

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACIÓN DE DOS PROTOCOLOS PARA LA SINCRONIZACIÓN
DEL CICLO ESTRAL EN OVEJAS DE LANA (SUFFOLK)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA

MARTHA PAOLA LOZANO PÉREZ

Asesores:

MVZ. Vicente Octavio Mejia Villanueva

MVZ. Jesús Núñez Saavedra

México, D. F.

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A MI FAMILIA

AGRADECIMIENTOS

A mi **mamá, tío, hermanos, tías, primos, al pollo y a la peque** por su comprensión y confianza porque sin su apoyo no hubiera sido posible alcanzar una de las metas de mi vida.

A mi asesor de tesis, una de las personas que mas admiro por su inteligencia y sus conocimientos, **Octavio Mejia** por su paciencia y constante apoyo que me ofreció pero sobre todo por la confianza mostrada en todo momento.

A mi **jurado** por su disposición permanente e incondicional en aclarar mis dudas y por sus substanciales sugerencias durante la redacción de la tesis.

A la **Dra. Rosi Angulo** y **los Doctores Jesús Núñez, César Tapia, Ricardo Hernández, César Flores, Martín Villalobos, José Luis Paniagua, Alberto Ríos y Julio Cervantes** por sus consejos y sugerencias para la realización de esta tesis.

A **Miguel, Manuel, Juan, José, Alfre, Chucho, Adrián, Noé, Dorita, Ana, Don Juan, Don Peri, Don Miguel, Pin y Abraham** por su valiosa colaboración y buena voluntad.

A la familia CEIEPO: **Gaby, Janet, Karina, Karla, Víctor y José Luis** por su desinteresada ayuda, apoyo, paciencia, amistad y por haber compartido formidables momentos.

A **Norma, Ivonne y Yami** por su amistad.

A **Nez du chien** por haber acudido siempre en mi auxilio y sincera amistad.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. OBJETIVO GENERAL	4
3. OBJETIVOS PARTICULARES	4
4. HIPÓTESIS	4
5. REVISIÓN LITERARIA	5
5.1 Fisiología reproductiva de la oveja	5
5.1.1 Estacionalidad reproductiva	5
5.1.2 Fotoperiodo	5
5.1.3 Ciclo estral	6
5.1.3.1 Proestro	7
5.1.3.2 Estro	8
5.1.3.3 Metaestro	10
5.1.3.4 Diestro	11
5.1.3.5 Anestro estacional	12
5.2 Control artificial del ciclo estral	12
5.2.1 Sincronización	12
5.2.1.1 Progesterona y progestágenos	13
5.2.1.2 Estimulación del desarrollo folicular	14
5.2.1.3 Prostaglandina F2 alfa	15

	Página
5.4 Recolección y evaluación de semen	16
5.4.1 Evaluación del semen	16
5.4.2 Volumen	17
5.4.3 Motilidad	17
5.4.4 Concentración	17
5.5 Monta dirigida	18
5.6 Inseminación Artificial	19
5.6.1 Selección de ovejas a inseminar	19
5.6.2 Inseminación artificial con semen fresco	20
5.6.2.1 Inseminación vaginal	20
5.6.2.2 Inseminación cervical	20
5.6.2.3 Inseminación transcervical	21
5.6.2.4 Inseminación intrauterina	21
5.7 Diagnóstico de gestación	22
5.7.1 No Retorno al Estro	23
5.7.2 Ultrasonografía bidimensional (Modo B)	23
6. MATERIAL Y MÉTODOS	25
7. RESULTADOS	31
8. DISCUSIÓN	38
9. CONCLUSIONES	41
10. LITERATURA CITADA	42

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1: El ciclo estral de la oveja y sus alternativas	7
FIGURA 2: Relación entre estro y ovulación	10
FIGURA 3: Distribución del total de ovejas en celo por cada tratamiento	31
FIGURA 4: Distribución de las ovejas en celo a las 24, 36 y 48 horas posteriores al retiro de la esponja vaginal	32
FIGURA 5: Intervalo medio entre el fin del tratamiento y el inicio del estro	33
FIGURA 6: Proporción de ovejas del tratamiento 1 con niveles de progesterona plasmáticos inferiores o superiores a 1 ng/ml antes de la aplicación de PGF2 α como parte del protocolo de sincronización	34
FIGURA 7: Distribución y características de los partos	37

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
CUADRO 1: Frecuencias productivas de acuerdo al protocolo y grupo experimental	35
CUADRO 2: Resultados comparativos de la prolificidad y cantidad de crías obtenidas entre los grupos experimentales	36

RESUMEN

LOZANO PÉREZ MARTHA PAOLA. Evaluación de dos protocolos para la sincronización del ciclo estral en ovejas de lana (Suffok) (Bajo la dirección de: MVZ. Vicente Octavio Mejía Villanueva y MVZ. Jesús Núñez Saavedra)

El objetivo del presente estudio fue evaluar la fertilidad y prolificidad de ovejas sincronizadas con dos protocolos diferentes, por lo que 90 ovejas adultas Suffolk, con previa detección de al menos un celo conductual, fueron divididas al azar en dos grupos de 45 (Tx1 y Tx2). Los estros fueron sincronizados con esponjas intravaginales (40 mg acetato de fluorogestona) durante 12 días, dos días antes del retiro de las esponjas al grupo Tx1 se le inyectó intramuscularmente (.075 mg. de PGF2^α), y el día del retiro de la esponja se administro intramuscularmente (300 UI de eCG) al grupo Tx1 mientras que al grupo Tx2 se le suministro (200 UI de eCG). La mitad de la población de ambos grupos (Tx1 y Tx2) fueron servidas por monta natural (n=20 /grupo) y el resto (n=20 /grupo) inseminadas intrauterinamente con semen fresco mediante laparoscopia, 24 horas después de haber sido detectado el estro con machos enteros cubiertos con mandil. Se utilizaron las pruebas de X² y t de student para los datos. La fertilidad obtenida con Monta Dirigida en el Tx1 (70%) y en el Tx2 (68%) no mostraron diferencias estadísticas (p>0.05), sin embargo con Inseminación Intrauterina en el Tx1 (80%) y en el Tx2 (50%) se encontró una diferencia estadística (<0.05); el índice de prolificidad no mostró diferencias estadísticas (>0.05) tanto con Monta Dirigida entre el Tx1 (1.6) y el Tx2 (1.3) como con Inseminación Artificial en el Tx1 (1.4) y el Tx2 (1.3). Se concluye que la fertilidad y prolificidad fueron similares en los protocolos de sincronización y no afectadas por el tipo de servicio.

1. INTRODUCCIÓN.

A nivel mundial los ovinos representan un recurso alimenticio de gran importancia, sin embargo, la ovinocultura en México ha tenido un desarrollo exiguo.⁽¹⁾

Dentro de los factores que han impedido el avance de este sector ganadero destacan los bajos índices productivos y reproductivos, la escasa utilización de tecnología moderna y ausencia de programas de mejoramiento genético. Sin dejar de mencionar la insuficiente o nula asesoría en reproducción, nutrición y sanidad; además de una notable falta de organización y vinculación entre los productores e instituciones gubernamentales y educativas.⁽²⁾

Debido a la creciente demanda de borregos, se han incrementado los productores nacionales que han adoptado algunas técnicas modernas de reproducción en sus explotaciones. Dentro de estas técnicas destacan la sincronización e inducción del ciclo estral y la inseminación artificial, y en menor proporción la transferencia de embriones; las cuales cobran especial interés debido a que permiten acortar los intervalos entre generaciones e introducir animales mejorados, que conducen a una mayor eficiencia en la producción.⁽³⁾

La sincronización del ciclo estral es una alternativa que ha sido desarrollada para incrementar la eficiencia reproductiva en las ovejas. Esto ha permitido tener un mejor control sobre la conducción de las explotaciones,⁽¹⁰⁾ como por ejemplo el llevar a cabo empadres dirigidos, concentrar las pariciones en épocas cortas, disminuir el manejo de animales e inclusive de mano de obra, lo cual permite a llevar un manejo más uniforme de los animales, así como el llevar a cabo la inseminación de las hembras que presentan estro conductual, ya sea con monta natural dirigida (MD) o a través de la inseminación artificial (IA).⁽¹⁹⁾

Dentro de las hormonas usadas para la sincronización del ciclo estral en ovejas se encuentran el acetato de fluorogestona (FGA), la gonadotropina coriónica equina (eCG) y la prostaglandina F₂α (PGF₂α).^(4,5, 6, 7, 8, 9) Algunos protocolos emplean FGA durante 9-14 días ^(11,13) y al retiro una dosis de 300-500 UI de eCG, obteniendo respuestas favorables en la sincronización,^(12,13,17) sin embargo existen tratamientos de

sincronización que además de la FGA y eCG emplean una dosis de PGF2 α de entre 0.075 mg y 15 mg aplicada al final del tratamiento con progestágenos. Debido a que provoca la completa regresión del cuerpo lúteo, por lo que la manifestación de estro conductual se presenta de forma mas uniforme.^(5,6) La inclusión de la PGF2 α se basa en el supuesto de que, después de 9-11 días de aplicación de progestágenos aún habrá animales con un cuerpo lúteo funcional, por lo que es necesario destruirlo exógenamente para que esos animales se sincronicen con los demás. Sin embargo existen dudas tanto sobre la efectividad del tratamiento con PGF2 α como de la necesidad de su aplicación. Así, en algunos animales el CL puede ser resistente a la PGF2 α , la causa se desconoce pero se asocia con el tiempo necesario para la formación, desarrollo y plena funcionalidad del CL y con aspectos propios de su mecanismo de acción.^(4,12,14,23) Por otra parte la administración de progesterona durante los primeros días del ciclo estral puede provocar que la secreción de PGF2 α se adelante,^(22,63) acortándose la vida media del cuerpo lúteo que se estaba formando al iniciarse el tratamiento con progesterona, lo que haría innecesario la administración exógena de PGF2 α . El presente trabajo tiene como objetivo el evaluar si la administración de PGF2 α al final de un tratamiento de sincronización con progestágenos es necesaria en el ganado ovino.

2. OBJETIVO GENERAL.

Estudiar la respuesta de presentación de celo ante dos tratamientos hormonales de sincronización diferentes, así como el posible efecto sobre la fertilidad y la prolificidad de las ovejas que son inseminadas artificialmente o que reciben monta dirigida.

3. OBJETIVOS PARTICULARES

- a) Comprobar el total de ovejas en celos por cada tratamiento.
- b) Determinar el número de ovejas en celo, así como su distribución a las 24, 36 y 48 horas de finalizado el tratamiento de sincronización.
- c) Describir los niveles de progesterona plasmática en las ovejas a las que se les administró prostaglandina F2 alfa como parte del tratamiento de sincronización.
- d) Estimar y equiparar la fertilidad y prolificidad de las ovejas de cada tratamiento inseminadas artificialmente o por monta dirigida.

4. HIPOTESIS.

En los protocolos para sincronizar el ciclo estral de las ovejas con acetato de fluorogestona más gonadotropina coriónica equina, no es necesaria la administración de prostaglandina F2 alfa; además, el reducir la dosis de gonadotropina coriónica equina empleada no afectará la presentación del estro, la fertilidad o la prolificidad de las ovejas.

5. REVISIÓN DE LITERATURA.

5.1 FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE LA OVEJA.

5.1.1 Estacionalidad reproductiva.

La actividad reproductiva de la especie ovina es *poliéstrica estacional*, caracterizada por una época del año donde la gran mayoría de las hembras presentan cíclicamente estro y otra donde presentan inactividad sexual o anestro. Se dice que son *reproductoras de días cortos* es decir su reproducción inicia cuando los días duran menos (otoño).^(4,21) Sin embargo esto no ocurre en todas las razas por lo que se les ha agrupado de la siguiente manera:

- a. Razas con época de reproducción corta y anestro largo y profundo. Son estacionales y originarias de zonas donde superan los 45° de latitud norte (razas inglesas y escocesas).
- b. Razas con época de reproducción larga y anestro corto y poco profundo. Son menos estacionales y originarias de latitudes inferiores a 45° norte (razas mediterráneas y españolas).^(4, 12, 21, 23)

Hafez (2000) menciona que en latitudes superiores a los 30° es donde se presenta una estacionalidad reproductiva diferencial en las ovejas, siendo más restringida para las de cara negra que para las de cara blanca. Además, en países como México, en donde existen ovejas de pelo, se ha determinado que éstas pueden ser menos estacionales si se les compara con las ovejas de lana, debido a su origen y localización geográfica.⁽⁴⁾

5.1.2 Fotoperiodo

La variación anual de la duración del día (fotoperiodo) es el factor principal del medio ambiente que los ovinos utilizan para sincronizar su ritmo biológico endógeno en el año, esencialmente en razas originarias de zonas templadas criadas en estas zonas o en zonas subtropicales. No obstante existen otros factores como la temperatura o disponibilidad de alimento, que en este caso, desempeñan un papel secundario y son considerados como moduladores de esta actividad.⁽²⁴⁾ En cambio, en las zonas

tropicales, donde la amplitud de las variaciones fotoperiódicas es menor, estos últimos factores determinan en mayor grado la actividad sexual de las razas menos estacionales.

