



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGROPECUARIAS Y FORESTALES**

***PROGRAMA INSTITUCIONAL DE MAestrÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
OPCIÓN: PRODUCCIÓN Y SALUD ANIMAL***

**TESIS**

**EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA FOLICULAR EN BORREGAS DURANTE UN  
TRATAMIENTO PROLONGADO CON ACETATO DE MELENGESTROL (MGA)**

**PRESENTA:**

**MVZ. JESÚS ANTONIO ROJO MARTÍNEZ**

**PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**Dr. GUILLERMO SALAS RAZO**

**MORELIA, MICHOACÁN, MARZO DE 2013**



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGROPECUARIAS Y FORESTALES**

***PROGRAMA INSTITUCIONAL DE MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
OPCIÓN: PRODUCCIÓN Y SALUD ANIMAL***

**EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA FOLICULAR EN BORREGAS DURANTE UN  
TRATAMIENTO PROLONGADO CON ACETATO DE MELENGESTROL (MGA)**

**TESIS QUE PRESENTA:**

**MVZ. JESÚS ANTONIO ROJO MARTÍNEZ**

**PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**Dr. GUILLERMO SALAS RAZO**

**ASESORES:**

**Dra. ERNESTINA GUTIÉRREZ VÁZQUEZ**

**Dr. ROGELIO GARCIDUEÑAS PIÑA**

**Dr. AURELIANO JUÁREZ CARATACHEA**

**Dr. JOSE LUIS ESPINOZA VILLAVICENCIO**

**“TESIS APOYADA POR EL CONSEJO ESTATAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL  
GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACÁN”**

**MORELIA, MICHOACÁN, MARZO DE 2013**



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**  
*Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas*

---

**DR. HÉCTOR GUILLÉN ANDRADE**  
**COORDINADOR GENERAL DEL PROGRAMA INSTITUCIONAL DE**  
**MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**P R E S E N T E**

Por este conducto nos permitimos comunicarle que después de haber revisado el manuscrito final de la Tesis Titulada: “Evaluación de la dinámica folicular en borregas durante un tratamiento prolongado con acetato de Melengestrol (MGA)” presentado por el MVZ. JESÚS ANTONIO ROJO MARTÍNEZ, consideramos que reúne los requisitos suficientes para ser publicado y defendido en Examen de Grado de Maestro en Ciencias.

Sin otro particular por el momento, reiteramos a usted un cordial saludo.

**A T E N T A M E N T E**  
Morelia, Michoacán, a 07 de marzo de 2013

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN REVISORA**

\_\_\_\_\_  
Dr. Guillermo Salas Razo

\_\_\_\_\_  
Dra. Ernestina Gutiérrez Vázquez

\_\_\_\_\_  
Dr. Aureliano Juárez Caratachea

\_\_\_\_\_  
Dr. Rogelio Garcideñas Piña

\_\_\_\_\_  
Dr. José Luis Espinoza Villavicencio

## **A MI FAMILIA**

En este espacio puedo expresar libremente lo que siento, sin revisiones, sin las observaciones de expertos, sin sugerencias en el estilo de escritura e incluso sin la necesidad de las aprobaciones para su impresión; y no por ello, deja de ser el apartado más importante de este documento, porque es ahora cuando yo quisiera expresarles mi gratitud por el amor que me han dado y decirles que siempre han sido la inspiración de todo lo que hemos logrado juntos.

A mis padres y hermanos por su apoyo y confianza, gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y como profesional. A mi esposa por darme el tiempo para realizarme profesionalmente, por todo el amor, cariño, amistad y apoyo brindado. Espero retribuirles con creces, ese tiempo y atención que les debo, los amo y espero que como yo, ustedes piensen que no hay meta que como Familia no podamos lograr.

Gracias

Marzo de 2013

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mis asesores:**

Dr. Guillermo Salas Razo  
Dra. Ernestina Gutiérrez Vázquez  
Dr. Rogelio Garcidueñas Piña  
Dr. Aureliano Juárez Caratachea  
Dr. José Luis Espinoza Villavicencio

Gracias por la amistad brinda, por ser un amigo, por su tiempo y enseñanza que recibí de cada uno de ustedes, por mostrarme que para poder lograr algo en esta vida de estudio y preparación, se logra mediante esfuerzo, dedicación y mucho trabajo. Gracias por todos los conocimientos que me aportaron e hicieron cumplir una meta y conseguir lo que hemos anhelado durante nuestra formación de Maestro en Ciencias. Con admiración y respeto gracias.

### **A las instituciones:**

#### **A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo**

Por haberme brindado una educación y formación profesional de excelencia académica.

#### **Al instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales**

Por el apoyo recibido, el interés mostrado y la disponibilidad para la realización de mis estudios de Maestría en Ciencias biológicas.

#### **Consejo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación de Michoacán (CECTI)**

Por su apoyo para la realización de la tesis.

A todos:  
Mi gratitud

## ÍNDICE

I.- RESUMEN .....	1
II.- ABSTRACT .....	2
III.- INTRODUCCIÓN GENERAL .....	3
IV.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1.- Ciclo estral de la borrega .....	5
4.2.- Fases del ciclo estral.....	6
4.2.1.- Fase folicular.....	6
4.2.2.- Fase lútea.....	7
4.3.- Anestro .....	7
4.4.- Dinámica folicular .....	8
4.5.- Ecografía .....	11
4.6.- Acetato de melengestrol (MGA).....	13
V.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	17
VI.- HIPOTESIS.....	17
VII.- OBJETIVOS.....	18
7.1.- Objetivo general.....	18
7.2.- Objetivos particulares.....	18
VIII.- MATERIAL Y METODOS.....	18
8.1.- Animales y diseño experimental.....	18
IX.- LITERATURA CITADA .....	20
X.- DINÁMICA FOLICULAR EN BORREGAS DURANTE EL TRATAMIENTO CON ACETATO DE MELENGESTROL (MGA).....	27
10.1.- Abstract .....	27
10.2.- Resumen .....	27
10.3.- Introducción.....	28
10.4.- Material y métodos .....	29
10.5.- Resultados y discusión .....	30
10.6.- Conclusión .....	34

10.7.- Literatura citada.....	35
XI.- EFECTO DE UNA DOSIS DE 0.22 MG DE ACETATO DE MELENGESTROL (MGA) SOBRE LA INHIBICIÓN DE LA OVULACIÓN EN BORREGAS .....	38
11.1.- Abstract .....	38
11.2.- Resumen .....	38
11.3.- Introducción.....	39
11.4.- Material y métodos .....	39
11.5.- Resultados y discusión .....	40
11.6.- Conclusión .....	42
11.7.- Literatura citada.....	43
XII.- EFECTO DEL TRATAMIENTO PROLONGADO CON ACETATO DE MELENGESTROL (MGA) SOBRE LA PERSISTENCIA O NO PERSISTENCIA DE FOLÍCULOS OVÁRICOS EN BORREGAS .....	45
12.1.- Abstract .....	45
12.2.- Resumen .....	45
12.3.- Introducción.....	46
12.4.- Material y métodos .....	47
12.5.- Resultados y discusión .....	48
12.6.- Conclusión .....	51
12.7.- Literatura citada .....	52
XIII.- DISCUSIÓN GENERAL .....	55
XIV.- CONCLUSIÓN GENERAL.....	57
XV.- LITERATURA CITADA.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Representación de la dinámica folicular observada en borregas de tres ondas foliculares durante el tratamiento con MGA..... 33
- Figura 2.** Representación de la dinámica folicular observada en borregas de dos ondas foliculares durante el tratamiento con MGA..... 33



## I.- RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la dinámica folicular en borregas durante un tratamiento prolongado con acetato de melengestrol (MGA). Se utilizaron 20 borregas vacías y ciclando, con una condición corporal de  $3.2 \pm 0.3$  (escala 1-5),  $40.18 \pm 5.8$  kg de peso y  $3.25 \pm 0.6$  años de edad. El tratamiento consistió en 0.22 mg de MGA por borrega durante 17 días y se observó el desarrollo folicular por ecografía. Los folículos fueron identificados como estructuras anaecogénicas y fueron medidos colocando los calibradores (calipers) electrónicos, en el límite ubicado entre la pared folicular y el estroma ovárico. Los dos folículos más grandes observados se identificaron, monitorearon y midieron diariamente hasta que alcanzaron su tamaño máximo ( $> 5$  mm) y su consecuente atresia folicular al final de cada onda. Ninguna borrega presentó desarrollo de folículos dominantes persistentes. El 85% de las borregas presentaron 3 ondas foliculares y el resto presentó sólo dos ondas; ninguna de las borregas ovuló durante el tratamiento. Los folículos dominantes ovulatorios observados, tuvieron un rango de 5.5 a 6.6 mm de diámetro. La duración de las ondas foliculares fue de  $7.1 \pm 1.1$ ,  $5.9 \pm 1.4$  y  $4.7 \pm 1.1$  días para la primera, segunda y tercer onda respectivamente, mientras que en las borregas con dos ondas su duración fue de  $8.6 \pm 2.3$  y  $8 \pm 2.0$  días para la primera y segunda onda. Concluyendo que la administración de 0.22 mg de acetato de melengestrol (MGA) durante un tratamiento prolongado similar a la duración de un ciclo estral (17 días) inhibe la ovulación, permitiendo el desarrollo folicular normal en ondas.

**Palabras clave:** folículos, ovulación, ecografía, ondas foliculares.

## II.- ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate follicular dynamics in ewes during a prolonged treatment with melengestrol acetate (MGA). Twenty empty and cycling ewes were used, with a corporal condition of  $3.2 \pm 0.3$  (scale 1-5),  $40.18 \pm 5.8$  kg and  $3.25 \pm 0.6$  years old. The treatment consisted of 0.22 mg of MGA per ewe during 17 days and the follicular development was observed by echography. The follicles were identified as anaecogenic structures and were measured by placing the electronic calipers at the border between the follicle wall and the ovarian stroma. The two largest follicles observed were identified, monitored and measured daily until they reached their maximum size ( $> 5$  mm) and its consequent follicular atresia at the end of each wave. None of the ewes presented the development of persistent and dominant follicles. 85% of the ewes presented 3 follicular waves and the rest only two waves; none of the ewes ovulated during the treatment. The diameter of the dominant ovulatory follicles observed had a variation of 5.5 to 6.6 mm. The duration of the follicular waves was  $7.1 \pm 1.1$ ,  $5.9 \pm 1.4$  and  $4.7 \pm 1.1$  days for the first, second and third wave respectively, while in the ewes with two follicular waves their duration was  $8.6 \pm 2.3$  and  $8 \pm 2.0$  days for the first and second wave respectively. Concluding that the administration of 0.22 mg of melengestrol acetate (MGA) during a prolonged treatment, similar to the duration of an oestrous cycle (17 days), inhibits ovulation; allowing a normal dynamic follicular development in waves.

**Key words:** follicles, ovulation, echography, follicular waves.

### III.- INTRODUCCIÓN GENERAL

En México la ovinocultura representa una de las principales actividades del sector agropecuario, ya que se realiza a lo largo y ancho del país, lo que da una clara idea de la importancia de dicha actividad. Básicamente se pudiera dividir en dos sistemas de producción predominantes, el extensivo e intensivo, aunque en últimas fechas una combinación de ambos ha tenido buenos resultados (Arteaga, 2008).

El sistema predominante en México es el extensivo, la alimentación es básicamente mediante pastoreo de los animales en agostaderos naturales; la inversión de capital en alimentación, sanidad e infraestructura es mínima y la mano de obra es generalmente familiar, lo que permite bajos costos de producción. Por su parte, en el sistema intensivo, se da un intenso uso de los medios de producción, con importante inversión de capital en infraestructura y equipos; el valor de la tierra es elevado y la mano de obra es asalariada. La alimentación se caracteriza por realizarse en confinamiento total o parcial, utilizando insumos de alto valor nutritivo, lo que eleva significativamente los costos de producción (Carrera, 2008).

Los sistemas de producción ovinos en Michoacán, han sido tradicionalmente de traspatio y en los últimos años han venido transformándose a sistemas de producción semi-intensivos e intensivos. Sin embargo, estos sistemas de producción han venido adoleciendo de deficientes limitantes para alcanzar niveles de productividad competitivos con las épocas modernas; entre estas limitantes, se encuentran la falta de consideración de enfoques de tipo integral y de sostenibilidad, así como la falta de tecnificación, componentes esenciales de los sistemas agropecuarios. La deficiencia más importante de dichos sistemas, son la eficiencia terminal y la rentabilidad de la empresa. La productividad de las empresas ovinas depende en gran parte de la tecnología que utilicen, así como también el nivel de tecnología que adopten (Perea *et al.*, 2007).

La reproducción dentro del sistema ovino, es un factor determinante de la productividad. Actualmente las razas de pelo están cobrando gran importancia en México, ya que se han adaptado a diferentes condiciones ambientales, tanto en climas cálidos como en templados y secos de muchas regiones del país, en donde los productores aprecian sus características reproductivas, especialmente su poca estacionalidad (González *et al.*, 2010). Esto permite que estas borregas se puedan utilizar la mayor parte del año, mejorando los índices productivos y reproductivos, y por lo tanto seleccionar genotipos de mayor calidad y productividad permitiendo así acortar el intervalo entre partos y la obtención de más crías por hembra al año (Torres *et al.*, 2004).

Sin embargo en algunos países, entre ellos México, a pesar de utilizar razas de pelo, los índices productivos y reproductivos se ven fuertemente influenciados por diversos factores, entre ellos el manejo reproductivo (empadre libre) y la nula aplicación de técnicas del control de la actividad ovárica (Porrás *et al.*, 2003). Esta ausencia se debe a que los sistemas de producción establecidos han sido y son sumamente tradicionales ya que no contemplan cambios importantes sobre todo en lo que respecta a innovación tecnológica y por lo tanto, la productividad de estos sistemas por unidad de superficie resulta baja y con altos costos (Ugalde, 2000).

Por lo que es de importancia la implementación de técnicas de intensificación del manejo reproductivo, como el uso de protocolos hormonales para la sincronización e inducción de estros y ovulaciones, ya que es necesario tener agrupados los partos, para obtener lotes homogéneos de corderos y prever con cierta exactitud las fechas de parto para organizar su atención, con el fin de contar con gran número de borregos para abasto durante todo el año (Raso *et al.*, 2006).

