella. En general, el momento óptimo para inseminar ovejas es 12-18 horas después de la aparición de estro.

Si se van a inseminar hembras con estro natural, éste normalmente se detecta con la ayuda de los machos celadores. El contacto con machos puede alterar la duración del estro, que es generalmente más corto, con ovulación más temprana. Una vez marcadas las hembras en estro, por los machos marcadores, deben ser inseminadas lo mas pronto posible si solo se utilizan los machos una vez al día; pero en caso de emplearlos dos veces (mañana y tarde), las hembras marcadas por la tarde se inseminarán a primera hora del día siguiente y luego, algo más tarde, las señaladas por la mañana. La utilización de machos marcadores dos veces al día aumenta considerablemente el número de estros detectados con lo que la inseminación se puede sincronizar mejor, con relación a la ovulación (Salomón, 1990).

3. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a lo observado en la literatura se concluye que las esponjas intravaginales con progestágenos sintéticos son el tratamiento hormonal de mayor eficacia para la sincronización del ciclo estral en ovinos debido a su facilidad de manejo y disponibilidad en el mercado. Sin embargo, es preciso realizar estudios que permitan establecer alternativas de bajo costo, pero con el mismo o mejor nivel de respuesta de que los métodos comerciales existentes.
2. La técnica de inseminación intrauterina por laparoscopia con semen congelado o fresco de acuerdo a la revisión de literatura; representa la alternativa más viable para la obtención de tasas de gestación aceptables en los sistemas de producción ovina, comparadas con la inseminación vaginal o transcervical, no obstante, es preciso señalar que la aplicación de este método puede ser limitada por la falta de personal capacitado y por no contar con el equipo adecuado.

4. LITERATURA CITADA

1. Armenta, C. J. 2003. Efectividad de la progesterona sintética para inducir estro y fertilidad en vacas cebú en el trópico. (Tesis de Licenciatura). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán, México.
2. Basurto, C. H. Sincronización del estro en bovinos del trópico. 1997. Memorias del curso de farmacología y su aplicación en la clínica bovina. Colegio de Médicos Veterinarios Zootecnistas del D.F. México. p. 11-19.
3. Bearden, H. J., Fuquay, J. 1982. Reproducción animal aplicada. Ed. El Manual Moderno. México, D.F. p. 66-72.
4. Borquez, A. J., Cabral, L. 2005. Inseminación artificial en ovinos. [en línea] <http://www.misionrg.com.ar/insemina.htm>. (Consulta: 28 octubre, 2005).
5. Calderón, M. G. 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. Cárdenas, S. J., Meza, R. J., 1999. Inducción de celo en ovejas en anestro dentro de un programa de tres partos en dos años XXXV, Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. 19 -22 de Octubre Mérida Yucatán, México. p.1-5.
7. Castillo, R. H., Valencia, O. M., Berruecos, J. M. Comportamiento reproductivo del borrego Tabasco mantenido en clima tropical y subtropical. Índices de fertilidad. *Téc Pecu Méx* 1972;20:52-56.
8. Cerón, H. J., Méndez, V. J., Quintero, Z. L. 2001. Regresión del cuerpo lúteo y presentación del estro en ovejas con dos inyecciones de prostaglandina con 8 días de intervalo. [en línea]
9. <http://www.geocities.com/capecanoveral/galaxy/4683/vete161-10.pdf>. (Consulta: 26 octubre, 2005).
10. Cerna, C., Porras, A., Valencia, M. J., Perera, G., Zarco, L. Effect of an inverse subtropical (19°13'N) photoperiod on ovarian activity, melatonin