Así, en las ovejas la actividad sexual está fuertemente influenciada por cambios en la duración del fotoperiodo, presentándose cuando hay una disminución de las horas luz, ya que su estación reproductiva comienza a finales del verano y principios de otoño cuando los días son más cortos.⁽⁴⁾

Siendo la hormona melatonina el traductor químico de los cambios en el fotoperiodo, los cambios en su secreción afectan la actividad sexual en las ovejas. La melatonina es una hormona procedente de la glándula pineal, cuya secreción es modulada por el ciclo luz-oscuridad. Se activa el sistema al pasar de días más largos a días más cortos.⁽²⁵⁾ El núcleo supraquiasmático del hipotálamo recibe estímulos desde la retina (tracto retinohipotalámico), durante las horas de oscuridad, y éste a su vez manda un estímulo al ganglio cervical superior y la glándula pineal para que secreten la melatonina.⁽²⁶⁾ La acción final de la melatonina es el control de la secreción de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), cambiando la sensibilidad hipotalámica a los estrógenos. Sin embargo, su efecto no es directo en las células liberadoras de GnRH, debido a que sus receptores no se encuentran en estas células y a que el tiempo requerido para que la melatonina exógena cause un incremento en la secreción de LH. La finalidad de la estacionalidad reproductiva era el garantizar que los nacimientos ocurrieran en la época del año más favorable para las crías, cuando la temperatura ambiental y la disponibilidad de alimentos eran buenas.⁽²⁶⁾

5.1.3 Ciclo Estral.

El ciclo estral podría definirse como un conjunto de eventos endocrinos y conductuales recurrentes que tienen la finalidad de que ocurra la ovulación, el apareamiento y la gestación.⁽²⁴⁾ Este inicia cuando la oveja presenta receptibilidad sexual o estro y concluye con el siguiente estro; con una duración en promedio de 17 días.⁽²³⁾ Para su estudio el ciclo estral se ha dividido en cuatro etapas: proestro, estro, metaestro y

diestro, representados en la figura 1.

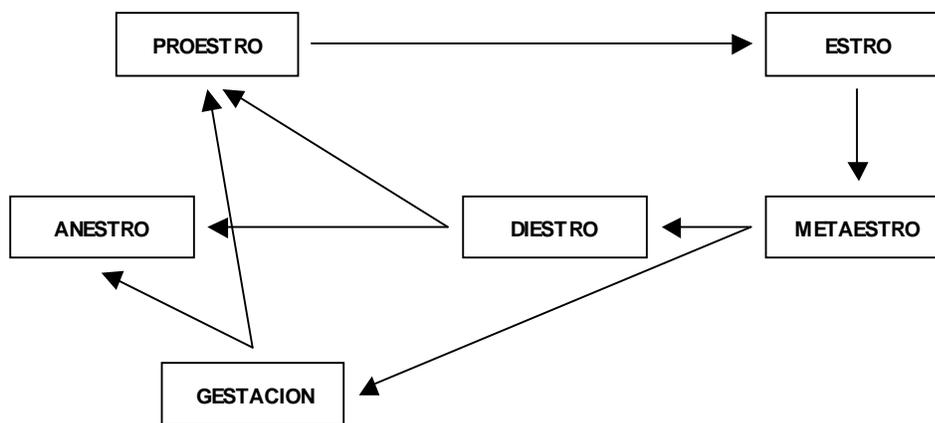


FIGURA 1. El ciclo estral de la oveja y sus alternativas. (Tomado de McDonald L. Endocrinología y Reproducción. 2º edición. México: McGraw-Hill, 1991.)

5.1.3.1 Proestro.

Esta fase dura en promedio 2 días e inicia cuando hay regresión del cuerpo lúteo (CL) lo que conlleva a la disminución de la progesterona (P4) y al incremento de los estrógenos e inhibina secretados por los folículos.^(4,12) Este incremento favorece la respuesta de la hipófisis a la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), debido a que hay un aumento de receptores.⁽²⁸⁾

La secreción pulsátil de GnRH se relaciona con la secreción de hormona luteinizante hipofisiaria; un pulso de GnRH precede a un pulso de LH.⁽²⁹⁾ Estudios posteriores realizados en ovejas mostraron que la GnRH se libera de manera pulsátil al líquido

cerebroespinal (CSF) del tercer ventrículo. Este modo de secreción se correlaciona con las concentraciones periféricas de LH.⁽³⁰⁾

La hipófisis libera a la hormona folículo estimulante, que es la encargada de activar el crecimiento temprano de los folículos y a la hormona luteinizante, la cual es necesaria para completar las últimas fases del crecimiento.⁽¹²⁾

Inicialmente la FSH estimula el crecimiento de las células de la granulosa y la actividad de la aromatasas, de forma que se potencia la síntesis de estrógenos a partir de los andrógenos. La intensificación de los estrógenos induce entonces el aumento de sus propios receptores, así como de los receptores para FSH. Esto sensibiliza a las células de la granulosa frente a ambas hormonas, produciendo un crecimiento folicular aún mayor y un nuevo impulso para la producción de estrógenos e inhibina.⁽³¹⁾

El incremento de estrógenos prepara al aparato reproductor de la oveja para su apareamiento, el útero crece de tamaño y se edematiza. En la vagina, el número de capas celulares del epitelio aumentan y las capas superficiales se vuelven más cornificadas.⁽⁴⁾ El final del proestro coincide con el inicio de la receptibilidad sexual.⁽¹²⁾

5.1.3.2 Estro

En esta fase la hembra tiene un comportamiento de actividad sexual, además sólo en esta etapa aceptará al macho (receptividad). La duración del estro en la mayoría de las ovejas varía de 24 a 36 horas, aunque en algunas puede durar hasta cerca de las 48 horas. Estas variaciones se deben a factores como la edad, raza, contacto con los machos y situación geográfica, etc.⁽²⁴⁾

Cuando los niveles de estrógenos alcanzan sus máximas concentraciones aumenta la frecuencia de pulsos de GnRH/LH, estimulando la liberación de la oleada preovulatoria de LH (retroalimentación positiva), que produce cambios en la pared del folículo que lleva a la ruptura de la pared y a la liberación del óvulo u ovocito, proceso conocido como ovulación.⁽²⁷⁾

En un estudio realizado durante la época reproductiva con ovejas *Ile de France*, observaron que la GnRH está involucrada en el control de la receptividad sexual y que esta hormona y los estrógenos, actúan de manera secuencial para permitir la expresión del estro. La actividad de las neuronas GnRH se prolonga durante la fase folicular del ciclo estral; el propósito de esta función fisiológica es mantener la receptividad sexual hasta la ovulación, después del efecto inicial de los estrógenos. Es posible diferenciar el efecto directo de los estrógenos en la conducta de estro del mecanismo que estimula la secreción de GnRH.⁽³²⁾

Los signos del estro son poco notorios en la oveja y es muy difícil observarlos en ausencia del macho. Sin embargo en algunas ocasiones la vulva se observa edematosa y con una secreción de moco por la vagina.⁽⁴⁾ El tipo y consistencia del moco cambia a lo largo del periodo estral, siendo al inicio del estro escaso y claro, después de 12-18 horas es opaco y copioso y a partir de las 25-30 horas, se hace más espeso y de consistencia cremosa.^(12,23) La oveja presenta una conducta de intensa búsqueda del macho y frotamiento continuo con el mismo. Sin embargo, el único signo seguro de que se encuentra en estro es el “reflejo de quietud”, es decir que la hembra acepta y está quieta cuando un macho la monta.⁽¹²⁾

En las ovejas es durante el estro cuando ocurre la ovulación, la cual podría definirse como la liberación del ovocito debido a la ruptura de la pared del folículo maduro o de Graff.⁽³³⁾ Las borregas presentan ovulación espontánea, es decir, que se presenta independientemente de si tienen o no contacto con un macho, entre las 24 horas y las 30 horas después de haberse iniciado el estro (Figura 2).

La tasa de ovulación está dada por el número de folículos que llegan al estadio de “folículos de Graff”. También puede ser influenciada por la edad, ya que se ha visto que conforme la oveja incrementa su edad, también aumenta la tasa de ovulación, presentando su máximo a los 3-5 años.⁽¹²⁾ Sin embargo, de manera práctica existen otras alternativas para incrementar la ovulación, por ejemplo: la inyección de gonadotropinas exógenas, la inmunización contra hormonas ováricas o inclusive la introducción inmediata de machos a un corral con ovejas.⁽⁴⁾

El surgimiento de los folículos que crecen desde 3 hasta 5 mm ocurre en ondas o curvas cada 4-6 días, éstas culminan con la formación de un folículo maduro. La primer onda inicia el día 0 del ciclo estral (día de ovulación) con la emergencia de un grupo pequeño de folículos antrales.⁽³⁴⁾ Un rango de 2 a 5 ondas foliculares ocurren en cada ciclo interovulatorio, pero el patrón predominante es de 3 ondas, una durante la fase folicular y dos durante la fase lútea.⁽³⁵⁾ Las fluctuaciones de la concentración sérica de FSH están íntimamente asociadas con la aparición de las ondas foliculares.⁽³⁶⁾

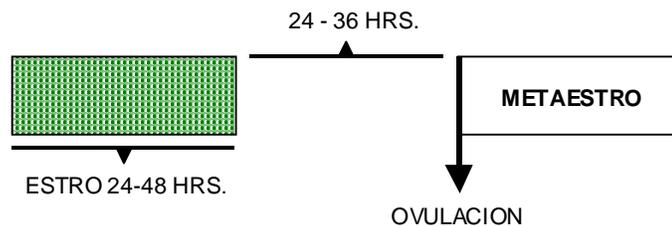


FIGURA 2. Relación entre estro y ovulación (Tomado de Galina C, Valencia J. Reproducción de los animales domésticos. México: Limusa, 2006.

5.1.3.3 Metaestro.

Esta fase Inicia al terminar la receptibilidad sexual de la oveja y dura en promedio 3 días. En esta etapa hay un incremento de la LH en las células de la granulosa, lo que permite el inicio del proceso de luteinización folicular y provoca una disminución en la secreción de estrógenos e inhibina y un aumento en la producción de progesterona.⁽¹²⁾

El cuerpo lúteo inicia su proceso de formación después que la pared del folículo se rompe y pliega a consecuencia de la ovulación. La ruptura del folículo conduce a una degradación de los tejidos que rodean a las células de la granulosa, particularmente los de la membrana propia y a la liberación de la sangre de los vasos de la teca en el interior

de la cavidad, formando el cuerpo hemorrágico.⁽⁴⁾ Transcurridos 4-5 días las células de la granulosa y de la teca inician su luteinización y diferenciación en células esteroideogénicas lúteas grandes y chicas formando el cuerpo lúteo, cuya principal función es la secreción de progesterona, que prepara al útero para el inicio y mantenimiento de la gestación.⁽³⁷⁾

Las células lúteas grandes liberan oxitocina y progesterona basal en forma continua, pero la secreción de progesterona mediada por LH es baja; por el contrario, las células lúteas chicas no producen oxitocina y la progesterona basal que producen es muy poca, siendo sin embargo las encargadas de producir la progesterona mediada por LH.⁽¹²⁾

5.1.3.4 Diestro.

Es la fase del ciclo estral que tiene mayor duración, entre 9 a 12 días, esto se debe a que abarca desde que el cuerpo lúteo es funcional hasta la destrucción del mismo.⁽⁴⁾

Al formarse el cuerpo lúteo, la progesterona alcanza su máxima concentración por lo que ejerce un efecto negativo sobre LH, ya que inhibe la GnRH ^(4,12,23,27). El mecanismo exacto por medio del cual la progesterona inhibe la secreción pulsátil de GnRH se desconoce. Sin embargo, se han localizado receptores para progesterona en una gran cantidad de neuronas hipotalámicas productoras de neurotransmisores, por lo que es posible que esta hormona regule la actividad del sistema neurosecretor de GnRH durante la fase lútea del ciclo estral de la oveja de manera indirecta, a través de uno o varios sistemas neurotransmisores. Debido a lo anterior hay un incremento de FSH, lo que conlleva al desarrollo folicular, sin embargo, estos folículos no concluyen su maduración y sufren regresión.^(37,38,39)

Al no llevarse a cabo la fertilización inicia el proceso de lúteolisis, por lo que disminuyen los niveles de progesterona, lo cual estimula el incremento de los receptores para estrógenos y oxitocina en el endometrio uterino y activa al centro generador de pulsos de oxitocina en el hipotálamo. Esta oxitocina estimula la síntesis y secreción de la prostaglandina F_{2α}. Además de lo anterior, la disminución de progesterona circulante

favorece la secreción tónica de LH, que a su vez estimula la síntesis de estrógenos.^(4,12,23) Aunque no se sabe a ciencia cierta cómo inicia la síntesis de PGF2 α que lleva a la lúteolisis, se cree podría estar relacionada con los estrógenos procedentes de los folículos antrales presentes durante la segunda mitad de la fase lútea.