Los progestágenos constituyen un grupo de hormonas esteroides mediante los cuales se puede manipular la actividad ovárica de la borrega y se caracterizan por ser liposolubles, termo estables y que, además, no se inactivan por vía digestiva. Estas propiedades permiten administrarlos por vía oral, a través de la mucosa

vaginal o por implantes subcutáneos de liberación controlada (Calderón, 2006). Dentro de este grupo se encuentran la progesterona, la cual es un progestágeno natural, y los progestágenos sintéticos como el acetato de melengestrol (MGA) y el acetato de fluorogestona (FGA) (Armenta, 2003).

Los trabajos de investigación hasta ahora encontrados reportan que los tratamientos prolongados (12-14 días) con progestágenos para la inducción y sincronización de estros en pequeños rumiantes, permiten controlar de manera eficiente el estro y la ovulación, pero se cree que tiene un efecto negativo en la fertilidad (Quispe *et al.*, 1995; Viñoles *et al.*, 2001; Valenzuela *et al.*, 2004;). Esto debido a que los tipos y dosis de progesteronas utilizadas para controlar el ciclo estral suelen ser menos eficaces que la progesterona endógena (de un cuerpo lúteo CL) en la supresión de secreción de LH, lo que puede influir en el desarrollo folicular, promoviendo la persistencia de folículos, incrementado su edad y retrasando la ovulación (Johnson *et al.*, 1996; Viñoles *et al.*, 1999; García *et al.*, 2009).

Sin embargo, en la actualidad no existen estudios en donde se explique qué es lo que sucede con la dinámica folicular durante un tratamiento prolongado con MGA, por lo que es de importancia su conocimiento, ya que es una alternativa reproductiva que permitirá comprender los mecanismos ováricos y ayudar a diseñar estrategias para mejorar la fertilidad en las explotaciones ovinas, acortar el periodo reproductivo, uniformar la edad de los corderos, además de implementar programas de empadre controlado de manera adecuada, mejorando así los índices productivos y reproductivos (Uribe *et al.*, 2010).

## **IV.- REVISIÓN DE LITERATURA**

### **4.1.- Ciclo estral de la borrega**

El ciclo estral se define como un intervalo entre dos estros y se caracteriza por cambios fisiológicos que van desde la foliculogénesis, la ovulación, la formación de cuerpos lúteos y la posible fecundación de gametos, hasta cambios en el

comportamiento en la hembra, los cuales son regulados por procesos endocrinos. En la borrega el ciclo estral tiene una duración promedio de 16 a 17 días, presentando una variación debido a las diferencias entre razas, etapa de la época reproductiva (anestro) y efectos ambientales (Nieto, 2009).

#### **4.2.- Fases del ciclo estral**

El ciclo estral consta de dos grandes etapas, dependiendo de las estructuras ováricas predominantes: la fase folicular y la fase lútea. La fase folicular inicia con la regresión del cuerpo lúteo y finaliza con la ovulación. Durante esta fase ocurre la maduración folicular, por lo que el esteroide gonadal predominante es el estradiol. La fase lútea se refiere a la etapa del ciclo en la cual se forma y tiene su mayor funcionalidad el cuerpo lúteo, por lo tanto la hormona dominante es la progesterona (Rosell, 2004).

##### **4.2.1.- Fase folicular**

**Proestro:** este período, cuya duración es de 2 a 3 días, comienza con la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior y finaliza con la manifestación del estro. Al producirse la destrucción del cuerpo lúteo se produce una caída en los niveles de progesterona y posteriormente una pérdida de tejido luteal, siendo la PGF2 $\alpha$  de origen uterino el principal luteolítico. Como consecuencia de la caída de los niveles de progesterona, disminuye el efecto de retroalimentación negativa que dicha hormona tenía a nivel hipotalámico y comienzan a aumentar la frecuencia pulsátil de las hormonas gonadotróficas (FSH y LH), se estimula el crecimiento folicular con el desarrollo de uno o más folículos dominantes y el aumento en los niveles de estradiol. Cuando los estrógenos alcanzan cierto nivel, se estimula la receptividad al macho y comienza el período de estro (Hafez y Hafez, 2002).

**Estro:** es el periodo de receptividad sexual de la hembra, tiene una duración de 24 a 36 hrs en la borrega. Durante esta fase, los estrógenos en altas concentraciones alcanzan el umbral de estimulación del centro cíclico hipotalámico, estimulando a las neuronas hipotalámicas a producir el pico de GnRH y en consecuencia el pico

preovulatorio de LH que será responsable de la ovulación. Con respecto a la FSH, disminuye su secreción, consecuencia del efecto de retroalimentación negativa estrogénico y de la inhibina. La borrega normalmente ovula hacia el final del estro, unas 24 a 27 hrs después del inicio de este (Galina y Valencia, 2006).

#### **4.2.2.- Fase lútea**

**Metaestro:** dura alrededor de 2 días, esta etapa inicia cuando ha terminado la receptividad sexual y concluye en el momento en que hay un cuerpo lúteo funcional bien establecido. Corresponde al periodo de transición entre la predominancia estrogénica y el incremento en las concentraciones de progesterona. El estradiol y la inhibina disminuyen súbitamente después de la ovulación, permitiéndose el incremento en las concentraciones de FSH que causan el reclutamiento de la primera onda folicular (Ortega, 2006).

**Diestro:** comienza en el día 5 del ciclo y termina con la regresión del cuerpo lúteo sobre el día 16 o 17, se considera la etapa más larga del ciclo estral y se caracteriza por la plena funcionalidad del cuerpo lúteo, abarcando desde que esta estructura es funcional hasta la destrucción del mismo. Durante esta fase, la progesterona alcanza sus máximas concentraciones y ejerce un efecto negativo en la liberación de LH, debido a que inhibe la formación de receptores hipofisarios a GnRH, así como la secreción de GnRH. Adicionalmente, se observan repetidos incrementos en la secreción de FSH con el consecuente aumento en el desarrollo folicular y las concentraciones plasmáticas de estradiol e inhibina. Sin embargo, estos folículos no pueden concluir su maduración y sufren regresión (Galina y Valencia, 2006).

#### **4.3.- Anestro**

Es el periodo de inactividad del ovario y de todo el aparato reproductor de la hembra. La conducta de la borrega es caracterizada por el rechazo de intervalos de cubrición y tiende a huir de los machos, sin embargo durante el anestro las concentraciones de progesterona en plasma permanecen basales (Arroyo, 2011).

#### 4.4.- Dinámica folicular

El *ovario* es el órgano esencial de la reproducción en la hembra y realiza tanto funciones exocrinas (liberación de óvulos) como endocrinas (esteroidogénesis). La funcionalidad del ovario puede medirse a través de sus dinámicos cambios estructurales y fisiológicos dentro de los que se encuentran estructuras tales como folículos y cuerpos lúteos (Hafez y Hafez, 2002). El proceso de crecimiento continuo y regresión de folículos antrales que conduce al desarrollo del folículo preovulatorio se conoce como dinámica folicular y se refiere al crecimiento de dichas estructuras en oleadas o grupos (Lucy *et al.*, 1992).

En cada oleada, un grupo de folículos es reclutado o escogido para que salgan del estado de latencia e inicien un proceso de crecimiento. El reclutamiento folicular se refiere a la formación de una población de folículos antrales de donde uno o varios, dependiendo de la especie (monotoca o politoca), es seleccionado para la ovulación, en cada ciclo ovárico es reclutado un grupo de folículos primordiales que crecen de manera continua debido a los incrementos en las concentraciones de FSH (Webb *et al.*, 2003).

De este conjunto, uno o varios folículos son seleccionados y finalmente uno de ellos se convierte en dominante (en hembras monotocas); mientras el resto sufre atresia, el folículo dominante de la última oleada en un ciclo estral está destinado a ovular. En hembras de diferentes especies el número de ondas foliculares durante el ciclo estral es variable. En borregas se ha observado de una hasta cuatro ondas foliculares, siendo más común tres ondas (Espinoza *et al.*, 2007; Seekallu *et al.*, 2010).

La selección folicular ocurre al final de la fase común de crecimiento. El folículo dominante crece a una tasa constante y el resto de los folículos subordinados sufren atresia o temporalmente crecen a una velocidad menor y posteriormente dejan de hacerlo. A este fenómeno se le ha denominado desviación (Ginther *et al.*, 2001).



Antes de que inicie la desviación, la dominancia del folículo seleccionado es asegurada por factores intrafoliculares relacionados con el sistema de los factores de crecimiento similares a la insulina (IGF) y su sistema asociado al estradiol y los receptores de la hormona luteinizante (LH); el mecanismo que activa esos procesos bioquímicos no es claro pero ocurre durante el descenso progresivo en las concentraciones circulantes de FSH y un incremento inicial en la LH (Beg y Ginther, 2006).

La *ovulación* es el proceso del ciclo estral con el que concluye la compleja dinámica folicular en el cual, un folículo ovárico se rompe y libera un óvulo. El folículo ovulatorio aumenta de volumen, debido principalmente al líquido que se forma en su interior, éste ejerce presión en la túnica albugínea, con la consecuencia de abultamiento y reducción de grosor de la pared ovárica hasta reventar para la posterior formación de un cuerpo lúteo. Se relaciona íntimamente con el estro debido a que entonces circulan grandes cantidades de estrógeno (Henaó *et al.*, 2003).

Las especies ovina y caprina muestran una tasa de ovulación reducida; aunque debe señalarse la existencia de variaciones entre razas, con oscilaciones entre 1 y 4 cuerpos lúteos en cada ciclo. El número de ovulaciones durante el ciclo sexual, inmediatamente después de la luteólisis, está relacionado con el número de folículos que se desarrollan hasta alcanzar el estado preovulatorio. A su vez, la dinámica de crecimiento de estos folículos está condicionada por un equilibrio entre mecanismos de estimulación y de inhibición de crecimiento folicular, que pueden actuar tanto a nivel sistémico como intraovárico (González *et al.*, 2002).

Los estudios publicados sobre la foliculogénesis en ovinos han sido enfocados al estudio de poblaciones foliculares (datos estáticos), y muy pocos hacia el seguimiento dinámico de folículos. De ese modo se ha determinado que el ovario de borregas adultas contiene, con variaciones entre las razas, entre 12,000 y 86,000 folículos primordiales y entre 100 y 400 folículos en crecimiento, de los cuales de 10 a 40 son visibles en la superficie ovárica (Rubianes, 2005).

Los primeros estudios de dinámica folicular durante el ciclo sexual en pequeños rumiantes mediante ecografía fueron realizados en borregas con ovulación múltiple (Schrick *et al.*, 1993), y mostraron que la entrada de los folículos en la fase de crecimiento terminal se produce de forma continua. Algunos de estos folículos alcanzan el tamaño preovulatorio, aunque no llegan a ovular, tanto durante la fase folicular como en la fase lútea (Ravindra *et al.*, 1994). Sin embargo, existen días durante el ciclo en que se ve aumentado el número de folículos en desarrollo; lo que para Ginther *et al.* (1995) constituyen una onda de crecimiento similar a las descritas en el ciclo sexual de la vaca.

En borregas prolíficas tampoco se observa que los folículos de tamaño preovulatorio existentes durante la fase lútea ejerzan una dominancia similar a la descrita en la vaca. La misma controversia existe entre los resultados obtenidos en cabras, con estudios que han identificado ondas de crecimiento, y estudios que han identificado crecimiento continuo en el caso de las cabras de raza Murciano-Granadina (González *et al.*, 2002).

Estas diferencias en la dinámica folicular entre especies podrían estar relacionadas con las diferencias en la tasa de ovulación; sin embargo, el estudio de la dinámica folicular en borregas Merinas con una sola ovulación indica que los folículos aparecen, crecen y regresan también de forma continua en el tiempo. En estos estudios, se señala un índice de regresión folicular más rápido que en razas prolíficas, coincidiendo con las hipótesis que identifican como factor limitante de la ovulación la atresia y no el reclutamiento de folículos (López *et al.*, 1999).

El efecto de dominancia en el ovino vendría marcado por un aumento significativo en diferencia de tamaño entre el folículo ovulatorio y el resto, que comienza a disminuir su tamaño al entrar en atresia. Sin embargo, el efecto de dominancia por parte del folículo preovulatorio es también diferente del observado en bovinos, ya que no estaría determinado por una anulación sino por un descenso en el reclutamiento de folículos gonadotropos-receptivos y por una disminución de su crecimiento hasta categorías superiores (Espinoza *et al.*, 2007).

El mecanismo por el que se produce la dominancia folicular estaría relacionado con la dependencia de la FSH que muestran los folículos antrales para su crecimiento. Los folículos de tamaño preovulatorio secretan altos niveles de inhibina y estradiol, con lo que disminuyen los niveles de FSH y causan la atresia de los folículos menores. Los folículos preovulatorios evitarían su propia entrada en atresia cambiando sus necesidades de FSH hacia LH; en respuesta a la cual crecen y maduran hasta el estadio ovulatorio. Sin embargo, durante la fase luteal, la frecuencia de pulsatilidad de LH permanece baja debido al efecto inhibitor de la progesterona y los folículos preovulatorios no tienen oportunidad de establecer su dominancia. En fase folicular, la desaparición del cuerpo lúteo provoca el descenso de los niveles de progesterona y el aumento de los niveles de LH; es el momento en que la dominancia puede ser establecida (González *et al.*, 2002).

El conocimiento de la dinámica folicular es particularmente importante, no sólo para comprender mejor los mecanismos ováricos, sino también porque, desde un punto de vista aplicativo, podría ayudar a mejorar los rendimientos de los tratamientos conceptivos. Así mismo, resulta interesante controlar la aparición de más o menos ondas en el ciclo, con objeto de mejorar el manejo reproductivo. La palpación transrectal suele ser una práctica utilizada para tal fin; aunque el uso de la ecografía transrectal permite evaluar de manera precisa la compleja dinámica folicular (Gnemmi, 2005).

De hecho, ha contribuido a mejorar la fertilidad, sincronizar el estro con mayor precisión e incrementar la respuesta superovulatoria. De ahí el interés de usar métodos (físicos u hormonales) para sincronizar las ondas de crecimiento folicular, la mayoría orientados a eliminar el efecto del folículo dominante, para iniciar el surgimiento de una nueva onda folicular en un período de tiempo conocido (Fortune *et al.*, 2004).

#### **4.5.- Ecografía**

La ecografía es una técnica que permite la visualización de los órganos internos. Su aplicación a partir de la década de los 80's ha sido uno de los pasos más

importantes para el estudio y comprensión de los eventos normales que ocurren durante el ciclo estral y la gestación, a tal punto que es considerado por muchos investigadores como el avance más importante en la biología reproductiva desde la utilización del radioinmunoensayo (RIA) para medir valores hormonales circulantes en el animal (Perea, 2005).