- and prolactin secretion in Pelibuey ewes. *Anim Reprod Sci* 2000:511-525.
11. Córdoba, I. A., Ruiz, L. G., Saltijeral, O. J., Pérez, G. F., Degefa, D. T. 1999. Inducción y sincronización de celo en ovejas criollas anéstricas estacionales con esponjas vaginales impregnadas en FGA y PMSG inyectables. [en línea] <<http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/12.indicespdf/indigine.pdf>> (consulta: 19 septiembre, 2005).
 13. Cueto, M. Gibbons, A. E. 2000 ¹. Efecto de la dosis de PMSG en la inseminación artificial intrauterina sistemática o con detección de estros. Asociación interprofesional para el desarrollo Agrario (ITEA), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Bariloche. Argentina. 18:440-442.
 14. Cueto, M.; Gibbons, A. E. 2000 ². Reproducción en caprinos. Asociación interprofesional para el desarrollo Agrario (ITEA), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Bariloche. Argentina. 18:3,4
 15. Cruz, L. C., Fernández-Baca. S., Escobar, M. F. J., Quintana, F. Edad al primer parto e intervalo entre partos en ovejas Pelibuey en el trópico húmedo. *Vet. Méx.* 1983;14:1-5.
 16. Chemineau, P. 1992. Seasonality and photoperiodic influence in the female goat reproduction. *Proc. V Int. Conf of Goats*, Nueva Delhi, 2-8 de Marzo, Vol II, Part II, 355-368.
 17. Derivaux, J. 1982 Reproducción de los animales domésticos. (2a ed). Ed. Acribia. Zaragoza España. p. 468.
 18. Devincenzi, J. C. B., Algorta, M., García, P. H., Caors, C. A., Gatica, R., Correa, J. E. 2004 Utilización de un dispositivo intravaginal con progesterona: Efecto sobre la sincronización de celo y respuesta superovulatoria en ovejas corriedale en Uruguay [en línea]
 19. <http://www.vet-uy.com/articulos/artic_ov/023/ov023bas.htm> (29 septiembre, 2005).
 20. Espinosa, M. M. C., Valencia, J. Z. L., Escobar, M. F. J., Colina, F. F., Arechiga, F. C. F. 2004. Effect of fluoropgestone acetate on embryo recovery and quality in eCG-superovulated goats with premature luteal regression. *Theriogenology*; 62:624-630.
 21. Forcada, F., Abecia A. J. 2005. Control de la actividad reproductiva del ovino. *Mundo Ganadero*. 122:3-6.

22. Flores, C. J. A., 2001. El efecto macho, para inducir y sincronizar hembras. La Revista Del Borrego. (8):16-20,25.
23. Frandson, R. D. 1995. Anatomía y fisiología de los animales domésticos. (5ª ed). Editorial Interamericana. Mc Graw-Hill. México, D. F. p 423-426.
24. Galina, H.C., Saltiel, C.A., Valencia, M.J., Becerril, A.J., Bustamante, C.G. Calderon, Y.A., Duchateau, B.A., Fernandez, B.S., Olguin, B.A., Paramo, R.R., Zarco, Q.L. 1995. Reproducción de animales domésticos. (4ª ed). Editorial Limusa. Mexico, D.F. p 49-89.
25. Gibbons, A., Cueto, M. I. 2004. Manual Inseminación artificial en ovinos. [en línea]
26. <<http://www.inta.gov.ar/bariloche/info/documentos/animal/reproduc/pa416.htm>> (20 septiembre, 2005).
27. González, R. J., Solís, R. J., 2000. Los sistemas de producción de ovinos en México: estado actual y perspectivas. Memoria del 1er taller de ovinos de pelo del golfo y noreste de México. 4-7 de octubre. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. p, 2-30.
28. Hafez, E. S. y Hafez, B. 2002. Reproducción e inseminación artificial en animales. (7ª ed). Mc GrawHill. México. p 42-46, 181-182.
29. Hafez, E. S. E. Studies on the breeding season and reproduction of the ewe. J Agric Sci 1952;42:189-265.
30. Hansen, P. J. Photoperiodic regulation of reproduction in mammals breeding during short days. Anim Reprod Sci 1985;9:301-315.
31. Heredia, A. M., Velásquez, M. P. A., Quintal, F. J., Mex. R; Aragón, J. Efecto de dos fuentes de alimentación sobre la estacionalidad reproductiva de la oveja Pelibuey. Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Tamaulipas 1991; 1991 noviembre 13-17; Cd. Victoria, Tamaulipas. Cd Victoria, Tamaulipas: Universidad Autónoma de Tamaulipas, 1991a:96.
32. Hernández, C. J., Méndez, M. M., Pacheco, R. N. O., Porras, A. A. 2000. Los tratamientos sincronizadores de estros, utilizando progestágenos en combinación con estrógenos, inducen conducta estral en ovejas ovariectomizadas. Veterinaria México; 31:371.