Durante el diestro, en los días 6 y 11 después de la ovulación, surgen la segunda y tercera onda folicular respectivamente.⁽³⁴⁾ El papel fisiológico de los folículos dominantes no ovulatorios durante la fase lútea del ciclo estral son inciertos. Sin embargo se ha observado que la concentración de progesterona circulante juega un rol preponderante en el patrón de las ondas foliculares.⁽⁴⁰⁾

5.1.3.5 Anestro estacional.

Es el periodo de inactividad sexual donde hay ausencia de ovulación y manifestaciones de estro, aunque sigue habiendo actividad hormonal y desarrollo folicular el estímulo es insuficiente para que ocurra la maduración folicular.⁽²¹⁾

Esto se debe a la disminución en la frecuencia de secreción de los pulsos de LH (1 ó 2 pulsos /12 hrs.) y ausencia de progesterona. La disminución en la secreción pulsátil de LH es causada por el efecto negativo que ejerce el estradiol en el eje hipotálamo hipofisario gonadal. Esta acción se mantiene durante la época de anestro causando la baja actividad reproductiva anual de las ovejas.^(4, 12,23 ,27)

En época de anestro estacional se puede inducir la presentación de estro y de ovulación. El método más utilizado consiste en la administración de progesterona o progestágeno durante 12 a 14 días y al retiro una dosis de entre 300 y 500 UI de eCG.⁽⁴¹⁾

5.2 CONTROL ARTIFICIAL DEL CICLO ESTRAL

5.2.1 SINCRONIZACIÓN

Consiste en controlar el ciclo estral en las ovejas que se encuentran ciclando naturalmente durante la época reproductiva, con la finalidad de que un grupo de ellas presente estro en forma simultánea dentro de un periodo determinado.⁽⁴²⁾

La sincronización del estro se puede lograr a través de métodos naturales y farmacológicos. Los tratamientos farmacológicos durante la época reproductiva se utilizan cuando se necesita de una ovulación en forma sincronizada, para establecer empadres controlados o para usar técnicas como la inseminación artificial, con o sin detección de estros (tiempo fijo) o para la recolección y transferencia de embriones.⁽²⁴⁾

Los métodos farmacológicos de acuerdo a su principio biológico se dividen en dos grupos: el método de la progesterona natural o sintética (progestágenos) y el método de las prostaglandinas.^(4, 43)

5.2.1.1 Progesterona y progestágenos.

El tratamiento con progesterona natural o sintética (P4) es conocido hace más de 50 años para la sincronización estral en los pequeños rumiantes.⁽²⁴⁾

Consiste en la administración de la hormona diariamente durante 9 -14 días, simulando la presencia del cuerpo lúteo mediante la liberación lenta de progesterona, esto provoca que se suprima la secreción de GnRH a nivel hipotalámico, produciendo una disminución en la secreción de gonadotropinas hipofisarias.⁽⁴⁾ Al interrumpir el tratamiento, la hipófisis incrementa la liberación de gonadotropinas, estimulándose el crecimiento folicular y la ovulación.⁽¹²⁾

El uso de estas hormonas requiere que los niveles circulantes se mantengan de forma sostenida durante varios días, por lo que se han desarrollado diferentes métodos y vías de aplicación como la intramuscular, subcutánea, oral e intravaginal, que permiten la secreción continúa de P4 sin que haya una manipulación constante en el animal.^(4, 23, 24)

Los análogos de la progesterona más utilizados en el ovino son: el acetato de medroxiprogestrona (MAP), acetato de fluorogestona (FGA) y el acetato de melengestrol (MGA) (Quispe, 1994). También se utiliza la progesterona natural, que se aplica a través de dispositivos vaginales llamados CIDR (control internal device release) que contienen 300 mg o mediante inyecciones. ^(44, 45, 46, 47, 48, 49)

El acetato de fluorogestona (FGA) es administrado a través de esponjas vaginales, las

cuales contienen 30, 40 ó 45 mg del progestageno. Las esponjas que contienen 30 mg se recomienda utilizarlas en ovejas en anestro y las de 40 mg para ovejas en estación reproductiva y primaras, mientras que las de 45 mg han sido usadas principalmente para cabras. ^(49,50,51,52)

La sincronización de celos empleando esponjas vaginales es una práctica de uso común para el control reproductivo en los rebaños de ovejas. ^(13, 49) Se ha observado la eficiencia de las esponjas vaginales impregnadas con acetato de fluorogestona en la sincronización, donde se presenta un porcentaje elevado de estro a las 48 hrs. post tratamiento. ^(50, 53, 54)

5.2.1.2 Estimulación del desarrollo folicular

El índice de ovulación puede estimularse de manera natural o farmacológica. Dentro de los métodos farmacológicos se encuentran las técnicas de inmunización contra inhibina y los esteroides ováricos ⁽⁶⁸⁾ y la suplementación con gonadotropinas. ⁽¹²⁾

La gonadotropina exógena que es utilizada con mayor frecuencia, debido a que tiene una vida media larga (21 horas) y precisa de una sola inyección, es la gonadotropina corionica equina (eCG), obtenida del suero de yeguas que se encuentran entre los días 35 y 65 de gestación. ^(56, 58, 62) Esta generalmente es administrada en ovejas para que presenten una ovulación sincronizada e incrementen levemente la tasa de ovulación en la época reproductiva o para la inducción de celo y ovulación en animales anéstricos. ^(13, 59, 60)

La eCG se ha caracterizado por ser la más compleja de las hormonas glicoproteicas en cuanto a su estructura de carbohidratos, además tiene un contenido excepcionalmente alto de ácido siálico, el cual determina la vida media de la molécula ⁽⁷⁸⁾ La eCG se administra por inyección intramuscular 48 horas antes del retiro de la esponja o al momento de retirarla, siendo lo más común lo último ya que evita manejar en otra ocasión a los animales. ⁽¹²⁾

La gonadotropina exógena tiene una actividad mixta de FSH y LH, actuando principalmente a través de su actividad de FSH para aumentar la tasa de ovulación, ^(4, 12)

ya que favorece la maduración final del o los folículo preovulatorios, origina un pico elevado de estrógenos e induce la aparición del pico preovulatorio de LH y la ovulación. Las dosis más utilizadas van de 200 a 450 UI para hembras en estación reproductiva y de 300 a 700 UI para las que se encuentran fuera de la estación o anestro.^(13,57) Sin embargo, en diferentes trabajos de sincronización del ciclo estral en borregas se han utilizado también dosis menores de eCG, de entre 150 y 200 UI.⁽⁵⁶⁾

Se ha observado la eficacia del uso combinado del acetato de fluorogestona con gonadotropina corionica equina (eCG) en la época reproductiva de la oveja para sincronizar estro, así como para la inducción del celo y la ovulación en animales anéstricos.^(56, 61)

5.2.1.3 Prostaglandina F2 alfa.

La administración exógena de prostaglandina F2 alfa en las ovejas, se emplea únicamente para la sincronización de los estros, ya que acorta la vida media del cuerpo lúteo provocando su lisis, por lo cual no puede utilizarse para inducir estro en ovejas prepúberes o en anestro.^(63, 65)

La PGF2a disminuye los niveles de progesterona a menos de 1 ng/ml, produciéndose un incremento en los niveles de estrógenos y de hormona luteinizante, seguidos por la presentación de estro entre las 48-72 horas después de su aplicación, resultando finalmente en la ovulación.^(9, 65)

Algunas investigaciones han demostrado que sólo responden a la prostaglandina los animales que se encuentran entre los días 5-14 del ciclo estral, ya que antes de ese momento el cuerpo lúteo en formación es resistente a la acción de la hormona; si después de los 14 días no se llevó a cabo la fertilización, el cuerpo lúteo involuciona de manera natural produciendo una disminución en la concentración de progesterona.^(9, 66, 67)

Sin embargo, estudios recientes han revelado que se puede producir la regresión del cuerpo lúteo e inducir el estro al aplicar la PGF2 α en una etapa tan temprana como los días 3-4 de la fase pregestacional del ciclo estral de la borrega (fase lútea temprana).⁽⁶³⁾

En los ovinos no es posible seleccionar a los animales a tratar con PGF2 α mediante la palpación rectal del cuerpo lúteo, por lo que para obtener una alta proporción de ovejas sincronizadas, se tiene como alternativa la aplicación de dos inyecciones con un intervalo de 8 a 9 días entre ellas, sin embargo, con estos esquemas se han obtenido resultados muy diversos. Álvarez (1994) encontró que el 42.8% de las ovejas pelibuey tratadas con doble inyección de PGF2 α con 8 días de diferencia presentaron estro, mientras que Hernández (2001) observó solo el 35.7%, la respuesta en ambos casos fue asociada a una falla en la regresión del cuerpo lúteo, posiblemente debido a la reducción de la sensibilidad del cuerpo lúteo a la prostaglandina.^(65, 14) Sin embargo Herrera (1990) menciona la utilización de una sola dosis de PGF2 α , donde el 67% de los animales presentaron estro al ser inyectados durante la fase de madurez del cuerpo lúteo.⁽⁶³⁾

5.4 RECOLECCIÓN Y EVALUACIÓN DEL SEMEN.

La forma más apropiada para obtener semen en los borrego es a través de una vagina artificial, ya que proporciona la temperatura y presión adecuada que permite imitar las condiciones naturales del depósito del semen en la vagina de las hembras, por esto los eyaculados obtenidos tienen características normales y representativas. La temperatura de la vagina artificial al momento de la colección del semen oscila entre 42 y 45°C; una temperatura mucho menor de 42°C no es suficiente para estimular la eyaculación y mayor de 45°C puede llegar a lastimar al macho.^(12, 74, 75)

Otra alternativa para coleccionar semen es mediante la electroeyaculación, obteniéndose muestras de mayor volumen en comparación a las obtenidas con vagina artificial, sin embargo, su concentración es menor y generalmente se contaminan de orina.⁽¹²⁾

5.4.1 Evaluación del Semen.

Una vez obtenido el semen, se examina su color, olor y consistencia, esto debe efectuarse antes de su uso. El color del semen es el primer factor que se valora y se

puede hacer en el mismo tubo en el que fue colectado, este normalmente es de color blanco lechoso o crema pálido, pero puede variar de un eyaculado a otro, aún tratándose del mismo semental. Cuando el color es opaco indica una alta concentración espermática, mientras que los eyaculados translúcidos contienen menos espermatozoides.⁽²³⁾

5.4.2 Volumen.

Este generalmente es medido en el recipiente graduado en el que fue colectado. El volumen promedio que se obtiene por eyaculado es de 1ml, sin embargo puede variar por factores como la edad del animal, habilidad del operador o la frecuencia de colección.⁽³³⁾

5.4.3 Motilidad.

La motilidad es evaluada comúnmente mediante la prueba de onda de movimiento, y permite tener un aproximado de la calidad del semen. Cuando el semen no está diluido se hace una evaluación en masa, calificándose en una escala que va de 0 (muertos) a 5 (muy buena). Las muestras de semen recomendadas para usarse en la IA son aquellas que están dentro de la clasificación 4 - 5 y las que presentan una valoración por debajo de 3 se aconseja desecharlas, ya que con ellas generalmente la fertilidad obtenida es menor.⁽⁴⁾

La motilidad también puede evaluarse individualmente, por lo que es necesario que el semen esté diluido. Esta prueba determina el porcentaje o proporción de los espermatozoides con movimiento progresivo o de avance, calificándolos en una escala de 0 (sin movimiento) a 100% (ondas muy rápidas).

5.4.4 Concentración

El uso de un hemocitómetro es un método relativamente lento, pero proporciona una aproximación adecuada de la concentración espermática en el eyaculado. Para esta evaluación debe tenerse una cámara para contar células sanguíneas (cámara de Neubauer), su cubreobjetos y la pipeta para contar eritrocitos. De manera rutinaria, se

hace una dilución del semen 1:200 en la pipeta, usando agua corriente o agua con formalina para matar rápidamente a los espermatozoides y se coloca una gota sobre la cuadrícula de la cámara.⁽⁴⁾ Antes de contar los espermatozoides es conveniente esperar alrededor de 3 a 5 minutos para permitir su sedimentación. El conteo podrá realizarse con el objetivo de 10X ó 40X y tomando en cuenta la cuadrícula formada por los 25 cuadros grandes, cinco por lado, delimitados por 3 líneas cada uno y subdivididos en 16 cuadros más pequeños). En esta cuadrícula se cuentan las cabezas de los espermatozoides que se encuentren dentro de 5 de los cuadros grandes, usando generalmente los 4 de las esquinas y el central. Como algunos espermatozoides sobrepasan las líneas de los cuadros, por norma, sólo se deben contar los que están en las líneas superior y derecha, excluyendo los de las líneas inferior e izquierda.⁽²³⁾

La concentración espermática por mililitro se calcula multiplicando el número de los espermatozoides contados en los 5 cuadros por 10 millones (10^7). La concentración del eyaculado se obtiene multiplicando la concentración por mililitro por el volumen eyaculado, y para estimar adecuadamente la concentración de espermatozoides vivos y con movimiento (concentración de espermatozoides móviles), se debe considerar también el porcentaje de la motilidad individual.⁽⁷⁴⁾

5.5 MONTA DIRIGIDA.

La monta natural dirigida es una herramienta que se puede utilizar en explotaciones ovinas, en las cuales se desea tener el registro sobre las crías obtenidas de cada semental y controlar el momento más adecuado para la cubrición.⁽³³⁾ Se usa para ovejas en celo natural o cuando se establecen programas de inducción o sincronización de celo y como consecuencia, un número importante de ovejas exhiben el estro en un periodo de tiempo previamente determinado.⁽⁴⁾ En un estudio realizado por Gaisen (1995), obtuvo porcentajes que van de 70-80 de fertilidad cuando se les da un solo servicio y de 80-90 cuando se les da dos.