Todos los ecógrafos son de tiempo real, están compuestos por el transductor y una consola. El transductor está integrado por una gran cantidad de pequeños cristales que vibran al ser estimulados por la corriente eléctrica proveniente de la consola, resultando en la emisión de ondas de sonido que viajan a través de los tejidos en diferentes ángulos, de acuerdo a la orientación dada al transductor. De esta manera, los tejidos tienen la capacidad de reflejar o propagar las ondas de sonido y el eco resultante será recibido por los cristales que transformarán las vibraciones en corriente eléctrica, la cual irá a la consola para ser transformada en imágenes. La intensidad y frecuencia de las ondas son directamente proporcionales a la distancia y la consistencia de los tejidos. El color de las imágenes se traducirá en distintos tonos de gris, desde el blanco al negro. Los líquidos (folículo, amnios) se ven en la pantalla de color negro debido a que no reflejan ondas y se llaman anaecogénicos. Los tejidos densos como los huesos reflejan las ondas, que se ven de color blanco y se les llama hiperecogénicos. Las otras estructuras tienen diferentes tonos de gris dependiendo de su densidad (Caccia y Bo, 2000).

Según su disposición se encuentran transductores lineales o sectoriales. Si bien se aconseja el uso de transductores lineales para monitorear la reproducción. La resolución de la imagen y la profundidad de escaneo dependen de la frecuencia de los transductores. A mayor frecuencia, mayor definición pero menor penetración. En la práctica diaria, para la exploración de los órganos genitales se utilizan transductores con frecuencias de 5 MHz, para una evaluación más minuciosa de la actividad ovárica o para la punción y aspiración folicular pueden utilizarse frecuencias mayores como 7.0 ó 10 MHz (Quintela *et al.*, 2006).

La mayor ventaja de la ultrasonografía es la posibilidad de realizar un seguimiento dinámico y periódico en el mismo animal. Esto ha permitido llegar a descubrimientos de gran importancia para la reproducción animal, como determinar que los folículos del ovario se desarrollan en ordenados procesos llamados ondas de desarrollo folicular. Este descubrimiento ha permitido una mayor comprensión de los eventos que normalmente ocurren durante el ciclo estral y ha llevado a poder aumentar el potencial reproductivo en programas de sincronización de estros e inseminación artificial y en esquemas de mayor tecnología como la superovulación, la transferencia de embriones y la aspiración de folículos para fertilización *in vitro* (Ganchou, 2005).

#### **4.6.- Acetato de melengestrol (MGA)**

El acetato de melengestrol (MGA por sus siglas en inglés) es un esteroide progestacional sintético de administración oral utilizado como promotor del crecimiento (Quezada *et al.*, 2004 y Schifer, 2004) y por su capacidad de inhibir la conducta estral, en rumiantes se usó como inductor y sincronizador de estros y ovulaciones (Perry *et al.*, 2005), en donde su administración simula la presencia de un cuerpo lúteo; bloqueando así, la liberación de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y ésta a su vez inhibe la producción de estrógenos y LH. Por ello, al suspender su tratamiento se elimina el bloqueo de liberación de GnRH, por lo que se esperaría una señal endócrina que indique a la hembra ovina que debe ciclar, desencadenando el proceso hormonal característico del ciclo estral, y por lo tanto brindándole la oportunidad de poder preñarse (Imwalle *et al.*, 2002).

Las dosis utilizadas en ovinos y cabras de este progestágeno son de 0.11-0.5 mg/animal/día durante periodos de 9 a 14 días. Sin embargo, se observan buenos resultados en dosis de 0.22 mg para la inducción-sincronización de estros y ovulaciones (Álvarez y Ducoing, 2005).

Méndez *et al.* (2000), utilizaron 10 borregas ovariectomizadas las cuales recibieron cuatro tratamientos diferentes en dos ocasiones. Tratamiento 1, las borregas recibieron 0.22 mg de MGA mezclado en el alimento durante 9 días. Tratamiento

2, igual que el tratamiento uno más la administración intramuscular de 0.5 mg de cipionato de estradiol al inicio del tratamiento. Tratamiento 3, recibieron un implante (SC) de norgestomet (3 mg) en la oreja, el cual permaneció durante 9 días. Tratamiento 4, igual que el tratamiento 3, mas 1 ml de una solución que contenía 2.5 mg de valerato de estradiol y 1.5 mg de norgestomet al inicio del tratamiento. En el tratamiento 2 (MGA+estradiol) 52% de las borregas presentaron estro. En el tratamiento 4 (norgestomet+estradiol) 88% mostraron estro. En los tratamientos 1 (MGA) y 3 (norgestomet) 10% de los animales presentaron conducta estral. Por lo que mencionan que los tratamientos sincronizadores de estros con progestágenos (MGA) en combinación con una inyección inicial de estrógenos inducen la conducta estral en borregas ovariectomizadas.

Por su parte Mata, (2010), evaluó el efecto del MGA sobre la presentación de estros y la tasa de gestación en borregas de pelo. Utilizó 20 borregas divididas en dos grupos, a un grupo se le administró 0.45 mg de MGA/borrega/día vía oral durante 17 días y el otro grupo se utilizó como testigo. El 100% de las borregas tratadas con MGA y el 50% del grupo testigo presentaron estro. En el grupo experimental hubo una tasa de gestación de 70% y en el grupo testigo de 50%. Concluyendo que la administración de 0.45 mg de MGA durante 17 días inhibe el estro y una vez retirado el tratamiento se manifiesta el celo sincronizado, con lo cual se obtiene una tasa de gestación elevada por monta natural.

Emsen *et al.* (2011) evaluaron el efecto de la administración de MGA en la presentación de estros y tasa de gestación. Utilizaron 415 borregas, las cuales fueron asignadas aleatoriamente a dos grupos. Grupo 1 (n=286) se administró 0.125 mg de MGA/borrega/día vía oral, dos veces al día durante 9 días. Grupo 2 (n=130) se las administró 0.125 mg de MGA/borrega/día vía oral, dos veces al día durante 12 días. Al final del tratamiento de MGA, las ovejas de cada grupo fueron inseminadas con una dosis de 0.5 ml de semen fresco diluido. El porcentaje de estros en el grupo 1 fue de 62% y para el grupo 2 fue de 89%. La tasa de gestación fue de 41% para el grupo 1 y de 44% para el grupo 2. Por lo que

mencionan que la administración de MGA a corto y largo plazo (9-12 días) no afecta la tasa de gestación.

Quispe *et al.* (1995) evaluaron la dosis óptima de un tratamiento corto de MGA y el efecto del cipionato de estradiol (ECP), para la sincronización de estros. Utilizaron 96 borregas las cuales fueron distribuidas en 5 grupos: MGA0.22-ECP (n=19), MGA0.22 (n=19), MGA0.11-ECP (n=20), MGA0.11 (n=18) y testigo (n=20). Los dos primeros grupos recibieron en el concentrado 0.22 mg de MGA/borrega/día durante 9 días; el tercer y cuarto grupo recibieron 0.11 mg de MGA/borrega/día durante 9 días. Adicionalmente el primer y tercer grupo recibieron 0.5 mg de cipionato de estradiol al inicio del tratamiento. El porcentaje de estros fue significativamente menor ( $P < 0.05$ ) en el grupo testigo (42%), que en los grupos MGA0.22-ECP (74%), MGA0.22 (90%), MGA0.11-ECP (65%), MGA0.11 (67%). Concluyendo que la administración de MGA durante 9 días constituye un método sumamente eficiente, práctico y de bajo costo para la sincronización de estros y que la combinación de MGA y ECP no mejora la sincronización y parece que ejerce un efecto negativo sobre la fertilidad.

Valenzuela *et al.* (2004) evaluaron el efecto del benzoato de estradiol (BE) en la presentación del pico de LH, el momento de la ovulación y la fertilidad en 148 cabras sincronizadas con MGA. Administraron tres tratamientos: M-1 (n=50) 0.5 mg/cabra/día de MGA en el alimento por 10 días; M+BE-1 (n=49), igual al grupo M-1 más 0.25 mg de BE intramuscular, 6 hrs después del inicio del estro; FGA-1 (n=49) se insertó una esponja intravaginal con FGA, durante 10 días. Todas las cabras recibieron 12.5 mg de PGF $2\alpha$  al retirar el progestágeno. Se hizo detección de estros cada 4 hrs con un macho con mandil y las cabras en estro recibieron dos montas con 12 hrs de diferencia. El porcentaje de estros no fue significativamente diferente ( $p > 0.05$ ) entre los grupos con MGA (M-1 y M+BE-1; 73.5%) y FGA-1 (80.3%). La concepción fue menor en el grupo M+BE-1 (55.5%) que M-1 (74%) y FGA-1 (83.6%) ( $P \leq 0.05$ ). Concluye que la administración de BE al inicio del estro en cabras tratadas con MGA induce el pico de LH y la ovulación; sin embargo, tiene un efecto negativo sobre la fertilidad.

Se ha reportado que los tratamientos prolongados (12-14 días) con progestágenos (MGA) para el control de la actividad ovárica en ovinos permiten de manera eficiente controlar el estro y la ovulación, pero la fertilidad en el estro sincronizado disminuye (Quispe *et al.*, 1995). Sin embargo, en borregas que se encuentren ciclando, la administración de progestágenos debe tener una longitud suficiente para permitir que ocurra la lisis del cuerpo lúteo en forma natural, independientemente en la etapa del ciclo estral en la que este se lleve a cabo, ya que si al animal se encuentra en fase folicular al iniciar el tratamiento (*proestro, estro*), el progestágeno bloquea la ovulación, por lo que no se forma el cuerpo lúteo. Si se encuentra en etapa de *Metaestro*, la formación del cuerpo lúteo se altera, acortando su vida media. Si la etapa del ciclo al inicio del tratamiento coincide con el diestro, el cuerpo lúteo sufre luteólisis al momento que correspondería naturalmente, sin resultar afectado por el tratamiento y finalmente si el animal se encuentra en anestro se induce la actividad ovárica (Galina y Valencia, 2006).

García *et al.* (2009) mencionan que los tratamientos con progestágenos como el MGA de 12 a 14 días son utilizados ampliamente en la inducción y sincronización de celos en rumiantes. Estos autores sostienen que las concentraciones de progesterona pueden influir en el desarrollo folicular, los niveles de progesterona promueven el crecimiento y persistencia del folículo dominante incrementando la edad del folículo y retrasando la ovulación, lo cual finalmente se refleja en baja fertilidad.

Mata *et al.* (2001) indican que la persistencia del folículo dominante en bovinos se debe a que los progestágenos utilizados en los tratamientos comerciales (MGA), no logran por si solos inhibir la pulsatilidad de la LH, como lo hace la progesterona durante una fase lútea sin embargo, cuando la administración del progestágeno coincide con la presencia de un cuerpo lúteo si se logra inhibir adecuadamente la secreción pulsátil de LH, permitiendo la atresia del folículo dominante y el recambio folicular subsiguiente.



Lassala *et al.* (2001) observaron que el aumento en la frecuencia de los pulsos de LH favorece la persistencia del folículo dominante, mientras que la disminución de la misma se asocia con la pérdida de éste. Johnson *et al.*, (1996) mencionan que cuando la luteolisis ocurre tempranamente durante la sincronización del estro con progestágenos exógenos, el folículo dominante crece y persiste prolongadamente, indicando diferencias en la respuesta con relación a la concentración de progesterona presente durante el tratamiento y que en ausencia de progesterona lútea, la fertilidad del estro sincronizado es menor que cuando el cuerpo lúteo está presente.

Por su parte Colazo *et al.* (2007) mencionan que las progestinas administradas por intervalos mayores a la vida del CL resultan en un celo sincrónico al retirarlas, pero la fertilidad es baja. Debido a que los tipos y dosis de progestinas utilizadas para controlar el ciclo estral en bovinos suelen ser menos eficaces que la progesterona endógena (de un CL) en la supresión de secreción de LH, la alta frecuencia de pulsos de LH resulta en el desarrollo de folículos “persistentes” que contienen oocitos envejecidos.

## **V.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En base a la literatura revisada, es probable que exista una disminución de la fertilidad del ganado ovino con la administración de tratamientos prolongados con MGA, debido a que este compuesto es menos eficaz que la progesterona producida por un cuerpo lúteo en la supresión de secreción de LH, lo que conduciría a la presencia de un folículo persistente y al presentarse el estro habría problemas en la ovulación por su envejecimiento.

## **VI.- HIPOTESIS**

La administración de tratamientos prolongados con MGA en ovinos, puede influir en el desarrollo folicular promoviendo la persistencia del folículo dominante y en consecuencia, incrementando la edad del folículo al momento de la ovulación.

## **VII.- OBJETIVOS**

### **7.1.- Objetivo general**

Evaluar la dinámica folicular en borregas durante un tratamiento prolongado con MGA para comprobar la persistencia o no persistencia de un folículo persistente.

### **7.2.- Objetivos particulares**

1. Conocer la dinámica folicular mediante ecografía durante un tratamiento prolongado con MGA en hembras ovinas.
2. Evaluar el número de ondas foliculares durante el tratamiento con MGA.
3. Determinar el efecto de una dosis de 0.22 mg de MGA sobre la dinámica folicular.

## **VIII.- MATERIAL Y METODOS**

El presente trabajo de investigación se realizó en el ejido Agua Fría, perteneciente al municipio de Contepec, Michoacán, el cual se localiza al noroeste del Estado, en las coordenadas 19°57' de latitud norte y 100°10' de longitud oeste, a una altura de 2 490 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Epitacio Huerta y el Estado de Querétaro, al este con el Estado de México, al sur con Tlalpujahuá y Maravatío y al oeste con Maravatío. Su distancia a la capital del Estado es de 126 km. Su clima es templado con lluvias en verano, tiene una precipitación pluvial de 1 168.0 milímetros y temperaturas que oscilan de 8.6 a 22.4°C (INAFED, 2012).

### **8.1.- Animales y diseño experimental**

El trabajo se realizó durante el mes de julio de 2012, se utilizaron 20 borregas de la raza Dorper y encaste de Dorper-Pelibuey, las cuales estaban vacías y ciclando, con una condición corporal de  $3.2 \pm 0.3$  puntos (escala 1 a 5), con un peso vivo de  $40.18 \pm 5.8$  kg y una edad de  $3.25 \pm 0.6$  años.

Las borregas fueron apartadas en un corral de 9 m de largo por 8 m de ancho, se identificaron mediante arete, fueron desparasitadas y vitaminadas 30 días antes

del inicio del experimento. Posteriormente se realizó un diagnóstico de gestación vía rectal mediante un Ecógrafo en modo B (Draminski, modelo Animal Profi), provisto de un transductor sectorial de 3.5 y 5.0 MHz, para asegurar que las borregas estuvieran vacías y ciclando al inicio del experimento.