33. Kusina, N. T. Tarwirei, F.; Hamudikuwanda, H.; Agumba, G.; Mukwena, J. 2000. A comparison ear implants, PGF_{2α}, and their combination fertility of Masona goat does. *Theriogenology*; 53:1567-1580.
34. León P. P., Ortega G. R., Jiménez T. A. 2003. Sincronización del estro con prostaglandinas PGF_{2α} en vacas Holstein con historial de problemas reproductivos. Memoria del XIV Encuentro de Investigación Veterinaria y Producción Animal. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 1, 2 y 3 de diciembre. Morelia, Michoacán, México p, 162- 166.
35. López, S. A. Estacionalidad de la reproducción. *Ovis* 1989;1:59-73.
36. Lymberopoulos, A. G., Bosco, C. M., Dellis, S., Papia, A., Belibasaki, S. 2002. Oestrous synchronization under range conditions in dairy goats reared with different PGF_{2α} doses during the transition period in Greece. *Animal Science* 2002, 75: 289-294
37. Martínez, R. R. D.; Zarco, Q. L. A.; Rubio, G. I.; Cruz, L. C.; Valencia M. J. 2001. Efecto de los implantes subcutáneos de melatonina y la suplementación alimentaria, sobre la inducción de la actividad ovárica en ovejas Pelibuey durante la época de anestro. *Veterinaria México*; 32:237:247.
38. Medrano, J. A. 2000. Animal genetic resources from the centre of Mexico. *Archivos de Zootecnia*; 49:385-390.
39. Méndez M. M., Hernández C. J., Pacheco R. N., Parras A. A. 2000. Los tratamientos sincronizadores de estros utilizando progestágenos en combinación con estrógenos, inducen conducta estral en ovejas ovariectomizadas. *Veterinaria México*. 31 (4): 371-373.
40. Moore, N. W., Applesto, J. The control of oestrus, ovulation and fertility in the Angora goat. *Aust J Agric Res* 1979;30:965-972
41. Morley, F.H.W. Some seasonal factors affecting fertility among Merino ewes in the Trangie district of New Sou
42. McDowell, C. M., Anderson, L. H., Lemenager, R. P., Mangione, D. A., Day, M. L. 1998. Development of a progestin-based estrus synchronization program: II. Reproductive response of cows fed melengestrol acetate for 14 days with injections of progesterone and prostaglandin F_{2α}. *Journal of Animal Science*; 76:1273-1279.

43. Orozco, E. K., Garcia, V. S., Romero, S. G. N., Herrera, C. J. 2005. Tiempo y Frecuencia de estro en ovejas tratadas con prostaglandinas y acetato de fluorogestona. *BIOTAM* 1: 391-393.
44. Ortega, R. V. M. 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.
45. Parraguez, V.H., O. Blank, C. Muñoz, E. Latorre. 2000. Inseminación artificial en ovinos. *Mon. Med. Vet.* 20:69-77.
46. Quintal, F. J. A., Heredia, A. M., Rodríguez R. O. L. 1988 Detección del estro en un rebaño de ovejas Pelibuey con utilización de hembras androgenizadas. *Téc Pecu Méx* 26:1-7.
47. Raso, M., Buratovich, O., Villa, M. 2004. Comparación de cuatro tratamientos de sincronización de celos en ovinos. [en línea]
48. <<http://www.inta.gov.ar/esquel/ingo/documentos/animal/celovinos.htm>
49. (Consulta: 12 septiembre 2005).
50. Rubianes, E. 2000. Avances en el conocimiento de la fisiología ovárica de los pequeños rumiantes y su aplicación para el manejo reproductivo. *Actas de Fisiología. Revista Departamento de Fisiología, Facultad de Veterinaria. Universidad de Montevideo, Uruguay. Actas de Fisiología;* 6:93-103.
51. Salomón, S. 1990. Inseminación artificial de ovejas y cabras. Ed. Acribia. Zaragoza, España. p. 42-48, 143-158.
52. SAGARPA. Sincronización del estro en ovinos con **CIDR®** Reg. SAGARPA Q-0001-129, Q-0001-127. 2005
53. Ugalde, R. P. J. 2000. Experiencias practicas sobre el manejo reproductivo de los ovinos de pelo en México. [en línea] www.cirval.asso.fr/publication/venezuela/Conferencias/Experiencias.htm - 102k –(consulta 13 de Noviembre,2005)
54. Viñoles, C., Forsberg, M., Bancharo, G., Rubianes, E. 2001. Effect of long term and short-term progestagen treatment on follicular development and pregnancy rate in cyclic ewes *Theriogenology*.

55. Weaton, J. E. K. M. Carlson, H. F. W. Johnston, L. J. 1993. CIDR-a new progesterone-releasing intravaginal device for induction of estrus and cycle control in sheep and goats. *Anim.Reprod. Sci.* 33: 127-141.
56. Wildeus, S. 2000. Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. Agricultural Research Station, Virginia State University, Petersburg 23806. *Proceedings of the American Society of Animal Science*, American Society of Animal Science. p. 3-22.
57. Yeates NTM. The breeding season of the sheep with particular reference to its modification by artificial light. *J Agric Sci Camb* 1949;39:1-43.