La monta dirigida debe iniciarse 48 horas después de retirada la esponja vaginal y consiste en reunir a la hembra en celo con el semental seleccionado, sujetando a la

oveja de forma que sea posible la monta o bien se dejan en un espacio elegido para tal efecto.⁽⁴⁾

5.6 INSEMINACIÓN ARTIFICIAL.

La inseminación artificial es un método de reproducción en el cual el semen de los machos es recolectado y depositado en el aparato reproductor de las hembras por medios diferentes a la cópula, para producir la fecundación de los óvulos maduros.⁽⁷⁷⁾

Esta es la técnica de reproducción más utilizada e importante para el mejoramiento genético de los ovinos, debido a que con pocos machos de gran valor genético se pueden coleccionar suficientes espermatozoides para inseminar a miles de hembras por año.⁽⁴⁾

El uso de la Inseminación artificial acelera el mejoramiento genético, facilita el transporte de material genético, establece pruebas de progenie, disminuye el riesgo la transmisión de enfermedades venéreas, aumenta la eficiencia reproductiva, permite la conservación prolongada del semen y en algunos casos, la utilización de machos incapacitados. Para obtener resultados favorables en los programas de inseminación, es necesario tener un buen control sanitario, personal especializado y machos de buena calidad.⁽¹²⁾

5.6.1 Selección de Ovejas a Inseminar.

Los programas de inseminación artificial y mejoramiento genético están normalmente destinados a las ovejas de alto valor genético del rebaño y antes de incorporar a estos a un programa de inseminación, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos de nutrición, sanidad y reproductivos:

- Las hembras deben alcanzar 2.5-3 puntos de condición corporal un mes antes de la inseminación. La condición corporal es un valor subjetivo o índice de la gordura de los animales que va de 0 a 5. Consiste en medir la deposición de grasa en los músculos lumbares, situados por debajo de la apófisis transversa de las vértebras lumbares.^(12,77)
- Las ovejas deben estar libres de enfermedades y parásitos.
- El destete de los corderos debe de realizarse 6 a 8 semanas antes de la inseminación.

- No deben incluirse las ovejas con problemas de ubres (pezones ciegos, mastitis) y tampoco aquellas ovejas que no hallan quedado gestantes 2 años consecutivos.^(4, 77)

5.6.2 Inseminación Artificial con Semen Fresco.

En la borrega los pliegues cervicales están fijados estrechamente, por lo que solo dejan un paso pequeño y tortuoso. Debido a esto se han desarrollado varias técnicas de inseminación que buscan adaptarse a la anatomía de las hembras; dependiendo del sitio de deposición del semen se pueden clasificar en cuatro tipos: vaginal, cervical, transcervical e intrauterina.⁽⁷⁵⁾

5.6.2.1 Inseminación Vaginal.

En la práctica es la técnica de inseminación más rápida de las cuatro, sin embargo es la que requiere una mayor dosis de semen en comparación a los otros métodos y sus resultados son poco predecibles. Se debe efectuar 56-58 hrs. después de haberse retirado la esponja, la hembra es detenida contra la pared del corral, se le abren los labios vulvares insertando la pipeta y el semen es depositado generalmente sin diluir.⁽⁷⁵⁾

5.6.2.2 Inseminación Cervical.

En esta técnica se busca depositar el semen a una profundidad de hasta 3 cm en el cervix para evitar dañar el tejido. Esta se debe de efectuar 54 a 56 hrs. después que se retira la esponja vaginal. Para realizar la inseminación, las hembras deben estar inclinadas cabeza abajo, con los cuartos traseros montados sobre un caballete para facilitar la localización de la vagina y el cervix. Se introduce en la vagina con movimientos suaves un espéculo con fuente de iluminación propia, hasta localizar el cervix.⁽¹²⁾ Una vez que se ha localizado, se introduce la pipeta lo más profundo posible hasta donde se presente resistencia y se deposita el semen. Los porcentajes de fertilidad logrados con semen fresco a una dosis de 150 millones de espermatozoides, varían entre el 60 y 70%.⁽⁷⁷⁾

5.6.2.3 Inseminación Transcervical.

Consiste en introducir un espéculo con fuente de luz en el tracto genital, al cérvix se le aplica una suave tracción hacia arriba con fórceps para facilitar la introducción de una pipeta con punta de metal, por medio de movimientos suaves y gentiles de izquierda a derecha, tratando de pasar los pliegues del cérvix para depositar el semen directamente en el útero.⁽⁷⁵⁾ En este caso se recomienda que la inseminación se efectúe 48-56 hrs. después de haberse retirado la esponja vaginal. Existen reportes del 90% de fertilidad cuando se realiza en forma adecuada. Sin embargo, también hay reportes que indican que en una gran proporción de las ovejas a inseminar no es posible alcanzar el útero y que debido a la manipulación necesaria para ello, la fertilidad puede ser menor al comparársela con otras técnicas.⁽⁴⁾

5.6.2.4 Inseminación Intrauterina.

Debido a que la anatomía del cervix de la borrega dificulta el depósito profundo del semen, Trounson en 1974 realizó la inseminación intrauterina mediante laparotomía media ventral, colocando el semen directamente en los cuernos o en los oviductos utilizando un catéter delgado. Sin embargo, para disminuir el riesgo de adherencias e infecciones, Killen y Caffery en 1982 desarrollaron una técnica que permite el depósito del semen directamente a nivel intrauterino, mediante un equipo de laparoscopia.⁽⁷⁹⁾ Esta técnica ha tenido gran aceptación debido a los resultados satisfactorios y a la consistencia de éstos, lo que ha posibilitado su aplicación en programas de mejoramiento genético a mayor escala en ovinos.⁽¹⁹⁾

La inseminación artificial intrauterina se realiza 12 horas después de haber sido detectado el estro. Cuando no se lleva a cabo la detección se realiza una inseminación a tiempo fijo alrededor de las 60 horas después de haberse retirado el progestageno, para que esta se efectúe antes de la ovulación.^(80,82,83)

Ovejas inseminadas intrauterinamente con semen congelado presentan una fertilidad entre el 30-60% mientras que con semen fresco se ha observado un porcentaje mayor al 60%.⁽⁷⁴⁾ Ghalsasi y Nimbkar (1996) obtuvieron una fertilidad del 72% utilizando semen

fresco e inseminación laparoscopia o intrauterina, 69% utilizando semen fresco e inseminación cervical y 83% con monta natural.⁽¹⁹⁾

Debido a que la oxitocina promueve el relajamiento cervical, Sayre (1997) comparó la eficiencia de la inseminación laparoscópica con la transcervical en combinación con la aplicación de oxitocina, concluyendo que la oxitocina no reduce la tasa de fertilización, sin embargo no mejora los resultados de la fertilidad en la inseminación transcervical.

Es una inseminación efectuada por medio de una pequeña operación quirúrgica. Las ovejas tienen que haber ayunado el día antes de la intervención y se les suministra un anestésico antes de la intervención.^(82,83,84,85,86) Se las coloca en una camilla de inseminación, que se eleva a un ángulo aproximadamente de unos 30 grados. El abdomen de la oveja se rasura y desinfecta. Se hacen dos incisiones pequeñas con el bisturí 4 cm anteriores a la ubre y a cada lado de la línea media. Y se introducen a través de estas incisiones los trocánteres y cánulas (instrumentos quirúrgicos).^(87,88,89,90,91,92) El operador observa mediante el laparoscopio, la ubicación del tracto reproductor de la oveja. La cavidad del cuerpo se insufla con CO₂ (Dióxido de carbono) o con aire ambiental para permitir observar mejor el útero. El semen se deposita en cada cuerno uterino. Después de terminada la intervención se suturan las incisiones, se le aplica una inyección de antibióticos para impedir una posible infección y se la traslada al corral para que se recupere.^(85,87,90,92)

5.7 DIAGNÓSTICO DE GESTACIÓN.

Una de las herramientas básicas en la mejora de la rentabilidad de las explotaciones ovinas es el diagnóstico de gestación. Con ésta se persigue disminuir en lo posible las pérdidas económicas que ocasionan los animales no gestantes.⁽⁹⁵⁾

El primer diagnóstico de gestación que puede llevarse a cabo es la verificación del no retorno al estro, posteriormente métodos de laboratorio como las determinaciones hormonales o de factores y proteínas presentes en la gestación y después la identificación del embrión o del producto y de las estructuras que caracterizan su placentación.⁽⁹⁶⁾

5.7.1 No Retorno al Estro.

Durante la gestación, el producto de la concepción inhibe la regresión del cuerpo lúteo y evita que el animal presente nuevamente receptividad sexual. Por ello, se supone que un animal que no retorna al estro está gestante, pero su confiabilidad (96.7%) depende de la precisión con que se le detecte. En el caso de los ovinos, cuya reproducción es estacional, puede ocurrir que sin estar gestante la hembra, no se presente un nuevo estro por haber finalizado la época de reproducción. ⁽²³⁾

Los métodos de laboratorio pueden medir niveles de diferentes hormonas, como el sulfato de estrona, el lactógeno placentario y principalmente la progesterona. Recientemente, se han desarrollado pruebas que determinan los niveles de algunas proteínas producidas exclusivamente durante la gestación, como las proteínas específicas de la gestación (PSPB) y las proteínas asociadas a la gestación (PAG).

Dentro de los métodos de laboratorio, el más precoz es el que mide los niveles de progesterona en el plasma, ya que se puede realizar a partir del día 17 post-servicio, siguiéndole el método donde se miden las proteínas específicas asociadas a la gestación (PSPB, PAG), este se puede efectuar a partir del día 22 post-servicio. ⁽⁹⁵⁾

Los métodos clínicos son la radiografía, palpación abdominal o peloteo, y la ultrasonografía (Doppler, Modo-A y Modo-B). La ultrasonografía bidimensional (Modo B), es la más utilizada debido a su fiabilidad, precocidad y facilidad de realización. ⁽⁹⁶⁾

El método para diagnosticar la gestación se elige de acuerdo a la especie, etapa de gestación, costo, precisión y velocidad. ⁽⁴⁾

5.7.2 Ultrasonografía bidimensional (Modo B)

La ecografía o ultrasonografía es una herramienta importante en el manejo, diagnóstico y tratamiento de los procesos reproductivos en los ovinos, ya que es una técnica no invasiva ni cruenta. ⁽⁹⁸⁾

La ecografía utiliza ondas de ultrasonido (sonido de alta frecuencia) que son emitidos a través de cristales piezoeléctricos, es decir, cristales que tienen la propiedad de deformarse cuando pasa a través de ellos un impulso eléctrico y emitir ondas.

Dichas ondas que penetran en los tejidos son devueltas como ecos, los cuales son captados por los mismos cristales y transformados en la pantalla en puntos de brillo (Modo B). Esos puntos serán tanto más brillantes cuanto mayor sea la reflexión por parte del tejido, por lo que cada tejido tiene una estructura más o menos ecogénica, denominándose hipercogénica, hipoecogénica o anecogénica, según la cantidad ecos que reflejan. Se presentan en una escala de grises, desde el negro (anecogénico) como los líquidos límpidos, hasta el blanco (hiperecogénico) como la estructura compacta de los huesos, que reflejan todos los ecos y pueden dar imágenes "en espejo" y otros "artefactos" o imágenes que no son reales.⁽⁹⁷⁾

Las técnicas que se utilizan para confirmar la gestación por medio de la ultrasonografía bidimensional son la transabdominal y la transrectal.⁽⁷¹⁾

En la transabdominal el examen se realiza colocando el transductor con una leve presión en la región inguinal, por delante y por arriba de la inserción mamaria, haciéndose una previa limpieza de la zona y aplicación de gel para ultrasonido u otra sustancia inocua de acoplamiento acústico (aceite vegetal de uso doméstico, vaselina líquida). Se buscan los puntos anatómicos de referencia, vejiga y útero, y en el caso de querer determinar gestaciones múltiples se explora en la zona contra lateral.⁽⁹⁵⁾

En los ovinos la preñez puede detectarse por esta vía a partir de los 28-30 días posteriores al servicio con una precisión del 93.3%. Sin embargo, en ovejas de talla grande y con varios partos es más conveniente hacerlo alrededor del día 40-45 de la gestación, días en los cuales el desarrollo del embrión y de la placenta es evidente.⁽⁹⁷⁾

En la transrectal se hace una previa limpieza de la región perianal, al transductor se le aplica gel para ultrasonido por su efecto lubricante y para facilitar el paso de las ondas ultrasónicas. Este es introducido por vía rectal y al ingresar a la cavidad pelviana, se toma como referencia anatómica la vejiga, delante de esta se localiza el útero.

En la ecografía transrectal es posible obtener una precisión del 97% a partir del día 20 post-servicio, no obstante es común realizarla a partir del día 30 de la gestación.^(71, 96)

En ovinos, la gestación es confirmada en ambas técnicas al observarse la vesícula embrionaria, membranas placentarias como el amnios, los placentomas o el producto.⁽⁷¹⁾

6. MATERIAL Y MÉTODOS

LOCALIZACIÓN.

El presente estudio se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina (CEIEPO), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El centro se encuentra ubicado en el Km 53.1 de la carretera federal México-Cuernavaca, en el poblado de Tres Marías, Municipio de Huitzilac, Estado de Morelos.

Se encuentra a una altura de 2,743 msnm. El clima de la región es Cb (m) (w) ig, que corresponde a templado semi-frío con verano fresco y largo, de acuerdo a la clasificación de Köepen modificada por Enriqueta García. Las lluvias se presentan en los meses de mayo a octubre y la temporada de secas de noviembre hasta abril, con una temperatura media anual de 9.9 °C y una precipitación promedio de 1,724.6 mm.⁽⁹⁹⁾

ANIMALES EXPERIMENTALES.

El trabajo se realizó durante el mes de octubre en plena época reproductiva. Los animales utilizados en el experimento fueron 90 ovejas adultas de biotipo cárnico de la raza Suffolk, con edades entre 2 a 6 años y una condición corporal entre 2.5 y 3 de acuerdo con una escala subjetiva de 0 a 5⁽¹⁰⁰⁾ y se dividieron aleatoriamente en dos grupos de 45 ovejas cada uno.