El tratamiento consistió en la administración oral de 0.22 mg/borrega/día de MGA diluido en 10 ml de agua, mediante una jeringa durante 17 días. Todas las borregas recibieron el mismo manejo y fueron alimentadas con rastrojo de maíz, grano de avena, grano de cebada y agua *ad libitum*. El semental permaneció estabulado en un corral de 4 m de largo por 2 m de ancho dentro del corral donde se encontraban las borregas.

Durante el tratamiento se realizó el seguimiento de los ovarios vía transrectal para observar la dinámica folicular, utilizando el Ecógrafo con el transductor sectorial de 7.0 MHz, para observar la dinámica folicular. Las observaciones se realizaron con la borrega en posición de cuadrípedestación (de pie en sus cuatro miembros). Las heces fueron removidas manualmente del recto y posteriormente se introdujo gel hidrosoluble mediante una jeringa de 60 ml, con la finalidad de evitar daños a nivel de la mucosa rectal y mejorar la transmisión y calidad de la imagen ecográfica. Seguidamente la sonda fue colocada dentro del recto con el transductor perpendicularmente orientado hacia la pared abdominal.

Los folículos fueron identificados como estructuras anaecogénicas (se observan de color negro en la pantalla del ecógrafo) y se midieron colocando los calibreadores (calipers) electrónicos en el límite ubicado entre la pared folicular y el estroma ovárico.

Los resultados fueron analizados mediante técnicas de estadística descriptiva y son presentados mediante cuadros de frecuencia y gráficos.

## IX.- LITERATURA CITADA

**Álvarez R. L. y Ducoing W. A. (2005).** Aspectos reproductivos del ganado ovino y caprino. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal. México. pp. 15-18.

**Armenta C. J. (2003).** Efectividad de la progesterona sintética para inducir estro y fertilidad en vacas cebú en el trópico. (Tesis de Maestría). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán. México. pp. 23-27.

**Arroyo J. (2011).** Estacionalidad reproductiva de las ovejas en México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14:829-845.

**Arteaga C. J. (2008).** Situación Actual de la Ovinocultura en México. AMCO. II Foro de Rentabilidad Ovina.

**Beg M. A. and Ginther O. J. (2006).** Follicle selection in cattle and horses: role of intrafollicular factors. *Reproduction*. 132:365-377.

**Caccia Bo. G. A. (2000).** Exanimación ultrasonografía del tracto reproductivo bovino. En: Modulo 111, Anexo 1, Ultrasonografía. Curso de Post-Grado en Reproducción Bovina, Instituto de Reproducción Animal de Córdoba (IRAC). 3:19-37.

**Calderón M. G. (2006).** Sincronización del ciclo estral y concentración de progesterona plasmática en ovejas tratadas con esponjas intravaginales artesanales con 40 mg de progesterona. (Tesis de Maestría). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán. México. pp. 2-7.

**Carrera C. B. (2008).** La ovinocultura en México: alternativa para los productores rurales. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Coordinación de Investigación y Posgrado del Instituto de Avances. Ciudad Juárez, Chihuahua. México. pp. 4-7.

**Colazo M. G., Mapletoft R. J., Martínez M. F. y Kastelic J. P. (2007).** El uso de tratamientos hormonales (MGA) para sincronizar el celo y la ovulación en vaquillonas. *Ciencia Veterinaria*. 9(1):4-16.

**Emsen E., Giménez D. C., Kutuca M. and Koycegiz F. (2011).** Reproductive response of ewes synchronized with different lengths of MGA treatments in intrauterine insemination program. *Animal Reproduction Science*. 126:57-60.

**Espinoza V. J. L., Ortega P. R., Palacios E. A., Valencia M. J. y Arechiga F. F. C. (2007).** Crecimiento folicular ovárico en animales domésticos. *Revista Interciencia*. 32(2):93-99.

**Fortune J. E., Rivera G. M. and Yang M. Y. (2004).** Follicular development: the role of the follicular microenvironment in selection of the dominant follicle. *Animal Reproduction*. 82(83):109-126.

**Galina C. y Valencia J. (2006).** Reproducción de animales domésticos. (2ª ed). Ed. Limusa. Mexico. 578 p.

**Ganchou P. F. (2005).** Ecografía reproductiva. Núcleo Universitario Rafael Rangel, Universidad de Los Andes, Trujillo-Venezuela. pp. 602-606.

**García C. R., Rangel R. S., Rodríguez R. D. L., Cadena J. A. M. y Apodaca C. A. S. (2009).** Aplicación de progesterona al final de un protocolo de sincronización de celos en ovejas criollas. XIX Reunión Internacional Sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos. Mexicali, Baja California, México. 8 y 9 de Octubre de 2009. pp. 140-143.

**Ginther O. J., Beg M. A., Bergfelt D. R., Donadeu F. X. and Kot K. (2001).** Follicle selection in monovular species. *Biology of Reproduction*. 65:638-647.

**Ginther O. J., Kot K. and Wiltbank M. C. (1995).** Associations between emergence of follicular waves and fluctuations in FSH concentrations during the estrous cycle in ewes. *Theriogenology*. 43:689-703.

**González A., Bulnes J., Santiago M., García J., Cocero A. y López S. (2002).** Patrones y mecanismos de control del desarrollo folicular durante la administración de protocolos superovulatorios en pequeños rumiantes. Investigación Agropecuaria. Producción y Sanidad Animal. 17(1-2):37-48.

**González G. R., Torres H. G. y Arece G. J. (2010).** Comportamiento productivo y reproductivo de ovinos Pelibuey en un sistema de pariciones aceleradas con tres épocas de empadre al año. Zootecnia Tropical. 28(1):51-56.

**Gnemmi G. (2005).** Ultrasonografía en ginecología buiátrica. Veterinaria Argentina. 22(220):753-756.

**Hafez E. S. E y Hafez B. (2002).** Reproducción e inseminación artificial en animales. (7ª ed). Ed. McGraw-Hill interamericana. México. 519 p.

**Henao G., Olivera A. M. and Maldonado E. J. G. (2003).** Follicular dynamics during postpartum anestrus and the first estrous cycle in suckled or non-suckled Brahman (*Bos indicus*) cows. Animal Reproduction Science. 63:127-136.

**Imwalle D. B., Fernandez D. L. and Schillo K. K. (2002).** Melengestrol acetate blocks the preovulatory surge of luteinizing hormone, the expression of behavioral estrus, and ovulation in beff heifers. Journal of Animal Science. 80:1280-1284.

**Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) (2011).** [en línea] <http://www.elocal.gob.mx/work/templates/enciclo/michoacan/mpios/16017hm>[consultada el día, 15 de enero de 2012, a las 5:30].

**Johnson S. K., Dailey R. A., Inskeep E. K. and lewis P. E. (1996).** Effect of peripheral concentrations of progesterone on follicular growth and fertility in ewes. Domestic Animal Endocrinology. 13:69-79.

**Lassala A., Hernández J., Aguilar G., Rodríguez R., Rangel L. y Gutiérrez C. G. (2001).** Efecto de la presencia o ausencia de un cuerpo lúteo sobre la dinámica folicular y el porcentaje de concepción en cabras sincronizadas con acetato de

fluorogestona (FGA). XXV Congreso Nacional de Buiatría. Veracruz, 16 al 18 de agosto de 2001.

**Lopez S. A., Gonzalez B. A., Santiago M. J., Gomez B. A., Townsend E. C. and Inskip E. K. (1999).** Effects of follicular status at treatment on follicular development and ovulation in response to FSH in Spanish Merino ewes. *Theriogenology*. 52:505-514.

**Lucy M. C., Savio J. D., Badinga L., De La Sota R. L. and Thatcher W. W. (1992).** Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *Journal of Animal Science*. 70:3615-3626.

**Mata C. A., Hernández C. J. y González P. E. (2001).** Efecto del norgestomet inyectado sobre el folículo dominante persistente y la formación del cuerpo lúteo en vacas sincronizadas con implantes de norgestomet. *Veterinaria México*. 32(1):19-24.

**Mata M. F. (2010).** Inducción de estros y tasa de gestación en ovejas de pelo tratadas con acetato de melengestrol (MGA). (Tesis de Licenciatura). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán. México. pp. 1-28.

**Méndez M. M., Hernández C. J., Pacheco R. N. O. y Porras A. A. (2000).** Los tratamientos sincronizados de estros, utilizando progestágenos (MGA) en combinación con estrógenos, induce conducta estral en ovejas ovariectomizadas. *Revista Veterinaria México*. 31(4):371-373.

**Nieto A. R. (2009).** Grasa de sobrepeso en ovejas con diferente espesor de grasa dorsal y su respuesta en el estro sincronizado con MGA, perfil endocrino, porcentaje de gestación y prolificidad. (Tesis de Maestría en Ciencias). Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas: Campus Montecillo. Posgrado de Recursos Genéticos y Productividad Ganadera. Uruguay. pp. 4-14.

**Ortega A. J. C. (2006).** Comparación de dos métodos de sincronización del estro en ovinos de pelo. (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia. Secretaria de Investigación y Posgrado. Chihuahua, Chihuahua. México. pp. 1-76.

**Perea G. F. (2005).** Ecografía reproductiva. Manual de ganadería doble propósito. Núcleo Universitario Rafael Rangel, Universidad de Los Andes, Trujillo-Venezuela. pp. 602-606.

**Perea P. M. (2007).** Procesos de innovación tecnológica en sistemas de producción ovina en el estado de Michoacán. (Tesis de Doctorado). Universidad Autónoma del Estado de México. Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias. Toluca Estado de México. pp. 2-33.

**Perry G., Welshons W. V. and Bott Smith M. F. (2005).** Basis of melengestrol acetate action as a progestin. Domestic Animal Endocrinology. 28:147-161.

**Porras A. A., Zarco Q. L. A. y Valencia M. J. (2003).** Estacionalidad reproductiva en ovejas. Revista Ciencia Veterinaria. 9(4):3-20.

**Quezada C. A., Ramírez G. A., Pérez C. F., Avendaño R. L. y Hallford D. M. (2004).** Comparación de dos protocolos de sincronización (MGA) del estro en vaquillas de carne con distintas calificaciones de tracto reproductivo. 29(11):638-642.

**Quíntela A. L. A., Díaz de P. C., García H. J. P. J., Peña M. A. I. y Barrera G. J. J. (2006).** Ecografía y reproducción en la vaca. (editorial lit). Universidad de Santiago de Compostela: Servicio de Publicación e Intercambio Científico. 92 p.

**Quispe Q. T., Zarco Q. L., Ortiz H. A. y Valencia M. J. (1995).** Sincronización de estros en ovejas mediante un tratamiento cortó con acetato de melengestrol (MGA) combinado con cipionato de estradiol (ECP). Revista Veterinaria México. 26(1):23-28.



**Raso M., Buratovich O. y Villa M. (2006).** Comparación de cuatro tratamientos de sincronización de celos en ovinos (MGA). [en línea]. <http://www.syntexar.com/descargas/Sincronizacion%20de%20celo%20en%20Ovinos%20Distintos%20protocolos.pdf>. [Consulta 17 de diciembre, 2012].

**Ravindra J. P., Rawlings N. C., Evans A. C. and Adam G. P. (1994).** Ultrasonographic study of ovarian follicular dynamics in ewes during the estrous cycle. *Journal of Animal Fertility*. 101:501-509.

**Rosell P. R. (2004).** Regulación neuroendocrina del ciclo estral en los animales domésticos. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 5(7):1-25.

**Rubianes E. (2005).** Avances en el conocimiento de la fisiología ovárica de los pequeños rumiantes y su aplicación para el manejo reproductivo. Departamento de fisiología. Facultad de Veterinaria y Departamento de Producción Animal y Pasturas. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo. Uruguay. pp. 1-6.

**Schiffer B. (2004).** Mobility of the growth promoters trembolone and melengestrol acetate in agricultural soil: column studies. *Science of the Total Environment*. 326:225-237.

**Schrack F. N., Surface R. A., Pritchard J. Y., Dailey R. A., Townsend E. C. and Inskoop E. K. (1993).** Ovarian structures during the estrous cycle and early pregnancy in ewes. *Biology of Reproduction*. 49:1133-1140.

**Seekallu S .V., Toosi B. M., Duggavathi R., Barrett D. M. W., Davies K. L, Waldner C. and Rawlings N.C. (2010).** Ovarian antral follicular dynamics in sheep revisited: Comparison among estrous cycles with three or four follicular waves. *Theriogenology*. 73: 670-680.

**Torres H., González R. y Morteo G. (2004).** Razas y cruces de ovinos de Pelo con potencial productivo para el trópico Húmedo de México. En: Hernández-Sánchez (Comp). *Producción de Ovinos en Zonas Tropicales*. Villahermosa,

Tabasco, México. Segunda ed. Colegio de Postgraduados, Fundación Produce Tabasco, A.C., ISPROTAB. pp. 51-60.

**Ugalde R. P. J. (2000).** Experiencias practicas sobre el manejo reproductivo de los ovinos de pelo en México. [en línea] [www.cirval.asso.fr/publication/venezuela/conferencias/experiencias.htm](http://www.cirval.asso.fr/publication/venezuela/conferencias/experiencias.htm). [consulta 9 de mayo, 2011].

**Uribe V. L. F., Oba E., Lenz S. M. I., Vélez M. M., y Correa O. A. (2010).** Desarrollo folicular en ovejas durante el ciclo estral natural e inducido con prostaglandinas. *Revista Científica*. 20(4):417–421.

**Valenzuela J. N., Hernández C. J., Murcia M. C. y Rodríguez M. R. (2004).** Efecto del benzoato de estradiol en la presentación del pico preovulatorio de LH, momento de ovulación y fertilidad en cabras sincronizadas con acetato de melengestrol (MGA). *Agrociencia*. 38(6):603-611.

**Viñoles C., Forsberg M., Banchemo G. and Rubianes E. (2001).** Effect of longterm and short-term progesterone treatment on follicular development and pregnancy rate in cyclic ewes. *Theriogenology*. 55(1):993-1004.

**Viñoles C., Meikle A., Forsberg M. and Rubianes E. (1999).** The effect of subluteal levels of exogenous progesterone on follicular dynamics and endocrine patterns during the early luteal phase of the ewe. *Theriogenology*. 51:1351-1361.

**Webb R., Nicholas B., Gong J. G., Campbell B. K., Gutierrez C. G., Garverick H. A. and Armstrong D. G. (2003).** Mechanisms regulating follicular development and selection of the dominant follicle. *Reproduction*. 61:71-90.

## X.- DINÁMICA FOLICULAR EN BORREGAS DURANTE EL TRATAMIENTO CON ACETATO DE MELENGESTROL (MGA)

### 10.1.- Abstract

The aim of this study was to evaluate the ovarian follicular dynamics in ewes during a prolonged treatment with melengestrol acetate (MGA). Twenty empty and cycling ewes were used, with a corporal condition of  $3.2 \pm 0.3$  (scale 1-5),  $40.18 \pm 5.8$  kg BW and  $3.25 \pm 0.6$  years old. The treatment consisted of 0.22 mg of MGA per ewe during 17 days and the follicular development was observed daily by echography. The follicles were identified as anaecogenic structures. The two biggest follicles observed were identified, monitored and measured daily until they reached their maximum size ( $> 5$  mm) and its consequent follicular atresia at the end of each wave. 85% of the ewes showed 3 follicular waves and the remaining 15% showed only two waves, none of the sheep ovulated during treatment. The diameter of the ovulatory dominant follicles observed, had a variation of  $5.5 \pm 0.8$  to  $6.6 \pm 0.5$  mm. The duration of the follicular waves was of  $7.1 \pm 1.1$ ,  $5.9 \pm 1.4$  y  $4.7 \pm 1.1$  days for the first, second and third wave respectively, while in the ewes with two waves their duration was of  $8.6 \pm 2.3$  and  $8 \pm 2.0$  days for the first and second wave. It was concluded that the use of MGA suppresses ovulation without affecting follicular dynamics, allowing the normal development of dominant ovulatory follicles and follicular waves.

**Key words:** follicular waves, ovulation, echography.

### 10.2.- Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la dinámica folicular ovárica en las borregas durante un tratamiento prolongado con acetato de melengestrol (MGA). Se utilizaron 20 borregas vacías y ciclando, con una CC de  $3.2 \pm 0.3$  (escala 1-5),  $40.18 \pm 5.8$  kg de PV y  $3.25 \pm 0.6$  años de edad. El tratamiento consistió en 0.22 mg de MGA por borrega durante 17 días y diariamente se observó el desarrollo folicular por ecografía. Los folículos fueron identificados como estructuras

anaecogénicas. Los dos folículos más grandes observados se identificaron, monitorearon y midieron diariamente hasta que alcanzaron su tamaño máximo ( $> 5$  mm) y su atresia folicular consecuente al final de cada onda. El 85% de las borregas presentaron 3 ondas foliculares y el 15% restante presentaron solo dos ondas; ninguna de las borregas ovuló durante el tratamiento. El diámetro de los folículos dominantes ovulatorios observados, tuvieron una variación de  $5.5 \pm 0.8$  a  $6.6 \pm 0.5$  mm. La duración de las ondas foliculares fue de  $7.1 \pm 1.1$ ,  $5.9 \pm 1.4$  y  $4.7 \pm 1.1$  días para la primera, segunda y tercer onda respectivamente, mientras que en las borregas con dos ondas su duración fue de  $8.6 \pm 2.3$  y  $8 \pm 2.0$  días para la primera y segunda onda. Se concluye que el uso del MGA suprime la ovulación sin afectar la dinámica folicular, permitiendo el desarrollo normal de folículos dominantes ovulatorios y ondas foliculares.

**Palabras clave:** ondas foliculares, ovulación, ecografía.

### 10.3.- Introducción

Los diversos tratamientos conceptivos enfrentan un problema general en el porcentaje de fertilidad, estrechamente relacionado con la gran variabilidad del momento en que se implementa el tratamiento, la duración del mismo y el momento en que ocurre la ovulación (Martínez *et al.*, 2007; López *et al.*, 2007; Uribe *et al.*, 2007). El conocimiento de la dinámica folicular bajo alguno de estos tratamientos permitirá comprender los mecanismos ováricos y ayudar a diseñar estrategias para mejorar la fertilidad en ovinos (Uribe *et al.*, 2010). El uso de acetato de melengestrol (MGA) en borregas durante un periodo similar o mayor a la duración del ciclo estral, podría ser una alternativa para mitigar el efecto de dicha variabilidad; pues además de suprimir la ovulación, permite que ocurra la lisis del CL en forma natural independientemente de la etapa del ciclo estral en la que este se lleve a cabo (Galina y Valencia, 2006). Por tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la dinámica folicular en la hembra ovina durante un tratamiento prolongado con acetato de melengestrol (MGA).

#### 10.4.- Material y métodos

El estudio se realizó en el ejido Agua Fría, perteneciente al municipio de Contepec, Michoacán, México; coordenadas 19°55' latitud norte y 100°11' latitud oeste, a una altura de 2490 msnm, en clima templado con lluvias en verano, precipitación pluvial de 1,168.0 milímetros y temperaturas que oscilan entre 8.6 y 22.4°C (INAFED, 2012).

Durante el mes de julio (en plena estación reproductiva) se utilizaron 20 borregas de la raza Dorper y encaste de Dorper con Pelibuey, vacías y ciclando, con condición corporal de  $3.2 \pm 0.3$  (escala 1 a 5),  $40.18 \pm 5.8$  kg de peso vivo y  $3.25 \pm 0.6$  años de edad. Todas las borregas permanecieron estabuladas en un mismo corral de 72.0 m<sup>2</sup>, fueron identificadas individualmente mediante un arete, desparasitadas y vitaminadas 30 días antes del inicio del tratamiento con MGA. Todas las borregas recibieron el mismo manejo y fueron alimentadas con rastrojo de maíz, grano de avena, grano de cebada y agua *ad libitum*.

Al inicio del tratamiento, a todas las borregas se les realizó una evaluación ginecológica con ayuda de un Ecógrafo en modo B (Draminski, modelo Animal Profi) provisto de un transductor sectorial de 3.5 y 5.0 MHz vía rectal, para confirmar que estuvieran vacías y ciclando, aunque se encontraron en diferente día de su ciclo estral.

El tratamiento consistió en 0.22 mg de MGA por borrega durante 17 días y para asegurar su consumo diario se les administro individualmente vía oral. Durante el tratamiento se realizó el seguimiento de los ovarios vía transrectal, para ello se utilizó el Ecógrafo con el transductor sectorial de 7.0 MHz, para observar el desarrollo folicular. Las observaciones se realizaron con las borregas en posición de cuadripedestación, removiendo las heces manualmente del recto, y posteriormente se les introdujo mediante una jeringa de 60 ml gel hidrosoluble con la finalidad de evitar daños a nivel de la mucosa rectal y mejorar la transmisión y calidad de la imagen ecográfica. Los folículos fueron identificados como estructuras anaecogénicas (color negro en la pantalla del ecógrafo) y se midieron

colocando los calibradores (calipers) electrónicos en el límite ubicado entre la pared folicular y el estroma ovárico.

Los 2 folículos más grandes fueron identificados, monitoreados y medidos diariamente hasta que alcanzaron su tamaño máximo (> 5 mm) y su posterior atresia consecuente de cada onda folicular.

### **10.5.- Resultados y discusión**

El 85% de las borregas tratadas con MGA durante 17 días presentaron 3 ondas foliculares y el 15% restante presentaron solo dos ondas; ninguna de ellas ovuló durante el tratamiento.

La dosis administrada de MGA durante este estudio es suficiente para suprimir la ovulación, pues estudios realizados (Bleach *et al.*, 2004) indican que este progestágeno a dosis adecuada inhibe el pico preovulatorio de LH sin suprimir la secreción de FSH, lo que explica también por que las ondas foliculares siguieron emergiendo durante el tratamiento.

El número de ondas foliculares en borregas durante un ciclo estral es variable, debido a que parece estar influenciado por factores genéticos, nutricionales, estrés térmico y medio ambiente (Uribe *et al.*, 2009). En borregas se han observado de una hasta cuatro ondas foliculares durante un ciclo estral (Espinoza *et al.*, 2007; Seekallu *et al.*, 2010), siendo lo más común tres ondas.

En un estudio similar (Uribe *et al.*, 2010), al evaluar la dinámica folicular en 14 borregas de la raza Bergamacia durante un ciclo estral natural y durante un ciclo estral inducido con prostaglandinas, se observó que el 92% presentaron tres ondas foliculares y el 8% restante solo dos ondas; por lo que el tratamiento de MGA empleado en este estudio muestra resultados similares a los de un ciclo estral normal.

Al estudiar la dinámica folicular en 12 borregas de la raza West Africana (Contreras *et al.*, 2008), encontraron que 13.3% presentaron dos ondas, el 66.7%

tres ondas y el 20% cuatro ondas. Así mismo, Seekallu *et al.*, (2010) en 19 borregas de la raza Western Cara Blanca, encontraron que 52.6% presentaron tres ondas foliculares, y el 47.3% presentaron cuatro ondas. Estos resultados en ambos trabajos son diferentes a lo obtenido en este estudio debido a que se monitoreó durante un periodo mayor a un ciclo estral (19 días). Sin embargo, se observa que el mayor porcentaje de las borregas presentan 3 ondas foliculares.

El diámetro del folículo dominante ovulatorio fue diferente en cada onda (Figuras 1 y 2), con variaciones de  $5.5 \pm 0.8$  a  $6.6 \pm 0.5$  mm. Estos resultados se encuentran dentro de los rangos descritos:  $4.7 \pm 0.4$  mm en borregas sincronizadas con prostaglandinas (Liu *et al.*, 2006),  $5.4 \pm 0.2$  mm en borregas sincronizadas con 500 UI de gonadotropina corionica equina (Barrett *et al.*, 2004),  $5.42 \pm 0.30$  mm en borregas con lisis natural e inducida del CL mediante prostaglandinas (Uribe *et al.*, 2009),  $6.2 \pm 0.2$  mm en borregas con dispositivo intravaginal de progesterona (Evans *et al.*, 2000) y  $6.9 \pm 0.1$  mm en borregas durante un ciclo estral normal (Ravindra *et al.*, 1994).

En este estudio, los diámetros de los folículos dominantes ovulatorios por onda folicular fueron similares a los reportados. Durante un ciclo estral normal en 14 borregas de la raza Bergamasca (Uribe *et al.*, 2010) el diámetro folicular encontrado fue de  $5.83 \pm 0.3$ ,  $5.42 \pm 0.1$  y  $5.42 \pm 0.4$  mm en la primera, segunda y tercera onda respectivamente, y en ese mismo orden durante un ciclo estral inducido con prostaglandinas el diámetro folicular fue de  $5.0 \pm 0.1$ ,  $4.5 \pm 0.8$  y  $5.0 \pm 0.2$  mm. En 19 borregas (SeeKallu *et al.*, 2010) el diámetro folicular máximo en la primera onda y la onda ovulatoria fue de  $6.72 \pm 0.3$  mm durante un ciclo estral normal de tres y cuatro ondas foliculares; mientras que en borregas con dos y tres ondas foliculares (Ravindra *et al.*, 1994) el diámetro folicular máximo del folículo ovulatorio encontrado fue de  $6.9 \pm 0.1$  mm.

La duración de la primera, segunda y tercer onda folicular fue diferente en borregas con tres ondas (Figura 1), mientras que en las borregas con dos ondas foliculares su duración fue similar (Figura 2). La observación de folículos mayores

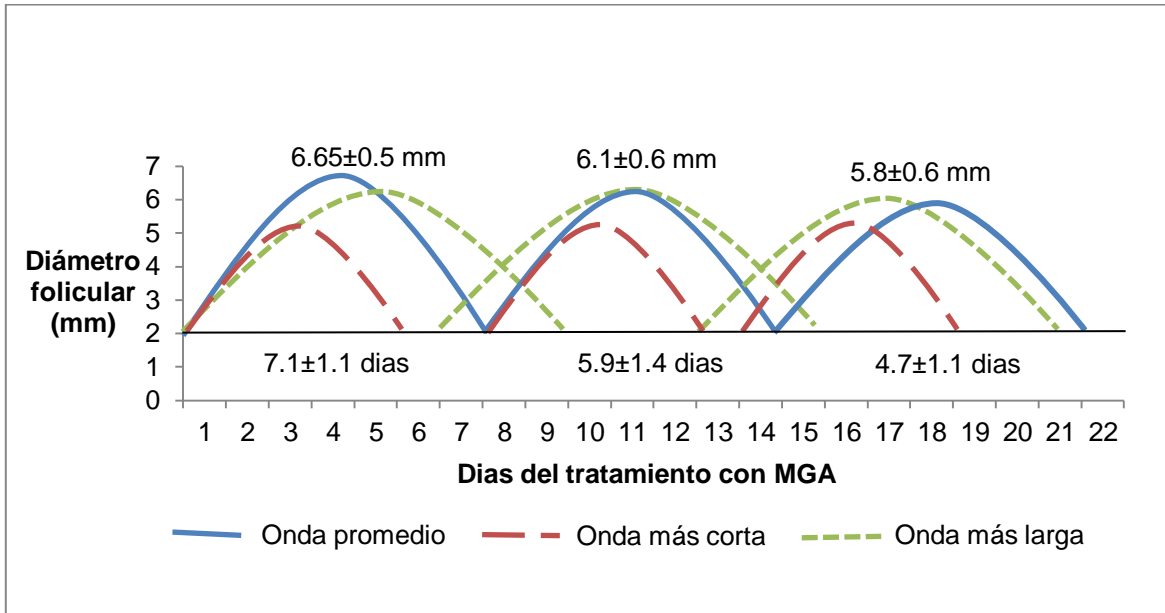
de 2 mm, indican que es el momento en el cual pasan a ser totalmente dependientes de las gonadotropinas para su crecimiento folicular, y son visibles mediante el ecógrafo (Uribe *et al.*, 2009); criterio utilizado para determinar el inicio y la duración de las ondas foliculares.