Los animales se encontraban en un sistema de explotación de tipo intensivo, donde las ovejas realizan pastoreo diurno en praderas compuestas por pastos: Rye-Grass (*Lolium perenne*), Orchard (*Dactylis glomerata*) y Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), además de trébol blanco (*Trifolium repens*). Por la tarde, son alojadas en corrales donde se complementa la alimentación con heno de avena y concentrado comercial, que les proporcionan 3.05 megacalorías de energía metabolizable y 14.7 % de proteína cruda por kilogramo de materia seca.

TRATAMIENTO HORMONAL Y MANEJO DE LAS OVEJAS.

Tratamiento 1. En el primer lote de 45 ovejas (**Tx1**) o la sincronización consistió en la colocación, durante 12 días, de esponjas vaginales impregnadas con 40 mg de FGA (Chronogest, Intervet). Dos días antes del retiro de las esponjas (día 10) se les inyectó intramuscularmente una dosis única de .075 mg. de PGF2a (Prosolvín C, Intervet), y el día del retiro de la esponja (día 12) se administraron intramuscularmente 300 UI de eCG (Folligon, Intervet), de acuerdo con el protocolo recomendado por el laboratorio.

El día en que fue inyectada la PGF2a (día 10) se tomó una muestra de sangre (5 ml) por punción yugular, mediante agujas y tubos Vacutainer con heparina y posteriormente se separó el plasma y se congeló hasta la realización de las mediciones de la progesterona.^(69,70,72)

A las 24 horas de retirada la esponja se iniciaron las detecciones de los estros dos veces al día (7:00 A.M. y 17:00 P.M.) utilizando machos enteros cubiertos con mandil, actividad que se repitió a las 36 y 48 horas del retiro de la esponja. Dentro del tratamiento 1, una parte de los animales (22 ovejas) fueron elegidos para ser inseminados intrauterinamente en una ocasión (**grupo IA1**), y la otra parte (23 ovejas) para recibir sólo una monta dirigida (**grupo MD1**); llevándose a cabo ambas con semen o machos Suffolk, entre las 20 y las 24 horas de detectado el celo conductual.

Tratamiento 2. En el segundo lote de 45 ovejas (**Tx2**) la sincronización se realizó con esponjas vaginales impregnadas con 40 mg de FGA (Chronogest, Intervet) durante doce días y el día del retiro de la esponja se administraron intramuscularmente 200 UI de eCG (Folligon, Intervet).

A las 24 horas de retirada la esponja se iniciaron las detecciones de los estros dos veces al día (7:00 A.M. y 17:00 P.M.) utilizando machos enteros cubiertos con mandil, actividad que se repitió a las 36 y 48 horas del retiro de la esponja. Dentro del tratamiento 2, una parte de los animales (22 ovejas) fueron elegidos para ser inseminados intrauterinamente una vez (**grupo IA2**), y la otra parte (23 ovejas) para recibir una monta dirigida (**grupo MD2**); actividades realizadas alrededor de las 20-24 horas de detectado el estro.

INSEMINACIÓN ARTIFICIAL.

COLECCIÓN Y EVALUACIÓN DEL SEMEN.

La recolección del semen se hizo alrededor de 1 hora antes de la inseminación artificial de las hembras, mediante el uso de una vagina artificial que proporcionó a los carneros el estímulo térmico (42-45 °C) y mecánico (presión), imitando las condiciones naturales del depósito de semen en la vagina de las hembras. A los machos colectados se les hizo una previa limpieza del prepucio con agua tibia y momentos antes de que montaran a la hembra, el pene erecto se desvió hacia la vagina artificial, procurando no tocarlo.⁽⁷⁴⁾

El volumen del eyaculado fue medido en un tubo colector graduado y después fue colocado en baño María a una temperatura de 30 °C. Posteriormente se procedió a tomar una pequeña muestra del semen sin diluir y éste fue colocado sobre un portaobjetos precalentado a 30°C y observado al microscopio con el objetivo de aumento 10X (seco débil), para evaluar la motilidad espermática en masa, en una escala de 0 al 5. Únicamente se usaron en la inseminación artificial muestras con una motilidad de 4 a 5.⁽¹²⁾

Se tomó otra muestra de semen para estimar la concentración espermática usando una cámara de Neubauer, y una más para diluirla con solución salina fisiológica y evaluar la motilidad progresiva con una escala de 0 a 100%. Sólo se usaron en la inseminación artificial muestras de semen con una motilidad progresiva de al menos 80%.⁽⁴⁾

Después de la obtención de las muestras para su evaluación, el semen fue diluido inicialmente 1:1 en un diluyente comercial (Triladyl, Minitube Alemania) preparado con 25ml de Triladyl, 75ml de agua bidestilada y 25ml de yema de huevo, el cual fue filtrado y colocado en baño María (30 °C) con al menos dos horas de anterioridad, para que tuviera la temperatura adecuada antes de agregarlo al semen.

Terminada la evaluación, se realizó la dilución final del semen para ser envasado manualmente en pajillas de 0.25ml con una concentración mínima de 100×10^6 de espermatozoides móviles.^(12, 74)

INSEMINACIÓN ARTIFICIAL INTRAUTERINA.

La inseminación artificial de las ovejas de los grupos IA1 e IA2 se realizó intrauterinamente mediante laparoscopia, por lo cual fueron dietadas sin alimento ni agua 36 horas antes del procedimiento, para poder ser puestas bajo anestesia general evitando la regurgitación del contenido ruminal.^(79,87,88)

La tranquilización preanestésica fue inducida utilizando hidrocloreuro de xilacina al 2%, vía intramuscular, en dosis de 0.22 mg/kg de peso y como anestésico se utilizó 1 mg/kg de peso de ketamina, por vía endovenosa. Previo a la inseminación, en las ovejas se lavó con jabón la región abdominal, misma que fue afeitada y desinfectada con alcohol y yodo.^(83,84,91)

Para ser inseminadas artificialmente se colocaron en una camilla de inseminación, en posición de decúbito dorsal y los cuartos traseros levantados en un ángulo de 40° con la cabeza hacia abajo (posición de Trendelenburg modificada), provocando que por gravedad las vísceras se desplazaran hacia el diafragma, y disminuyendo así el riesgo de producir daño a algún órgano al momento en que fueran introducidos la aguja de Veress y los trocares-cánula. Antes de la introducción del laparoscopio se hizo una pequeña incisión en la piel a la altura de la ingle derecha, por la cual se introdujo una aguja de Veress con una inclinación de 45° y se insufló la cavidad abdominal, para que se distendiera y de ésta manera se facilitara la visibilidad del útero con el laparoscopio. Una vez insuflada la cavidad se hicieron dos incisiones en la pared del abdomen, aproximadamente a 4cm anteriores a la ubre y a cada lado de la línea media; por la incisión del lado izquierdo se introdujo un trocar con cánula de 5mm de diámetro, y a través de ésta, se introdujo un laparoscopio recto de 5mm de diámetro, mientras que por la otra incisión se insertó un segundo trocar con cánula de 5mm de diámetro. A través de la cánula se introdujo primero un bastón palpador para acomodar el útero y posteriormente, la pistola de inseminación con la pajilla y la funda (aspic).^(77,80,84,87,88)

En la curvatura mayor de cada uno de los cuernos del útero fue depositada una dosis de semen⁽⁸⁷⁾ y finalizada la inseminación, se suturaron las incisiones con nylon (1-0) y fueron retirados los puntos 10 días después. A cada oveja inseminada se la administró vía

intramuscular un antibiótico de amplio espectro y larga duración, combinado con un antiinflamatorio no esterooidal, a una dosis de 8000 UI/Kg de peso vivo (Pencivet Súper Fuerte, Intervet). Unas horas después del procedimiento, se les suministró agua y alimento en pequeñas cantidades y para el día siguiente la alimentación fue la regular.^(79,87,91)

MANEJO DE MUESTRAS SANGUINEAS.

En las muestras de sangre se separó el plasma por centrifugación a 700 x g (3,500 rpm) por 15 minutos y se congeló a -4 °C en viales de plástico. La determinación de los niveles plasmáticos de progesterona fue a través de radioinmunoanálisis en fase sólida, donde se usó un kit comercial con un coeficiente de variación intraensayo <10 % e interensayo <15 % (Coat-a-Count, Diagnostics Products Corporation).⁽⁷²⁾

En el radioinmunoensayo, la progesterona marcada con I¹²⁵ compitió por un tiempo fijo (incubación por una hora a 37 °C) con la progesterona del plasma de la oveja por sitios de unión al anticuerpo. Los tubos de propileno estaban recubiertos con el anticuerpo por lo que al decantar el sobrenadante fue suficiente para terminar con la competencia y así aislar la fracción unida al anticuerpo de la progesterona marcada con I¹²⁵. La lectura del tubo se hizo en un contador gamma, el cual obtuvo la cantidad de progesterona que se encontraba presente en la muestra de la oveja, mediante una curva de calibración.^(69,71,72,101)

DIAGNOSTICO DE GESTACIÓN

Entre los días 15 al 18 posteriores a la inseminación artificial o a la monta dirigida de las ovejas se les hizo un diagnóstico temprano de gestación. Éste fue a través de la técnica de no retorno al estro, en la cual se utilizaron carneros enteros cubiertos con mandil; el día 45 se realizó un segundo diagnóstico de gestación mediante el método de ultrasonografía (modo B), usando un ultrasonido de imagen y tiempo real con un transductor lineal de 5Mhz. En el examen ultrasonográfico se practicó la forma transrectal y para confirmar el diagnóstico se hizo transabdominalmente. A los animales

que no se les observó el útero ocupado con líquido, vesículas amnióticas o embriones y placentomas fueron diagnosticadas como no gestantes.^(71, 102)

ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se utilizó un análisis de varianza para comparar el número de ovejas que presentaron estro conductual debido al tratamiento de sincronización, así como el intervalo entre el fin del tratamiento y el inicio del estro. ⁽¹⁰³⁾

La distribución de las ovejas en celo a lo largo del tiempo en que se realizó la detección (24, 36 y 48 horas posteriores al retiro de la esponja), se comparó mediante pruebas de Xi cuadrada.^(103,104)

El porcentaje de fertilidad se consideró como la proporción de borregas paridas en relación a las que fueron inseminadas artificialmente o servidas con monta natural (Fertilidad = borregas paridas/borregas inseminadas o servidas x 100).

El porcentaje de prolificidad fue definido como la proporción de crías nacidas con respecto al número de ovejas paridas (Prolificidad = corderos nacidos/ borregas paridas x 100). ⁽¹⁰⁴⁾

Se equipararon los porcentajes de fertilidad y prolificidad de las ovejas de cada tratamiento inseminadas artificialmente o por monta dirigida, mediante pruebas de Xi cuadrada.

Se cotejó el número de ovejas de cada tratamiento inseminadas artificialmente o por monta dirigida que presentaron parto simple, doble o triple, usando un análisis de varianza.

El análisis estadístico se realizó utilizando SAS/STAT (computer program) versión 8.8.Cary (NC): SAS Institute Inc, 2004.

7. RESULTADOS

PRESENTACIÓN DE ESTRO CONDUCTUAL

Independientemente del tratamiento el número de ovejas que presentaron celo o estro conductual, entre las 24 y las 48 horas posteriores al retiro de la esponja, fue de 80 (88.8%, 80/90). De las cuales 40 eran del tratamiento 1 y 40 del tratamiento 2 (44.4%, 40/90), sin que se encontraran diferencias significativas entre ambos valores ($P>0.05$).

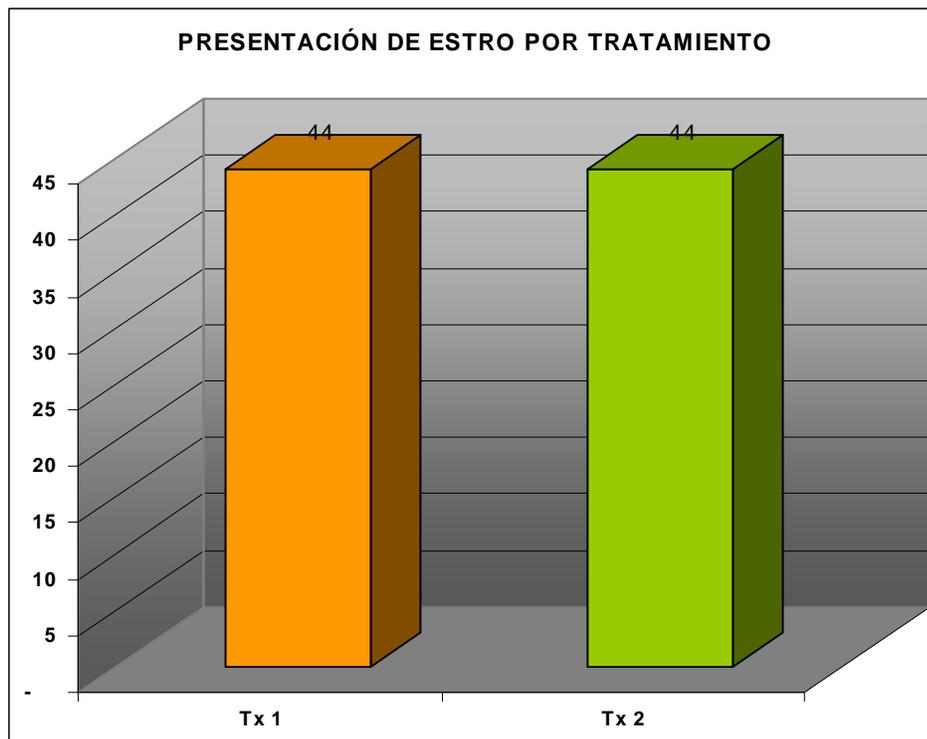


Figura 3. Distribución del total de ovejas en celos por cada tratamiento.