En este estudio, las borregas se encontraron en diferente día del ciclo estral al inicio del tratamiento, por lo que no fue posible observar en el 50% de ellas el inicio de la primera onda folicular; sin embargo, la tendencia fue la misma a las borregas donde se observó la onda folicular completa

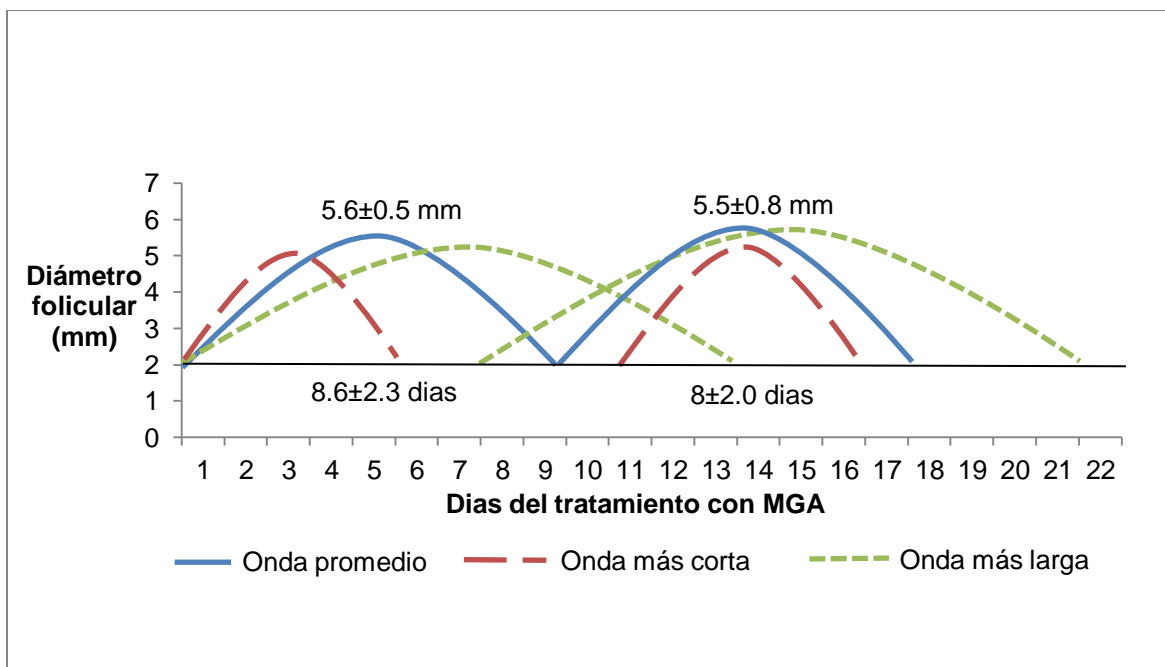
La duración de las ondas foliculares observadas durante el tratamiento con MGA se encuentran dentro de los rangos reportados: 6 a 7 días en borregas Suffolk con tres ondas durante un ciclo estral normal al inicio, mitad y final de la etapa reproductiva (Noel *et al.*, 1993), 3 a 6 días en borregas Bergamacia con dos y tres ondas foliculares durante un ciclo estral normal he inducido mediante prostaglandinas (Uribe *et al.*, 2010) y 10 días en borregas Texel de 2 ondas foliculares durante un ciclo estral normal (Kruip *et al.*, 1995).

Durante el tratamiento con MGA, en las borregas con tres ondas foliculares el diámetro folicular y la duración de la onda fue disminuyendo en la segunda y tercera onda, esto quizá debido al tiempo que tarda el efecto inhibitorio del MGA sobre el pico preovulatorio de LH, permitiendo un mayor desarrollo del folículo e incrementando la duración de la onda; o bien, a que al incrementar la cantidad de folículos reclutados, aumenta el diámetro máximo y la tasa de crecimiento de los folículos grandes en la primera onda folicular así como su longitud (Uribe *et al.*, 2008).





**Figura 1.** Representación de la dinámica folicular observada en borregas de tres ondas foliculares durante el tratamiento con MGA.



**Figura 2.** Representación de la dinámica folicular observada en borregas de dos ondas foliculares durante el tratamiento con MGA.

La administración de MGA en borregas durante un tratamiento prolongado similar a la duración de un ciclo estral, representa una estrategia eficaz para mitigar la variabilidad que resulta de diversos tratamientos conceptivos, ya que no afecta la dinámica folicular, por lo que podría ser utilizada en diversos programas de sincronización e inducción de estros y ovulaciones por su eficiente efecto supresor de la ovulación y desarrollo normal de la dinámica folicular.

#### **10.6.- Conclusión**

El uso del acetato de melengestrol (MGA) suprime la ovulación sin afectar la dinámica folicular en borregas, permitiendo el desarrollo normal de folículos dominantes ovulatorios y ondas foliculares.

## 10.7.- Literatura citada

**Barrett D. M. W., Bartlewski P. M., Batista A. M., Symington A. and Rawlings N.C. (2004).** Ultrasound and endocrine evaluation of the ovarian response to a single dose of 500 IU of eCG following a 12-day treatment with progestogen-releasing intravaginal sponges in the breeding and nonbreeding seasons in ewes. *Theriogenology*. 61:311-327.

**Bleach E. C. L., Glencross R. G. and Knight P. G. (2004).** Association between ovarian follicle development and pregnancy rate in dairy cows undergoing spontaneous oestrous cycles. *Reproduction*. 127: 621-629.

**Contreras S. I., Díaz T., López G., Caigua A., López S. L. and González B. A. (2008).** Systemic and intraovarian effects of corpus luteum on follicular dynamics during estrous cycle in hair breed Sheep. *Animal Reproduction Science*. 1(104):47-55.

**Espinoza V. J. L., Ortega P. R., Palacios E. A., Valencia M. J. y Arechiga F. F. C. (2007).** Crecimiento folicular ovárico en animales domésticos. *Revista Interciencia*. 32(2):93-99.

**Evans A. C. O., Duffy P., Hynes N. and Boland, M.P. (2000).** Waves of follicle development during the estrous cycle in sheep. *Theriogenology*. 53:699-715.

**Galina C. y Valencia J. (2006).** Reproducción de animales domésticos. (2ª ed). Ed. Limusa. Mexico. 578 p.

**Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal INAFED. (Mayo 2012).** [en línea]<http://www.elocal.gob.mx/work/templates/enciclo/michoacan/mpios/16017hm>.

**Kruip A. M. and Brand A (1995).** Follicular growth during the normal cycle and after treatment with progestagens in the ewe. *Animal Biology. Animal Biochem Biophys*.15:191-204.

**López A. S., González A. B. and Carrizosa J. A. (2007).** New estrus synchronization and Artificial insemination protocol for goats based on male exposure, progesterone and cloprostenol. *Theriogenology*. 68:1081-1087.

**Liu X., Dai Q., Hart E. J., Duggavathi R., Barret D. M. W. and Rawlings N. C. (2006).** Ovarian and endocrine response to prostaglandin F<sub>2α</sub> (PGF<sub>2α</sub>) given at the expected time of the endogenous FSH peak at mid-cycle in ewes. *Theriogenology*. 66 (4):811-821.

**Martínez J. J., Izaguirre F., Sánchez L., García C. G., Martínez G. y Torres G. (2007).** Comportamiento reproductivo de ovejas Barbados Barriga Negra Sincronizadas con MPA y diferentes tiempos de aplicación de eCG durante la época de baja fertilidad. *Revista Científica*. 1(17):47-52.

**Noel B., Bister J. L. and R. Paquay (1993).** Ovarian follicular dynamics in Suffolk ewes at different periods of the year. *Journal of Reproduction and Fertility*. 99:695-700.

**Ravindra J. P., Rawlings N. C., Evans A. C. O. and Adams G. P. (1994).** Ultrasonographic study of ovarian follicular dynamics in ewes during the estrous cycle. *Journal of Reproduction and Fertility*. 101:501-509.

**Seekallu S .V., Toosi B. M., Duggavathi R., Barrett D. M. W., Davies K. L, Waldner C. and Rawlings N.C. (2010).** Ovarian antral follicular dynamics in sheep revisited: Comparison among estrous cycles with three or four follicular waves. *Theriogenology*. 73: 670-680.

**Uribe V. L. F., Correa O. A. y Henry O. J. (2009).** Características del crecimiento folicular ovárico durante el ciclo estral en ovejas. *Biosalud*. 8:117-131

**Uribe V. L. F., Oba E y Lenz S. M. I. (2007).** Respuesta endocrina ovárica a la sincronización del estro y la ovulación utilizando CIDR y eCG en ovejas. *Veterinaria y Zootecnia*. 1(1):9-17.

**Uribe V. L. F., Oba E. y Souza M. I. L. (2008).** Población folicular y concentraciones plasmáticas de progesterona (P4) en ovejas sometidas a

diferentes protocolos de sincronización. Archivos Médicos Veterinarios. 40(1):83-88.

**Uribe V. L. F., Oba, E., Lenz S. M. I., Vélez M. M. y Correa O. A. (2010).** Desarrollo folicular en ovejas durante el ciclo estral natural e inducido con prostaglandinas. Revista Científica. 20(4):417-421.

## XI.- EFECTO DE UNA DOSIS DE 0.22 MG DE ACETATO DE MELENGESTROL (MGA) SOBRE LA INHIBICIÓN DE LA OVULACIÓN EN BORREGAS

### 11.1.- Abstract

The objective of this study was to evaluate the efficiency of an intermediate dose of MGA on the inhibition of ovulation. Twenty empty and cycling ewes were used, with a corporal condition of  $3.2 \pm 0.3$  (scale 1-5),  $40.18 \pm 5.8$  kg and  $3.25 \pm 0.6$  years old. The intermediate dose consisted of 0.22 mg of MGA per ewe during 17 days. In the dosing period ovarian activity was observed by echography, to observe the effect on the inhibition of ovulation. It was found that the intermediate dose of 0.22 mg, had a suppressive effect on ovulation in 100% of the sheep, which was observed in follicular dynamics expressed in 2 and 3 follicular waves. We conclude that the intermediate dose of 0.22 mg of MGA is efficient in its main effect, the suppression of ovulation.

**Key words:** intermediate dose, efficiency, ovarian activity, echography.

### 11.2- Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia de la dosis intermedia de MGA sobre la inhibición de la ovulación. Se utilizaron 20 borregas vacías y ciclando, con una CC de  $3.2 \pm 0.3$  (escala 1-5),  $40.18 \pm 5.8$  kg de PV y  $3.25 \pm 0.6$  años de edad. La dosis intermedia consistió en 0.22 mg de MGA por borrega durante 17 días. En el periodo de dosificación se observó la actividad ovárica por ecografía, para observar el efecto sobre la inhibición de la ovulación. Se encontró que la dosis intermedia de 0.22 mg, tuvo un efecto supresor de la ovulación en el 100% de las borregas, en las que se observó una dinámica folicular expresada en 2 y 3 ondas foliculares. Se concluye que la dosis intermedia de 0.22 mg de MGA es eficiente en su efecto principal, supresión de la ovulación.

**Palabras clave:** dosis intermedia, eficiencia, actividad ovárica, ecografía.

### 11.3.- Introducción

La eficiencia de un sistema de producción ovino está determinada por gran número de factores. El aspecto reproductivo es sin duda uno de los más importantes, y entre las diferentes estrategias utilizadas para este fin se encuentra el uso del acetato de melengestrol (MGA), esteroide progestacional sintético de administración oral que ha sido utilizado sin un criterio de dosificación claro; existiendo así, una diversidad de dosis en borregas que van desde 0.11 a 0.5 mg. El uso del MGA en borregas ha sido empleado para diferentes fines, entre los que se encuentran la inducción y sincronización de estros (Cervantes, 1991; Trujillo, 1992; Quispe *et al.*, 1994; Quezada *et al.*, 2004; Perry *et al.*, 2005), como promotor de crecimiento y como anabólico en ganado de engorda (Imwalle *et al.*, 2002; Schifer, 2004); olvidando considerar que su principal función es la inhibición de la ovulación (Perry *et al.*, 2005). En borregas no existen trabajos que expliquen la eficiencia del MGA sobre su efecto principal (inhibir la ovulación) y menos sobre la dosis adecuada para lograr dicho efecto, ya que la mayoría se centra en la respuesta a la manifestación de estro, sincronización de estros y al porcentaje de fertilidad de las borregas. Por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar si la dosis intermedia de 0.22 mg de MGA es eficiente en su efecto principal, la inhibición de la ovulación.

### 11.4.- Material y métodos

El estudio se realizó en el ejido Agua Fría, perteneciente al municipio de Contepec, Michoacán, México; coordenadas 19°55' latitud norte y 100°11' latitud oeste, a una altura de 2490 msnm, en clima templado con lluvias en verano, precipitación pluvial de 1,168.0 mm y temperaturas que oscilan entre 8.6 y 22.4°C (INAFED, 2012).

Durante el mes de julio (en plena estación reproductiva) se utilizaron 20 borregas de la raza Dorper y encaste de Dorper con Pelibuey, vacías y ciclando, con condición corporal de  $3.2 \pm 0.3$  (escala 1 a 5),  $40.18 \pm 5.8$  kg de peso vivo y  $3.25 \pm 0.6$  años de edad. Todas las borregas permanecieron estabuladas en un mismo

corral de 72.0 m<sup>2</sup>, fueron identificadas individualmente mediante un arete, desparasitadas y vitaminadas 30 días antes del inicio de la dosificación con MGA. Todas las borregas recibieron el mismo manejo y fueron alimentadas con rastrojo de maíz, grano de avena, grano de cebada y agua *ad libitum*.

Al inicio del tratamiento, a todas las borregas se les realizó una evaluación ginecológica con ayuda de un Ecógrafo en modo B (Draminski, modelo Animal Profi) provisto de un transductor sectorial de 3.5 y 5.0 MHz vía rectal, para confirmar que estuvieran vacías y ciclando.

La dosis de MGA empleada fue de 0.22 mg y se administro individualmente vía oral por 17 días. Durante el periodo que recibieron la dosis de MGA se observó la actividad ovárica utilizando el Ecógrafo con un transductor sectorial de 7.0 MHz vía transrectal para observar el efecto sobre la inhibición de la ovulación.

### **11.5.- Resultados y discusión**

Después de observar la actividad ovárica durante 17 días de tratamiento, se encontró que la dosis de 0.22 mg tuvo un efecto inhibitor de la ovulación en el 100% de las 20 borregas, en las cuales observando su actividad ovárica durante todo el tratamiento mostraron el desarrollo de 2 y 3 ondas foliculares sin ovulación. Este resultado indica que la dosis de 0.22 mg de MGA es eficiente para inhibir la ovulación.

Aunque no existen trabajos de investigación que evalúen la dosis de MGA sobre su función como inhibidor de la ovulación en borregas, es posible comparar el resultado obtenido con algunos estudios donde se han utilizado dosis bajas y altas de MGA, considerando que la respuesta a la manifestación y sincronización de estros, dependen de la eficiencia del MGA sobre su función principal, e incide directamente sobre porcentaje de preñez que pueda obtenerse posterior a la sincronización del estro.