La diferencia entre el número de 80 ovejas que presentaron celo, en relación al total de las 90 que fueron sincronizadas; se debe a 7 ovejas (7.77%, 7/90) a las cuales se les cayó la esponja días antes de la fecha programada para su retiro, y a 3 hembras (3.33%, 3/90) que presentaron estro conductual después de la detección del celo realizada a las 48 horas posteriores a la finalización del tratamiento de sincronización, por lo cual estos animales no se incluyeron en los protocolos de sincronización.

En la gráfica 2 se presenta la distribución de las ovejas en las que fue detectado el celo conductual, en la cual se observa que a las 24 horas posteriores al retiro de la esponja 5 ovejas del tratamiento 1 presentaron celo (11.1%, 5/45), mientras que en el tratamiento 2 lo manifestaron 3 animales (6.6%, 3/45). Mientras que a las 36 horas posteriores al retiro de la esponja se observaron en celo 21 animales (46.6%, 21/45) del tratamiento 1 y del tratamiento 2 fueron detectadas 20 borregas (44.4%, 20/45). Finalmente a las 48 horas de retirada la esponja, 14 animales del tratamiento 1 (31.1%, 14/45) exhibieron celo, en tanto que del tratamiento 2 lo presentaron 17 hembras (37.7%, 17/45). No se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) en el número de ovejas en celo a las 24, 36 ó 48 horas entre tratamientos.

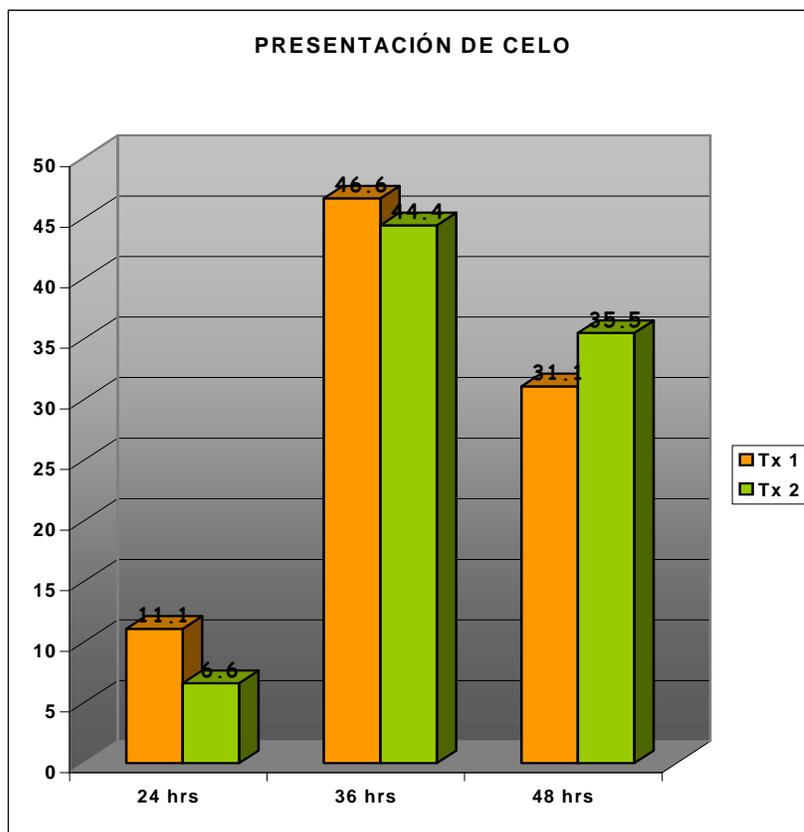


Figura 4. Distribución de las ovejas en celo a las 24, 36 y 48 posteriores al retiro de la esponja vaginal.

En la grafica 3 se muestra el intervalo medio entre el fin del tratamiento y el inicio del estro, donde en el tratamiento 1 se observó un intervalo medio de 38.3 ± 7.68 horas y en el tratamiento 2 fue de 39.6 ± 7.78 horas sin encontrarse diferencias estadísticas significativas entre ellos ($P > 0.05$)

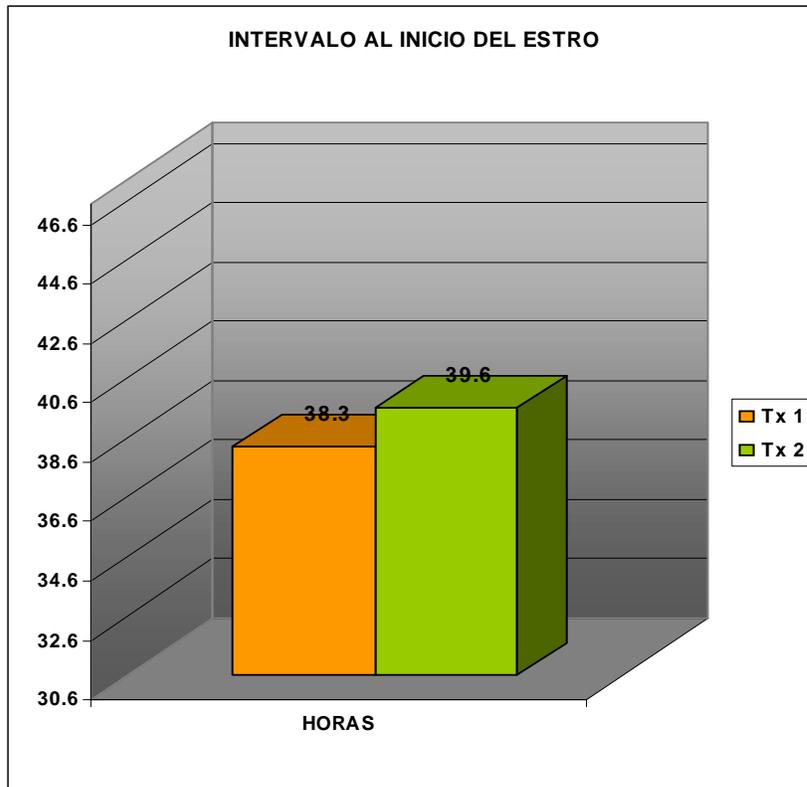


Figura 5. Intervalo medio entre el fin del tratamiento y el inicio del estro.

NIVELES DE PROGESTERONA PLASMÁTICA

La gráfica 2 muestra que dentro de las ovejas que presentaron celo conductual en el tratamiento 1, el 92.5% (37/40) tenían niveles de progesterona plasmática inferiores a 1 ng/ml, lo que indica la ausencia de un cuerpo lúteo funcional, momentos antes de la administración de $\text{PGF}_{2\alpha}$ como parte del protocolo de sincronización. En cambio,

únicamente el 7.5% (3/40) de ellas presentaron una concentración de progesterona mayor a 1 ng/ml, por lo que se asume que sólo en éstas la inyección de PGF2 α fue efectiva.

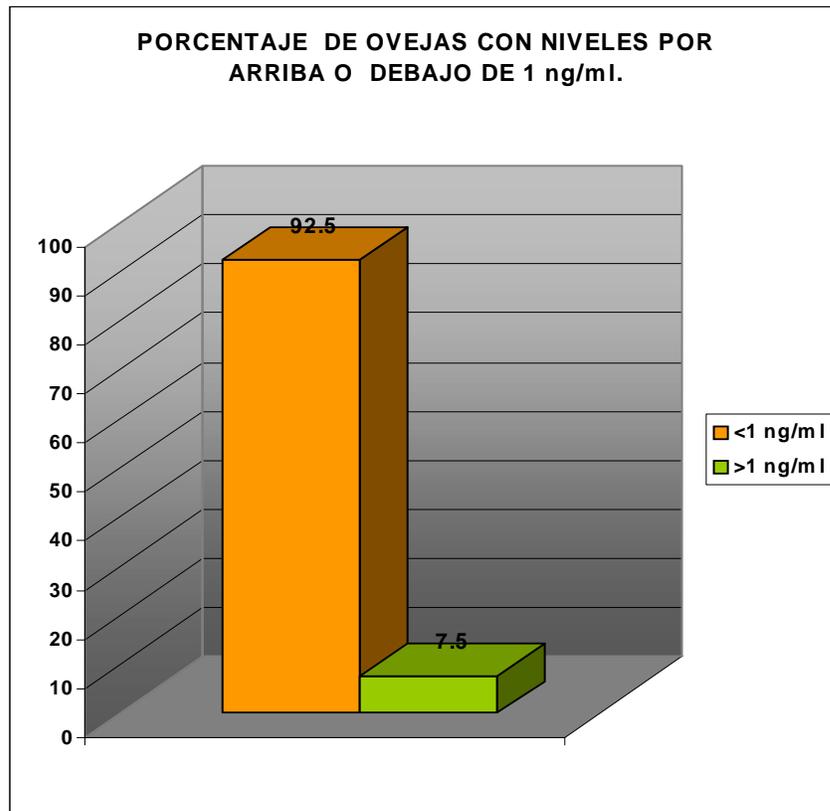


Figura 6. Proporción de ovejas del tratamiento 1 con niveles de progesterona plasmáticos inferiores o superiores a 1 ng/ml antes de la aplicación de PGF2 α como parte del protocolo de sincronización.

FERTILIDAD

La tasa de gestación fue determinada por ultrasonografía a los 45 días post-servicio; encontrándose una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) entre el tratamiento IA1 e IA2; en el tratamiento IA1 fueron positivas 16/20 ovejas alcanzando una fertilidad de 80%, en IA2 dieron positivas 9/18 borregas logrando un 50% de fertilidad. Mientras que

en MD1 se observaron 14/20 animales obteniendo el 70% de fertilidad y finalmente en el tratamiento MD2 se exhibieron 15/22 animales consiguiendo un 68% de fertilidad, sin existir diferencias significativas entre ellos ($P > 0.05$). El porcentaje promedio de fertilidad en los cuatro tratamientos fue de 67%. (Cuadro 1)

CUADRO 1. Porcentaje de fertilidad de las ovejas que presentaron esto inseminadas intrauterinamente o por monta natural.

FRECUENCIAS PRODUCTIVAS DE ACUERDO AL PROTOCOLO EXPERIMENTAL				
Tratamiento	Animales Experimentales	Gestantes	Paridas	% de Fertilidad
IA1	20	16	16	80a
MD 1	20	14	14	70ab
IA2	18	9	9	50b
MD 2	22	15	15	68ab
TOTAL	80	54	54	67

^{a,b} Valores que no comparten al menos una literal son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

PROLIFICIDAD

El cuadro 2 muestra que no existieron diferencias ($P>0.05$) entre ambos protocolos en el índice de prolificidad. El tratamiento IA1 exhibió un valor de 1.4, mientras que IA2 presento un valor de 1.3, en MD1 el observado fue de 1.6 y finalmente en MD2 mostró un valor de 1.3.

CUADRO 2: Resultados comparativos de la prolificidad y cantidad de crías obtenidas entre los grupos experimentales

DISTRIBUCIÓN DE LA PROLIFICIDAD Y TASA DE PARICIÓN							
Grupo	Tamaño de Muestra	Ovejas Paridas	Tamaño de Camada			Valor de Prolificidad	Cantidad de Crías
			1 CRÍA	2 CRÍAS	3 CRÍAS		
IA1	20	16	11	4	1	1.4	22
MD1	20	14	7	5	2	1.6	23
IA2	18	9	6	3	-	1.3	12
MD2	22	15	11	3	1	1.3	20
TOTAL	80	54	35	15	4	1.4	77

La grafica 5 presenta la distribución y características de los partos. Los partos simples presentados en el tratamiento IA1 fueron (68.75%, 11/16), en IA2 (66.66%, 6/9), mientras que en MD1 (50%, 7/14) y en MD2 (73.33%, 11/15). Los partos dobles exhibidos en IA1 corresponden al (25%, 4/16), en IA2 (33.33%, 3/9), en tanto que en MD1 (35.71%, 5/14) y en MD2 (20%, 3/15). Y finalmente los partos triples obtenidos en IA1 fueron (6.25%, 1/16), en MD1 (14.28%, 2/14) y en MD2 (6.66%, 1/15). No existieron diferencias significativas entre ellos ($P > 0.05$).

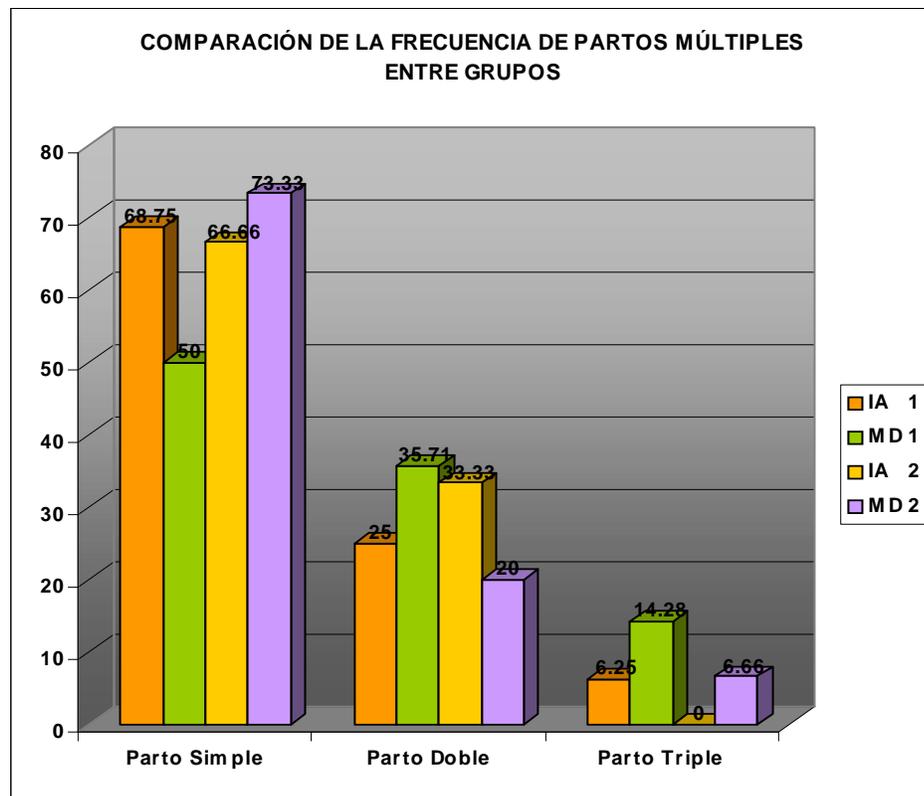


FIGURA 7. Distribución y características de los partos

DISCUSIÓN

Los tratamientos hormonales con acetato de fluorogestona (FGA) en combinación con gonadotropina corionica equina (eCG), han producido favorables resultados en la sincronización de estro. El porcentaje de ovejas que exhibieron estro en el presente

trabajo fue similar a lo obtenido en otros trabajos, ya que alrededor del 88.8% por ciento, (80/90) por tratamiento presentaron celo entre las 24 y las 48 horas de finalizada la sincronización ^(13,55,59)

Las dosis más utilizadas de eCG se encuentran entre las 300 y las 500 UI, para hembras en estación reproductiva. ^(51,55,59) Sin embargo, también se han realizado algunos estudios en los cuales se examina la respuesta de las ovejas en la presentación de celo y fertilidad con dosis menores; así, con 200 UI eCG el 76.7% presentó estro, mientras que con 400 UI lo hizo el 96.7% y únicamente el 34.6% de las que no recibieron eCG. ⁽⁵⁶⁾ Mientras que Zeleke (2005) utilizando 300 UI de eCG obtuvo el 94.6%.

En el presente trabajo el mayor número de hembras que presentaron estro en ambos tratamientos al recibir eCG, se concentró entre las 36 (46.6% del tratamiento 1 y del tratamiento 2 el 44.4%) y 48 horas después de retirada la esponja vaginal (el 31.1% del tratamiento 1 y del tratamiento 2 lo presentaron el 35.5%). Estos resultados concuerdan con lo observado por Dias et al. (2001), donde se presentó la mayor proporción de animales en estro a las 40.4 ± 10.3 horas de finalizado el tratamiento de sincronización que incluyó la administración de 200 UI de eCG y Zeleke (2005) lo observó a las 39.5 ± 1.2 horas con 300 UI de eCG. Estos resultados en conjunto sugieren que la administración de dosis reducidas de eCG tiene como finalidad principal la de lograr una mayor precisión en la sincronización de los estros. ^(55,56,59)

Los niveles de progesterona en plasma confirmaron que la mayor parte de los animales del tratamiento 1, no presentaban un cuerpo lúteo funcional antes de la administración de PGF2 α , por lo que estas ovejas no respondieron a la hormona. En múltiples estudios realizados anteriormente, se ha demostrado que sólo responden a la prostaglandina las hembras que están ciclando normalmente y que presentan un cuerpo lúteo funcional. En ellas se provoca la regresión prematura del cuerpo lúteo, se interrumpe la fase

progestacional del ciclo y se reduce rápidamente la concentración de progesterona a menos de 1 ng/ml, iniciándose así un nuevo ciclo. ⁽⁷⁾

Algunos autores opinan que el cuerpo lúteo debe tener cierto grado de madurez (día 5-14 del ciclo estral) para responder a las prostaglandinas, presentándose el estro después de 48-72 horas, ^(9,15,65) sin embargo en estudios recientes se ha demostrado lo contrario. ⁽¹⁴⁾ Herrera *et al.* (1990) observó que el 33% de las ovejas tratadas en dicho periodo no sufrieron regresión lútea y en consecuencia, no presentaron el estro en el tiempo esperado. En dicho estudio no se determinó la causa de la baja respuesta, pero se asoció a una falla en la regresión del cuerpo lúteo. Hernández y Valencia (2001) el efecto de dos inyecciones de PGF2 α , administradas con 8 días de intervalo, sobre la regresión del cuerpo lúteo y la presentación del estro en la oveja. Los resultados demostraron que el cuerpo lúteo de la oveja puede ser resistente al efecto luteolítico de la PGF2 α , en los días del ciclo en los que se da por hecho la efectividad de esta hormona. La causa de esta condición se desconoce, pero puede estar asociada con aspectos propios del mecanismo de acción de la prostaglandina.

De las 3 ovejas del tratamiento 1 (7.5%) del presente estudio que mostraron un cuerpo lúteo funcional, solo 2 respondieron al tratamiento, esta falta de respuesta en la regresión lútea pudiera deberse a una reducción de la sensibilidad del cuerpo lúteo a la prostaglandina. ⁽⁶⁴⁾

En el presente trabajo, en ambos protocolos de sincronización la fertilidad alcanzada fue de el 80% en el tratamiento 1 y del 50% en el tratamiento 2, similar a la citada por Ghalsasi & Nimbkar (1996) con un 72% por IA intrauterina con semen fresco. De igual manera, los porcentajes obtenidos por monta natural del 70% en el tratamiento 1 y 68% en el tratamiento 2 obtenidos por monta natural, coincidieron con los observados por Ribeiro (1992) fue del 69% y Zaiem (1996) que obtuvo 57.5%.

En este trabajo no existió una diferencia estadística en los porcentajes de fertilidad entre IAIU y monta directa, esto podría deberse a que con la IAIU hay poca manipulación del útero y el semen es depositado directamente en él. ⁽⁸⁵⁾ Sin embargo, entre los grupos IA1 e IA2 se encontró una moderada diferencia en las tasas de fertilidad. Trabajos anteriores indican que dichas diferencias pueden estar relacionada con muertes

embrionarias, calidad del semen o la pericia del técnico inseminador,⁽¹²⁾ aunque en el presente trabajo se empleó el mismo protocolo de inseminación para ambos grupos. Sin embargo la inseminación de cada oveja fue realizada por dos inseminadores, uno para cada cuerno. Y de estos, uno contaba con mayor experiencia que el otro.

Se conoce que existe una relación inversa entre la tasa ovulatoria y la proporción de embriones que sobreviven, observándose mayor muerte embrionaria en borregas con ovulaciones múltiples, esto es relacionado a deficiencias en su desarrollo, ya que presentan un intervalo entre ovulaciones amplio o por defectos de migración uterina. Se ha observado que antes del día 20 de gestación puede ocurrir muerte embrionaria en 10-15% de hembras con gestaciones simples y del 10-25% en gestaciones gemelares.^(107,102) Al inicio de la gestación el crecimiento del feto es muy lento y sus necesidades nutricionales son bajas, por lo que cuando los niveles de alimentación son extremos, es decir, excesivamente elevados o demasiado bajos, disminuyen la supervivencia embrionaria o retrasan el crecimiento de los fetos, ya que producen una alteración en el equilibrio hormonal progesterona/estrógenos, lo cual modifica la composición del fluido uterino.^(108,109) Sin embargo, en este estudio los animales que fueron utilizados presentaban una condición corporal de 2.5-3 por lo que es poco probable que sea una de las causas.

En el presente trabajo, los protocolos de sincronización originaron una respuesta muy similar, en cuanto a fertilidad y prolificidad, tanto en las ovejas con IA como en las que recibieron monta natural, sin que se presentaran diferencias estadísticas significativas. Además, estos porcentajes fueron muy similares a los observados por Zaiem (1996), por lo que la puede pensarse que a las dosis aquí empleadas, la gonadotropina no incrementó la tasa de prolificidad, sino que únicamente concentró el momento de la presentación del estro y la ovulación (Vivanco, 1998; Mejia, 1997).

CONCLUSIONES

En el presente estudio el administrar la dosis única de prostaglandina F2alfa en el programa de sincronización donde se utilizó FGA en combinación con eCG no mostró un beneficio en la respuesta para obtener un alto grado de sincronización y fertilidad.

La reducción de 300 a 200 UI en los programas de sincronización así como el tipo de servicio no produjeron cambios en los porcentajes de fertilidad y prolificidad.

BIBLIOGRAFÍA.

- 1.FAO. 2002. FAOSTAT. Base de Datos. www.fao.org
- 2.Arteaga C. Situación y perspectiva de la industria ovina en México. Revista del borrego. 14: 43-45 (2002).
- 3.Sánchez G. E. Situación actual de la industria de ovinos en los Estados Unidos de Norteamérica y la globalización demarcados. Symposium Internacional de Ovinos del Norte de México. Chihuahua.1-11. (2002).
- 4.Hafez E. Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. 7ª edición. España: Mc Graw Hill, 2000.
- 5.Wulster-Radcliffe M.C. Development of new transcervical artificial insemination method of sheep. Theriogenology. 58: 1361-1371 (2002).
- 6.Freitas V. Estrus synchronization in dairy goats: use of fluorogestone acetate vaginal sponges or norgestomet ear implants. Animal Reproduction Science. 47: 237-244 (1997).
- 7.Godfrey R. A comparison of two methods of Oestrus synchronization of hair sheep in the tropics. Animal Reproduction Sciences. 47: 99-106 (1997).
- 8.Oyedi G. Comparative studies on the effectiveness of sil-estrus implants, veramix sheep sponges and prostaglandin F2 α in synchronizing estrus in west african dwarf sheep. Theriogenology. 34 (3): 613-619 (1990).
- 9.Naqvi S. Estrus synchronization response in Kheri ewes treated with prostaglandin F2 α . Indian Journal of Animal Science. 68 (6): 564-565 (1998).
- 10.Porras A, Galina H. Inducción y sincronización de estros utilizando progestágenos. Memorias del Curso Internacional de Reproducción Bovina. México DF. 1990: 126 - 142.
- 11.Ainsworth L. Synchronization of estrus and reproductive performance of ewes treated with synthetic progestogens administered by subcutaneous ear implant or by intravaginal sponge pessary. Journal of Animal Science. 54 (6): 1120-1127 (1982).

12. Evans G. y Maxwell WMC. Inseminación Artificial de ovejas y cabras. España: Acribia, 1990.
13. Córdova . I. Inducción y Sincronización de Celos en Ovejas Criollas Anéstricas Estacionales con Esponjas Vaginales Impregnadas con FGA y PMSG Inyectable. Arch. Zootec. 48: 437-440 (1999).
14. Hernández C, Valencia M. Regresión del cuerpo lúteo y presentación del estro en ovejas con dos inyecciones de prostaglandina con 8 días de intervalo. Técnica Pecuaria en México. 39 (1): 53-58 (2001).
15. Das G. Estrus synchronization response in Malpura ewes treated with PGF 2α . Indian Journal of animal Sciences. 69 (10): 797-798 (1999).
16. Ramírez A, Valencia M. Validación del radioinmunoanálisis (RIA) fase sólida en suero de ovejas de Tabasco. Memorias de la X Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. ALPA, 1985.
17. Das G. Induction and synchronization of estrus in maiden ewes using progesterone and PMSG during autumn season. Indian Journal of animal Sciences. 14 (2): 106-109 (1998).
18. Greyling J. Synchronization of estrus in sheep using progestagen and inseminating with chilled semen during the breeding season. Small Ruminant Research. 26: 137-143 (1997).
19. Ghalsasi P. Evaluation of laparoscopic intrauterine insemination in ewes. Small Ruminant Research. 23: 69-73 (1996).
20. Moses D. A large-scale program in laparoscopic intrauterine insemination with frozen-thawed semen in australian merino sheep in argentine patagonia. 48: 651-657 (1997).
21. Chemineau P. Estacionalidad reproductiva en pequeños rumiantes: Mecanismos fisiológicos y técnicas para la introducción de una actividad sexual a contra sección. Tercer Congreso Nacional de Ciencias. ALEPRYCS, 2003.
22. Ottobre, J.S. Mechanism by which progesterone shortens the estrus cycle of the ewe. Biology Reproduction. 23: 1046-1053 (1980).

23. Galina C, Valencia J. Reproducción de los animales domésticos. México: Limusa, 2006.
24. Vaillancourt D. La gestion de la reproduction chez les petits ruminants: le contrôle du cycle oestral. *Le Médecin Vétérinaire du Québec*. 33(1-2): 43-49 (2003).
25. Viguié C. Regulation LHRH secretion by melatonin in the ewe. *Biology of Reproduction*. 52:1114 - 1120.
26. Malpoux B. Melatonin and the seasonal control of reproduction. *Reproduction, nutrition and development*. 39: 355-366 (1999).
27. Arroyo J. Sistemas neuronales de retroalimentación durante el ciclo reproductivo anual de la oveja: una revisión. *Interciencia*. 31 (1): 125-128 (2006).
28. Prieto B. Fisiología de la reproducción: hormona liberadora de gonadotrofinas. *Mediografic*. 45(6): 252-257 (2002).
29. Clarke I. The temporal relationship between gonadotropin releasing hormone (GnRH) and luteinizing hormone (LH) secretion in ovariectomized ewes. *Endocrinology*. 111: 1737-1739 (1982).
30. Skinner DC. Luteinizing hormone (LH)-releasing hormone in third ventricular cerebrospinal fluid of the ewe: Correlation with LH pulses and the LH surge. *Endocrinology* 136: 3230-3237 (1995).
31. Genuth S. Fisiología celular. 3ª edición. España: Doyma Libros, 1993.
32. Caraty A. Sequential role of E2 and GnRH for the expression of estrous behavior in ewes. *Endocrinology*. 143 (1): 139-145 (2002).
33. McDonald, L. Endocrinología y Reproducción. 2º edición. México: McGraw-Hill, 1991.
34. Evans ACO, Duffy P, Hynes N, Boland MP. Waves of follicle development during the estrous cycle in the sheep. *Theriogenology* 53:699-715 (2000).
35. Ginther OJ, Kot K, Wiltbank MC. Associations between emergence of follicular waves and fluctuations in FSH concentrations during the estrous cycle in ewes. *Theriogenology* 43:689-703 (1995).
36. Baird DT. Inhibin and estradiol in the control of FSH secretion in the sheep. *Journal of Reproduction and Fertility*. 43(Suppl):125-138 (1991).