Emsen *et al.* (2012), utilizando una dosis baja de 0.125 mg MGA durante 9 días, observaron en 286 borregas que la respuesta a la presentación de estros era de



62% con una tasa de fertilidad de 41%, y cuando se administro la misma dosis pero durante 12 días observaron en 130 borregas que la respuesta a la presentación de estros fue de 89% con una tasa fertilidad de 44%. Esto sugiere que la eficiencia de la dosis empleada sobre la respuesta a la presentación de estros se asocia a la duración del tratamiento, por la etapa del ciclo estral en que se encontraban las borregas (Galina y Valencia, 2006) y quizá, la baja fertilidad observada se deba a que el efecto inhibitor de la ovulación pudo no ser del todo eficiente o incluso pudo haber afectado la actividad ovárica en algunas borregas, ya que dosis bajas de MGA han mostrado un efecto negativo sobre la frecuencia pulsátil de LH desarrollando folículos dominantes persistentes (Johnson *et al.*, 1996).

Quispe *et al.* (1995), utilizaron una dosis baja de 0.11 mg y una dosis intermedia de 0.22 mg de MGA durante 9 días para sincronizar estros en 37 borregas, encontrando que el porcentaje de estros para las borregas a las que se les administro 0.11 mg fue de 67% y para las de borregas de 0.22 mg fue de 90%, lo que hace evidente la eficiencia de la dosis intermedia, resultado que coincide al observado en este estudio al evaluar el efecto de una dosis intermedia de 0.22 mg de MGA sobre la inhibición de la ovulación.

Castonguay *et al.* (2002), administraron una dosis de 0.4 mg de MGA durante 12 días a 24 borregas para determinar el tiempo de respuesta al pico de LH y la tasa de fertilidad. Durante el tratamiento no hicieron ninguna observación, pero encontraron que el intervalo medio entre la última dosis de MGA y el pico de LH fue de  $64.0 \pm 12.6$  h y la tasa de fertilidad fue de 45%. Este resultado pudo deberse a que dosis altas de MGA inhiben la ovulación, pero a la vez suprimen la secreción de LH y por lo tanto inhiben el desarrollo folicular (López *et al.*, 2002), afectando así la tasa de fertilidad. Esto indica que dosis altas de MGA no resultan ser las más eficientes para su uso como estrategia de manejo reproductivo en borregas. Resultados similares encontraron Valenzuela *et al.* (2004), al utilizar una dosis alta de MGA (0.5 mg) durante 10 días para evaluar su efecto sobre la inducción de estros y la fertilidad en 50 cabras, encontrando una respuesta de

73.5% de estro con tasa de fertilidad de 74%, resultado que puede explicarse de igual manera por efecto que tiene la dosis alta de MGA sobre la secreción de LH y el desarrollo folicular (López *et al.*, 2002).

### **11.6.- Conclusión**

La dosis intermedia de 0.22 mg de MGA vía oral resulta adecuada para borregas por su eficiente efecto sobre la inhibición de la ovulación.

### 11.7.- Literatura citada

**Castonguay F., Leduc G. and Goulet. (2002).** Use of melengestrol for estrus synchronization in an artificial insemination program in ewe. *Journal Animal Science*. 80 (1) 268-269.

**Cervantes M. J. (1991).** Utilización de acetato de melengestrol (MGA) y acetato de fluorogestona (FGA) para la inducción de estros en cabras prepúberes y en cabras adultas durante la estación de anestro. (Tesis de Licenciatura). UNAM. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Distrito Federal. México. pp. 1-42.

**Emsen E., Giménez D. C., Kutuca M. and Koycegiz F. (2011).** Reproductive response of ewes synchronized with different lengths of MGA treatments in intrauterine insemination program. *Animal Reproduction Science*. 126:57-60.

**Galina C. y Valencia J. (2006).** Reproducción de animales domésticos. (2ª ed). Ed. Limusa. Mexico. 578 p.

**Imwalle D. B., Fernandez D. L. and Schillo K. K. (2002).** Melengestrol acetate blocks the preovulatory surge of luteinizing hormone, the expression of behavioral estrus, and ovulation in beef heifers. *Journal of Animal Science*. 80:1280-1284.

**Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) (2012).** [en línea]

<http://www.local.gob.mx/work/templates/enciclo/michoacan/mpios/16017hm>

[consultada el día, 15 de enero de 2012, a las 5:30].

**Johnson S. K., Dailey R. A., Inskoop E. K. and Lewis P. E. (1996).** Effect of peripheral concentrations of progesterone on follicular growth and fertility in ewes. *Domestic Animal Endocrinology*. 13: 69-79.

**López S. A., González D. B. A., Santiago M. J. y Gómez B. A. (2002).** Dinámica folicular en pequeños rumiantes. Ponencias. Departamento de Reproducción Animal, INIA. Madrid. España. pp. 65-77.

**Perry G., Welshons W. V. and Bott Smith M. F. (2005).** Basis of melengestrol acetate action as a progestin. *Domestic Animal Endocrinology*. 28:147-161.

**Quezada C. A., Ramírez G. A., Pérez C. F., Avendaño R. L. y Hallford D. M. (2004).** Comparación de dos protocolos de sincronización (MGA) del estro en vaquillas de carne con distintas calificaciones de tracto reproductivo. 29(11):638-642.

**Quispe Q. T., Zarco Q. L., Ortiz H. A. y Valencia M. J. (1995).** Sincronización de estros en ovejas mediante un tratamiento cortó con acetato de melengestrol (MGA) combinado con cipionato de estradiol (ECP). *Revista Veterinaria México*. 26(1):23-28.

**Quispe T., Zarco L., Valencia J. and Ortiz A. (1994).** Estrus synchronization with melengestrol acetate in cyclic ewes. Insemination with fresh or frozen semen during the first or second estrus post treatment. *Theriogenology*. 41:1385-1392.

**Schiffer B. (2004).** Mobility of the growth promoters trembolone and melengestrol acetate in agricultural soil: column studies. *Science of the Total Environment*. 326:225-237.

**Trujillo G. A. M. (1992).** Sincronización de estros en cabras lecheras con acetato de melengestrol (MGA) combinado con prostaglandina F2 alfa. (Tesis de licenciatura). UNAM. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Distrito Federal. México. pp. 1-47.

**Valenzuela J. N., Hernández C. J., Murcia M. C. y Rodríguez M. R. (2004).** Efecto del benzoato de estradiol en la presentación del pico preovulatorio de LH, momento de ovulación y fertilidad en cabras sincronizadas con acetato de melengestrol (MGA). *Agrociencia*. 38(6):603-611.

## XII.- EFECTO DEL TRATAMIENTO PROLONGADO CON ACETATO DE MELENGESTROL (MGA) SOBRE LA PERSISTENCIA O NO PERSISTENCIA DE FOLÍCULOS OVÁRICOS EN BORREGAS

### 12.1.- Abstract

The aim of this study was to evaluate whether the prolonged treatment with MGA influences ovarian follicular persistence in the female sheep. Twenty empty and cycling ewes were used, with a corporal condition of  $3.2 \pm 0.3$  (scale 1-5),  $40.18 \pm 5.8$  kg BW and  $3.25 \pm 0.6$  years old. The treatment consisted of 0.22 mg of MGA per ewe during 17 days and the follicular development was observed by echography. The follicles were identified as anaecogenic structures. Whether or not there was follicular persistence was determined from the changes in the size of the dominant follicles and from the observed days. No ewe presented the development of persistent dominant follicles. Its concluded that the administration of prolonged treatments with MGA does not generate the development of persistent follicles in ewes.

**Key words:** echography, follicles, melengestrol acetate.

### 12.2.- Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar si el tratamiento prolongado con MGA, influye o no en la persistencia folicular ovárica de la hembra ovina. Se utilizaron 20 borregas vacías y ciclando, con una CC de  $3.2 \pm 0.3$  (escala 1 a 5),  $40.18 \pm 5.8$  kg de PV y  $3.25 \pm 0.6$  años de edad. El tratamiento consistió en 0.22 mg de MGA por borrega durante 17 días y diariamente se observó el desarrollo folicular por ecografía. Los folículos fueron identificados como estructuras anaecogénicas. La persistencia o no persistencia folicular se determinó a partir de los cambios en el tamaño de los folículos dominantes y de los días observados. Ninguna borrega presentó desarrollo de folículos dominantes persistentes. Se concluye que la administración de tratamientos prolongados con MGA no genera el desarrollo de folículos persistentes en borregas.

**Palabras Clave:** ecografía, folículos, acetato de melengestrol.

### 12.3.- Introducción

El conocimiento de los mecanismos que regulan la dinámica folicular en ovinos, ha recibido especial atención, principalmente por el interés en el mejoramiento de la sincronización del estro y la fertilidad, en busca de obtener una mayor precisión del momento de la ovulación (Uribe *et al.*, 2010).

El uso de la ecografía como instrumento de investigación ha proporcionado un cambio significativo en los conceptos vigentes sobre la fisiología ovárica y particularmente sobre la dinámica folicular. Una onda folicular es caracterizada por el crecimiento sincrónico de un grupo de folículos (emergentes), que inicialmente aumenta en tamaño durante una fase de crecimiento común y subsecuentemente se diferencia en un solo folículo dominante que continúa creciendo, al mismo tiempo que múltiples folículos subordinados cesan su crecimiento durante una fase estática (Evans *et al.*, 2000; Peter *et al.*, 2009).

El desarrollo de métodos más efectivos para la sincronización e inducción de estros y ovulaciones, depende de una mayor comprensión de los mecanismos responsables del desarrollo y diferenciación folicular; así como de los mecanismos de acción del agente químico o biológico empleado para tal fin (Uribe *et al.*, 2008).

Dentro de los métodos de sincronización e inducción de estro y ovulación, se encuentran los tratamientos hormonales a base de progestágenos sintéticos; entre ellos, se encuentra el acetato de melengestrol (MGA), el cual es un esteroide progestacional sintético de administración oral utilizado como inductor y sincronizador de estros y ovulaciones por su capacidad de inhibir la conducta estral, en pequeños rumiantes (Perry *et al.*, 2005).

Se sabe que los tratamientos prolongados (12-14 días) con progestágenos en hembras ovinas permite de manera eficiente controlar el estro y la ovulación, pero se cree que la fertilidad en el estro sincronizado disminuye (Quispe *et al.*, 1995). Esto quizá se deba a que los tipos de progestágenos utilizados y sus dosis, suelen

ser menos eficaces que la progesterona endógena en la supresión de secreción de LH, lo que puede influir en el desarrollo folicular, incremento de la edad del folículo ovulatorio, retraso de la ovulación, envejecimiento del oocito y persistencia folicular (García *et al.*, 2009). Por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar si el tratamiento prolongado con MGA, influye o no en la persistencia folicular ovárica de la hembra ovina.

#### 12.4.- Material y métodos

El estudio se realizó en el en el ejido Agua Fría, perteneciente al municipio de Contepec, Michoacán, México; coordenadas 19°55' latitud norte y 100°11' latitud oeste, a una altura de 2490 msnm, en clima templado con lluvias en verano, precipitación pluvial de 1,168.0 milímetros y temperaturas que oscilan entre 8.6 y 22.4°C (INAFED, 2012).

Durante el mes de julio (en plena estación reproductiva) se utilizaron 20 borregas de la raza Dorper y encaste de Dorper con Pelibuey, vacías y ciclando, con condición corporal de  $3.2 \pm 0.3$  (escala 1 a 5),  $40.18 \pm 5.8$  kg de peso vivo y  $3.25 \pm 0.6$  años de edad. Todas las borregas permanecieron estabuladas en un mismo corral de 72.0 m<sup>2</sup>, fueron identificadas individualmente mediante un arete, desparasitadas y vitaminadas 30 días antes del inicio del tratamiento con MGA. Todas las borregas recibieron el mismo manejo y fueron alimentadas con rastrojo de maíz, grano de avena, grano de cebada y agua *ad libitum*.

Al inicio del tratamiento, a todas las borregas se les realizó una evaluación ginecológica con ayuda de un Ecógrafo en modo B (Draminski, modelo Animal Profi) provisto de un transductor sectorial de 3.5 y 5.0 MHz vía rectal, para confirmar que estuvieran vacías y ciclando, aunque se encontraron en diferente día de su ciclo estral.

El tratamiento consistió en 0.22 mg de MGA por borrega durante 17 días y para asegurar su consumo diario se les administró individualmente vía oral. Durante el tratamiento se realizó el seguimiento de los ovarios vía transrectal, para ello se

utilizó el Ecógrafo con el transductor sectorial de 7.0 MHz, para observar el desarrollo folicular. Las observaciones se realizaron con las borregas en posición de cuadripedestación, removiendo las heces manualmente del recto, y posteriormente se les introdujo mediante una jeringa de 60 ml gel hidrosoluble con la finalidad de evitar daños a nivel de la mucosa rectal y mejorar la transmisión y calidad de la imagen ecográfica. Los folículos fueron identificados como estructuras anaecogénicos (color negro en la pantalla del ecógrafo) y se midieron colocando los calibradores (calipers) electrónicos en el límite ubicado entre la pared folicular y el estroma ovárico. La persistencia o no persistencia folicular se determinó a partir de los cambios en el tamaño de los folículos dominantes y de los días observados.

### **12.5.- Resultados y discusión**

Después de observar la dinámica folicular durante 17 días de tratamiento con MGA, se encontró que de las 20 borregas ninguna presentó desarrollo de folículos dominantes persistentes, esto se debe a que la dosis utilizada de MGA fue suficiente para suprimir el pico preovulatorio de LH y evitar la ovulación sin suprimir la secreción de FSH por lo que las ondas foliculares siguieron emergiendo (Bleach *et al.*, 2004).

Estos resultados difieren de algunos reportes (Colazo *et al.*, 2007; García *et al.*, 2009), donde se menciona que la administración de progestágenos sintéticos por intervalos mayores a la vida de un cuerpo lúteo (CL) en bovinos, suelen ser menos eficaces que la progesterona endógena en la supresión de secreción de LH, generando una alta frecuencia de pulsos de esta hormona que dan como resultado el desarrollo de folículos persistentes. Así mismo, existe el reporte (Viñoles *et al.*, 2001) de que los niveles periféricos de progesterona regulan los patrones de crecimiento folicular por medio de la retroalimentación negativa hacia la secreción pulsátil de LH y que el aumento en la frecuencia de los pulsos de LH favorece la persistencia del folículo dominante, mientras que la disminución de la misma se asocia con la pérdida de éste.



En bovinos, cuando se utilizó un tratamiento con progestágenos durante periodos prolongados en un estado avanzado del ciclo estral (Díaz *et al.*, 2002), se observó que se puede producir la persistencia del folículo dominante; sin embargo en las borregas tratadas con MGA durante los 17 días no se afectó la dinámica folicular, a pesar de que algunas de ellas se encontraran en un estado avanzado del ciclo estral.