37. Evans ACO. Characteristics of ovarian follicle development in domestic animals. *Reproduction Domestic Animals*. 38: 240-246 (2003).
38. Clarke J. The temporal relationship between gonadotropin releasing hormone (GnRH) and luteinizing hormone (LH) secretion in ovariectomized ewes. *Endocrinology*. 3 (5): 1137-1139 (1982).
39. Wildeus S. Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. *American Society of Animal Science*. 75 (Suplemento): 1-16 (2000)
40. Viñoles C, Banchemo G, Rubianes E. Follicular wave pattern and progesterone concentrations in cycling ewes with high and low body condition score. *Theriogenology* 51:437(abstract) (1999).
41. Izquierdo, C. Inducción y sincronización de celos en ovejas criollas anees ricas estacionales con esponjas vaginales impregnadas en FGA y PMSG inyectable. *Archivos de zootecnia*. 48 (184): 436 - 441 (1999).
42. Ainsworth L. Synchronization of estrus and reproductive performance of ewes treated with synthetic progestogens administered by subcutaneous ear implant or by intravaginal sponge pessary. *Journal of Animal Science*. 54 (6): 1120-1127 (1982).
43. Beck N. Estrus synchronization in ewes. *Animal Reproduction Science* . 62:85-87 (1996).
44. Baril G. Les traitements progestagènes d'induction/sincronisation de l'oestrus chez la chèvre: le point sur les recherches récentes. *Revue de Médecine Veterinaire*. 149 (5): 359-366 (1998).
45. Bretzlaff K. Clinical use of Norgestomet ear implants or intravaginal pessaries for synchronization of estrus in anestrous dairy goats. *Theriogenology*. 31 (2): 419-423 (1989).
46. Cuevas E, Rodríguez H. Sincronización de estro en ovejas pelibuey con implantes nuevos y reciclados de Norgestomet. *Veterinaria México*. 24 (4): 327-330 (1993).
47. Stow J. Comparison of progesterone containing sponge and controlled internal drug releasing device pessaries on estrus behavior and pregnancy in sheep. *Proceedings Western Section American Society of Animal Science*. 53: 112-117 (2002).
48. Romano J. Synchronization of estrus using CIDR, FGA or MAP intravaginal

- pessaries during the breeding season in Nubia goats. *Small Ruminant Research*. 55: 15-19 (2004).
49. Pendleton R. Comparison of fluorogestone acetate sponges with norgestomet implants for induction of estrus and ovulation in anestrus dairy goats. *Small Ruminant Research*. 8: 269-273 (1992).
50. Mazzarri G. Control del ciclo estral mediante el uso de esponjas vaginales impregnadas en acetato de fluorogestona en ovejas. *Agronomía Tropical*. 23 (3): 315-321 (1992).
51. Zaiem I. Utilisation d'éponges vaginales associées à des doses différentes de PMSG pour l'amélioration des performances de reproduction chez la brebis noire de Thibar à contre saison. *Revue de Medecine Veterinaire*. 147 (4): 305-310 (1996).
52. Sosa G. Estudio comparativo de tres métodos de sincronización de estros en ovejas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F., 1991.
53. Fukui Y. Comparison of fertility of estrous synchronized ewes with four different intravaginal devices during the breeding season. *Journal of Reproduction and Development*. 45 (5): 337-343 (1999).
54. Romano J. Comparison of fluorogestone and medroxyprogesterone intravaginal pessaries for estrus synchronization in dairy goats. *Small Ruminant Research*. 22: 219-223 (1996)
55. Zeleke, M. Effect of progestagen and PMSG on estrous synchronization and fertility in Dorper ewes during the transition period. *Small Ruminant Research*. 56: 47-53 (2005).
56. Dias F. Sincronização do estro, induçãoda ovulação e fertilidade de ovelhas deslanadas após tratamento hormonal com gonadotropina coriônica eqüina. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*. 53 (5): 618-623 (2001).
57. Fukui Y. Effect of timing of injection with pregnant mare's serum gonadotropin on fixed-time artificial insemination of seasonally anoestrous ewes. *Journal of Agricultura Science*. 113: 361-364 (1989).
58. Thimonier J. Practical uses of prostaglandins in sheep and goats. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 77: 1993 – 208 (1981).

59. Barbas J. Effect of two doses of eCG on fertility, prolificacy and fecundity in Serrada Estrela ewes subjected to double artificial insemination. *Revista Portuguesa de Zootecnia*. 9 (2): 13-26 (2002).
60. Boscos C. Samartzi F. Use of progestagen-gonadotrophin treatments in estrus synchronization of sheep. *Theriogenology* 15; 58 (7): 1261-1272 (2002).
61. Ciriaco A. Efeito de diferentes doses de PMSG sobre a fertilidade de ovinos. *Anais da XXXIV Reunião da SBZ* (1997).
62. Mutiga E. Effect of the method of estrus synchronization and PMSG on estrus and twinning in ethiopian menze sheep. *Theriogenology*. 38: 727-734 (1992).
63. Herrera HL, Fieldman SD, Zarco L. Evaluación del efecto luteolítico de la prostaglandina PGF₂ alfa en diferentes días del ciclo estral de la borrega. *Veterinaria México*. 21 (2): 143 - 147 (1990)
64. Herrera H. Determinación del tiempo óptimo de la aplicación de PGF₂ α para la sincronización de estros en ovinos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F., 1988.
65. Álvarez A. Sincronización del estro en la borrega pelibuey con la utilización de prostaglandina F₂ alfa. *Técnica Pecuaria en México*. 32 (1): 25-29 (1994).
66. Acritopoulou S. Response of ewes to a single injection of an analogue of PGF₂ α given at different stages of the estrus cycle. *Journal of Reproduction and Fertility*. 58 (1): 219-223 (1980).
67. Hackett, A., Langfort G. Fertility of ewes after synchronization of estrus with prostaglandin F₂ α and artificial insemination. *Theriogenology*. 15: 4-6 (1981).
68. Croy, B.A. *Reproduction in Domesticated Animals*. Holanda: Elsevier Science Publishers B.V., 1993.
69. Montes RC. Las técnicas de unión para medir hormonas. *Revista. Biomédica*. 6: 33-46 (1995).
70. Montes R. Estimación del costo de producción de dos técnicas de radioinmunoanálisis en fase líquida para medir progesterona en plasma sanguíneo. *Revista Biomédica*. 9: 103-107 (1998).

71. Ishwar A. Pregnancy diagnosis in sheep and goats: a review. *Small Ruminant Research*. 17: 37- 44 (1995).
72. Libertum, C. Radioinmunoanálisis. Fundamentos y Aplicaciones. Argentina: López Libreros Editores, 1980.
73. Bretzlaff K., Edwards J. Ultrasonographic determination of pregnancy in small ruminants. *Veterinary Medicine*. 4: 12-24 (1993).
74. Mejía V.O. Colección y valoración de Semen. Curso Internacional de Manejo Productivo y Reproductivo en Ovinos. FedMVZ, 2003.
75. Angulo M.R. Inseminación Artificial con Semen Fresco. Curso Internacional de Manejo Productivo Y Reproducción en Ovinos. FedMVZ, 2003.
76. RIBEIRO W. Efeito da capacidade de serviço de carneiros sobre a fertilidade do rebanho ovino. *Corriedale*. 36: 25 - 32 (1992).
77. Gibbons A. Manual de inseminación artificial en la especie ovina. Grupo de reproducción del INTA Bariloche, 2003.
78. Cupps, P.T. *Reproduction in Domestic Animals*. 4^a ed. California: Academic Press Inc, 1991.
79. Killen J. Uterine insemination of ewes with the aid of a laparoscope. *Australian Veterinary Journal*. 59: 95 (1982).
80. Martins K. Técnicas de inseminação artificial. Seminarios del programa de posgraduados en medicina veterinaria (UNESP), campus de Botucatu, (2003).
81. Trouson A. Fertilization in the ewe following multiple ovulation and uterine insemination. *Australian Journal Biology Science*. 27 (3): 301-304 (1974).
82. Aitken R. A note on conception rates and litter sizes following the intrauterine insemination of ewes at an induced estrus during sea zonal anoestrus. *Animal Production*. 50: 379-382 (1990).
83. Evans, G. Current topics in Artificial Insemination of sheep. *Australian Journal Biology Science*. 41: 103-116 (1988).
84. Johnston S. Laparoscopic intrauterine insemination in Barbary sheep. *Australian Veterinary Journal*. 78 (10): 714-716 (2000).

85. Martínez R. Inseminación artificial intrauterina en cabras criollas con semen refrigerado. *Agriciencia*. 40: 71-76 (2006).
86. McKelvey W. The evaluation of a laparoscopic insemination technique in ewes. *Theriogenology*. 24: 519-535 (1985).
87. Mejía V.O. Inseminación artificial intrauterina por laparoscopia. Curso Internacional de Manejo Productivo y Reproductivo en Ovinos. FedMVZ, 2003.
88. Ramírez M. Modificación de la técnica de inseminación artificial intrauterina mediante laparoscopia en ovejas pelibuey. *Agrociencia*. 39: 589-593 (2005).
89. Nava G. Validación de métodos alternativos de inseminación artificial con semen congelado en lanares. Programa de Servicios Agropecuarios, Sub-Programa de Transferencia de Tecnología, Ministerio de Ganadería y Agricultura y Pesca (MGAP) Regional Norte de la Universidad de la República Asociación Agropecuaria de Salto, 2003.
90. Perkins N. Laparoscopic insemination of frozen-thawed semen into one or both uterine horns without regard to ovulation site in synchronized merino ewes. *Theriogenology*. 46: 541-546 (1996).
91. Taljaard T. The effect of the laparoscopic insemination technique on the oestrus cycle of the ewe. *Journal of the South African Veterinary Association*. 62 (2): 60-61 (1991).
92. Radillo D. Inseminación artificial en ovinos: Estudio recapitulativo de 1981 a 1991. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F., 1992.
93. Vargas C. Inseminación Intrauterina en ovinos. *Memorias XIV Reunión ALPA*. 1140-1143 (1996).
94. Romano J. Effects of progestagen, PMSG and artificial insemination time on fertility and prolificacy in corriedale ewes. *Small Ruminant Research*. 23: 157-162 (1996).
95. Quintinela L. Diagnóstico precoz de gestación por ecografía transrectal en la oveja. *Archivo Zootecnista*. 48:13-20 (1990).
96. El Amiri B. Diagnostic et suivi gestation chez la brebis: réalités et perspectives. *Production animal*. 16(2): 79-90 (2003).

- 97.Cordoba M. Principios básicos de ultrasonografía veterinaria. Revista de medicina veterinaria y zootecnia. 8(2): 303 - 309 (2003)
- 98.Bellenda O. Diagnóstico precoz de gestación por ultrasonido. Curso Internacional de Manejo Productivo Y Reproducción en Ovinos. FedMVZ, 2003.
- 99.Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas, INIFAP. <http://clima.inifap.gob.mx/red/clima/est.aspx?numest=35273>
- 100.Stark B. Producción ovina y caprina. 2ª edición. Madrid: Mundi Prensa, 1989.
- 101.Srikandakamur S., Ingrahan R.H. Comparison of solid-phase, no extraction radioimmunoassay for progesterone with on extraction assay for monitoring luteal function in the mare, bitch and cow. Theriogenology.26:779-793 (1986).
- 102.Hulet CV. Determining fetal numbers in pregnant ewes. Journal Animal Science. 36: 325 - 330 (1977).
- 103.Dawson-Sauders B. Bioestadística Médica. 2ª edición. México: El Manual Moderno S.A. de C.V., 1997.
- 104.Navarro R. Introducción a la bioestadística: Análisis de variables binarias. México: McGraw-Hill, 1988.
- 105.Iglesias R. Ram induced reproduction in seasonally anovular corriedale ewes: MAP doses for Oestrus induction ram porcentages and postmating progestagen supplementation. Animal Science. 64: 119 -125 (1997).
- 106.Martínez R. Inseminación artificial intrauterina en cabras criollas con semen refrigerado. Agrociencia. 40: 71-76 (2006).
- 107.White D. Embryo survival in relation to number and site of ovulation in ewe. Australian Journal of Experimental Agriculture. 21:32-8 (1981).
- 108.Oliveira R. Relação entre a condição corporal e a idade das ovelhas no encarneamento com a prenhez. Ciencia Rural. 33 (2): 357-361 (2003).
- 109.Jimeno ,V. *Avances en nutrición y alimentación en ovinos. XIII Curso de Especialización FEDNA.* 65-79 (1997).