Sin embargo, en ovinos se indica que en hembras que se encuentren ciclando la administración de progestágenos debe tener una longitud suficiente para permitir que ocurra la lisis del CL en forma natural (Galina y Valencia, 2006), y debe ser independiente de la etapa del ciclo estral en la que este se lleve a cabo, pues el uso de un tratamiento prolongado permitiría bloquear la ovulación, cuando al iniciar el tratamiento se encuentren en fase folicular (proestro y estro) impidiendo la formación de un CL; si se encuentran en etapa de metaestro, la formación del CL se altera, acortando su vida media; y si coincide con el diestro, el CL sufre luteólisis al momento que correspondería naturalmente sin resultar afectado por el tratamiento. De esta manera, se estaría obteniendo una mayor respuesta a la sincronización de estros.

El tratamiento prolongado con MGA utilizado tuvo de una duración similar a la de un ciclo estral, por lo que el bloqueo de la ovulación observado fue independiente de la etapa del ciclo en que se encontraban las borregas, incluso en 3 de las veinte hembras en las cuales existía la presencia de un CL al inicio del tratamiento.

Cuando la administración del progestágeno coincide con la presencia de un CL se logra inhibir correctamente la pulsatilidad de LH (Mata *et al.*, 2001), lo que impide la elevación de la frecuencia pulsátil de LH que resulta en el desarrollo de folículos persistentes (Viñoles *et al.*, 2001; Colazo *et al.*, 2007; García *et al.*, 2009); En cabras (n=38), la dinámica folicular ovárica y la fertilidad tampoco se observó alterada por la presencia o ausencia de un CL durante la sincronización estral con

esponjas vaginales impregnadas de progestágenos durante 11 días (Lassala *et al.*, 2004).

Para evaluar el efecto de la presencia o ausencia de un CL sobre el recambio folicular y el porcentaje de concepción, se realizó un estudio (Lassala *et al.*, 2001) en 79 cabras cíclicas sincronizadas con esponjas intravaginales impregnadas con 45 mg de acetato de fluorogestona (FGA) durante 11 días, cuyo estro fue presincronizado con 2 inyecciones intramusculares de 7.5 mg de luprostiol con 11 días de diferencia. A 41 cabras se les administró en los días ocho y nueve 7.5 mg de luprostiol (con el objeto de eliminar a los CL presentes), y a las 38 cabras restantes el luprostiol se aplicó al finalizar el tratamiento con el progestágeno. Se encontró que no existe evidencia de que la presencia o ausencia de un CL modifique la dinámica folicular o afecte la fertilidad en cabras sincronizadas con FGA.

En otro estudio (Flynn *et al.*, 2006) se evaluó el crecimiento del folículo ovulatorio durante la luteólisis temprana en un programa de sincronización de estro mediante un tratamiento con progestágenos por 19 días. A 8 borregas se les administró una esponja vaginal con 20 mg de Medroxiprogesterona (MAP) del día 5 al 19 después del estro; a otras 8 borregas se les administró una esponja el día 5 del ciclo y fue reemplazada por una nueva en los días 10 y 15; las 5 borregas restantes se utilizaron como testigo. Las borregas tratadas recibieron 0.5 ml de prostaglandina los días 6 y 7 del ciclo para lisar el CL presente. Se encontró que la eficacia de retroalimentación negativa de una sola esponja durante 14 días disminuye con el tiempo, dando lugar a un aumento en la frecuencia de pulso de LH y la presencia de folículos persistentes. Esto puede explicar (García *et al.*, 2009) por que el tratamiento prolongado con MGA dosificado de forma individual y controlado, suprime la secreción pulsátil de LH sin afectar la dinámica folicular y sin generar folículos persistentes.

Con el objetivo de evaluar el efecto de una dosis baja de progesterona sobre la dinámica folicular y pulsatilidad de LH durante el anestro posparto en vacas

primíparas (Rhodes *et al.*, 2002), se aplicó durante 10 días un CIDR reciclado a 8 vacas Jersey y un CIDR nuevo durante 6 días a 20 vacas Frisonas, de estas últimas 9 recibieron adicionalmente una inyección con 2 mg de benzoato de estradiol (BE). El estudio concluyó que la administración de dosis bajas de progesterona (CIDR reciclado), aumenta la liberación de LH sin inducir el desarrollo de folículos persistentes y que la combinación de progesterona (CIDR) con BE no induce el desarrollo de folículos dominantes persistentes. Estos resultados podrían haber sido determinados por el corto periodo del tratamiento con progestágenos y por el estado de anestro de las vacas.

### **12.6.- Conclusión**

La administración de tratamientos prolongados con MGA no genera el desarrollo de folículos persistentes en borregas.

## 12.7.- Literatura citada

**Bleach E. C. L., Glencross R. G. and Knight P.G. (2004).** Association between ovarian follicle development and pregnancy rate in dairy cows undergoing spontaneous oestrous cycles. *Reproduction*. 127: 621-629.

**Colazo M. G., Mapletoft R. J., Martínez M. F. y Kastelic J. P. (2007).** El uso de tratamientos hormonales (MGA) para sincronizar el celo y la ovulación en vaquillonas. *Ciencia Veterinaria*. 9(1):4-16.

**Díaz G. S., Galina C. S., Basurto C. H. y Ochoa G. P. (2002).** Efecto de la progesterona natural con o sin la adición de benzoato de estradiol sobre la presentación de celo, ovulación y gestación en animales tipo *Bos indicus* en el trópico mexicano. *Archivo de Medicina Veterinaria*. 34(2):283-286.

**Evans A. C. O., Duffy P., Hynes N. and Boland M. P. (2000).** Waves of follicle development during the estrous cycle in sheep. *Theriogenology*. 53:699-715.

**Flynn D. J., Duffy P., Boland P. M. and Evans A. C. O. (2006).** Progestagen synchronisation in the absence of a corpus luteum results in the ovulation of a persistent follicle in cyclic ewe lambs. *Animal Reproduction Science*. 62:285-296.

**Galina C. y Valencia J. (2006).** Reproducción de animales domésticos. (2ª ed). Ed. Limusa. Mexico. 578 p.

**García C. R., Rangel R. S., Rodríguez R. D. L., Cadena J. A. M. y Apodaca C. A. S. (2009).** Aplicación de progesterona al final de un protocolo de sincronización de celos en ovejas criollas. XIX Reunión Internacional Sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos. Mexicali, Baja California, México. 8 y 9 de Octubre de 2009. pp. 140-143.

**Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) (2012).** [en línea]<http://www.elocal.gob.mx/work/templates/enciclo/michoacan/mpios/16017hm> [consultada el día, 15 de enero de 2012, a las 5:30].

**Lassala A., Hernández J., Aguilar G., Rodríguez R., Rangel L. y Gutiérrez. (2001).** Efecto de la presencia o ausencia de un cuerpo lúteo sobre la dinámica folicular y el porcentaje de concepción en cabras sincronizadas con acetato de fluorogestona (FGA). XXV Congreso Nacional de Buiatría. Veracruz, 16 al 18 de agosto de 2001.

**Lassala A., Hernández C. J., Rodríguez M. R. and Gutiérrez C. G. (2004).** The influence of the corpus luteum on ovarian follicular dynamics during estrous synchronization in goats. *Animal Reproduction Science*. 84(3-4):369-375.

**Mata C. F. A., Hernández C. J. y González P. E. (2001).** Efecto del Norgestomet inyectado sobre el folículo dominante persistente y la formación del cuerpo lúteo en vacas sincronizadas con implantes de norgestomet. *Veterinaria México*. 32 (1):19-25.

**Perry G., Welshons W. V. and Bott Smith M. F. (2005).** Basis of melengestrol acetate action as a progestin. *Domestic Animal Endocrinology*. 28:147-161.

**Peter A.T., Levine H., Drost M. and Bergfelt D. R. (2009).** Compilation of classical and contemporary terminology used to describe morphological aspects of ovarian dynamics in cattle. *Theriogenology*. 71:1343-1357.

**Quispe Q. T., Zarco Q. L., Ortiz H. A. y Valencia M. J. (1995).** Sincronización de estros en ovejas mediante un tratamiento cortó con acetato de melengestrol (MGA) combinado con cipionato de estradiol (ECP). *Revista Veterinaria México*. 26(1):23-28.

**Rhodes M. F., Burke R. C., Clark A. B., Day L. M. and Macmillan L. K. (2002).** Effect of treatment with progesterone and oestradiol benzoate on ovarian follicular turnover in postpartum anoestrous cows and cows which have resumed oestrous cycles. *Animal Reproduction Science* 69: 139-150.

**Uribe V. L. F., Oba E., Lenz S. M. I., Vélez M. M. y Correa O. A. (2010).** Desarrollo folicular en ovejas durante el ciclo estral natural e inducido con prostaglandinas Revista Científica. 20(4):417–421.

**Uribe V. L. F., Oba E. y Souza M. I. L. (2008).** Población folicular y concentraciones plasmáticas de progesterona (P4) en ovejas sometidas a diferentes protocolos de sincronización. Archivos Médicos Veterinarios. 40:83-88.

**Viñoles C., Forsberg M., Banchemo G. and Rubianes E. (2001).** Effect of longterm and short-term progestagen treatment on follicular development and pregnancy rate in cyclic ewes. Theriogenology. 55 (1):993-1004.

### XIII.- DISCUSIÓN GENERAL

La producción de un sistema ovino depende en gran parte de la tecnología que se utilice, así como también del nivel de tecnología que se adopte (González, 1999; Perea, 2007). El componente animal dentro del sistema también es un factor determinante de la productividad. La reproducción, como sistema del organismo, es un factor determinante en la ovinocultura, por lo que es de gran importancia la implementación de estrategias reproductivas como son; empadres controlados y uso de protocolos hormonales para sincronización de estros (Cárdenas, 2012).

El acetato de melengestrol (MGA) es una estrategia que se ha implementado con fines de manejo reproductivo en ovinos (Méndez *et al.*, 2000; Perry *et al.*, 2005), sin embargo, existía la duda de su efecto en la dinámica folicular durante un tratamiento prolongado, ya que en algunos estudios (Johnson *et al.*, 1996; Viñoles *et al.*, 2001; López *et al.*, 2002) mencionan que afecta la dinámica folicular, desarrollando folículos dominantes persistentes, debido a su efecto negativo en la frecuencia pulsátil de LH, afectando la respuesta a la sincronización de estros y porcentaje de fertilidad.

Ya que en algunos estudios (Castonguay *et al.*, 2002; López *et al.*, 2002; Valenzuela *et al.*, 2004; Emsen *et al.*, 2012) pareciera que la administración de dosis bajas y dosis altas de MGA disminuyen el porcentaje de sincronización de estros y fertilidad, posiblemente debido a que el efecto inhibitor de la ovulación pudo no ser del todo eficiente o incluso pudo haber afectado la dinámica folicular disminuyendo así la respuesta.

Sin embargo, en este estudio se demostró que la administración de un tratamiento prolongado con MGA similar a la duración de un ciclo estral, a una dosis adecuada, inhibe la ovulación sin generar el desarrollo de folículos dominantes persistentes, mostrando una dinámica folicular normal expresada en 2 y 3 en ondas. Por lo que representa una estrategia eficaz para mitigar la variabilidad que resulta de los diversos tratamientos conceptivos a base de los diferentes progestágenos sintéticos y sus dosis.

Por lo que una dosis intermedia de 0.22 mg de MGA puede recomendarse para las diferentes estrategias de manejo reproductivo como en empadres controlados y sincronización de estros por su eficiente efecto supresor de la ovulación. Esperando una buena respuesta ya que demostró ser eficiente en la inhibición de la ovulación sin afectar la dinámica folicular.

Además de que MGA es un producto de fácil administración, económico, seguro y lo más importante no provoca abortos (Mata, 2010; Rojo, 2010; Salas *et al.*, 2011), lo que permite utilizarlo en animales, en los que se desconoce el estado fisiológico en el que se encuentra (gestante), debido a que se lleva a cabo un empadre libre, donde el semental permanece todo el año con las borregas (Porrás *et al.*, 2003).

Álvarez y Ducoing, (2005) mencionan que el MGA cuenta con la ventaja de tener un costo 10 veces menor en comparación con los dispositivos vaginales impregnados de progestágenos sintéticos, administrados durante periodos cortos en combinación con otras hormonas, como agentes luteolitos (prostaglandina (PGf $2\alpha$ ) y estrógenos principalmente), que se utilizan antes o después del tratamiento para garantizar que las hembras tratadas se encuentren sin la presencia de un cuerpo lúteo, mostrando resultados similares a los encontrados con MGA para la sincronización de estros (Daniel *et al.*, 2001).



#### **XIV.- CONCLUSIÓN GENERAL**

Después de observar la dinámica folicular en borregas durante un periodo de 17 días similar a la duración de un ciclo estral, se concluye que la administración de 0.22 mg de acetato de melengestrol (MGA) es eficaz en la inhibición de la ovulación, con desarrollo normal de ondas foliculares y sin generar persistencia de folículos dominantes, a pesar de lo prolongado del tratamiento.

---

## XV.- LITERATURA CITADA

**Álvarez R. L. y Ducoing W. A. (2005).** Aspectos reproductivos del ganado ovino y caprino. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal. México. pp. 15-18.

**Cárdenas S. A. J. (2012).** Tecnologías para la producción de ovinos en el estado de Nayarit. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacifico Centro Campo Experimental Santiago Ixcuintla. México. pp. 1-86.

**Castonguay F., Leduc G. and Goulet. (2002).** Use of melengestrol for estrus synchronization in an artificial insemination program in ewe. *Jornual Animal Science*. 80 (1) 268-269.

**Daniel J. A., Sterle S. W., Fadin E. L. and Keisler D. H. (2001).** Breeding ewes out-of-season using melengestrol acetate, one injection of progesterone, or a controlled internal drug releasing device. *Theriogenology*. 56:105-110.

**Emsen E., Giménez D. C., Kutuca M. and Koycegiz F. (2011).** Reproductive response of ewes synchronized with different lengths of MGA treatments in intrauterine insemination program. *Animal Reproduction Sceince*.126:57-60.

**Gonzales R. G. A (1999).** Efecto de la época de empadre y la introducción del macho sobre el comportamiento estrual, duración de la gestación y prolificidad en ovejas. (Tesis de Maestría). Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias, U. A. T. Ciudad Victoria Tamaulipas. México. pp. 1-85.

**Johnson S. K., Dailey R. A., Inskoop E. K. and Lewis P. E. (1996).** Effect of peripheral concentrations of progesterone on follicular growth and fertility in ewes. *Domestic Animal Endocrinology*.13: 69-79.

**López S. A., González D. B. A., Santiago M. J. y Gómez B. A. (2002).** Dinámica folicular en pequeños rumiantes. Ponencias. Departamento de Reproducción Animal, INIA. Madrid. España. pp. 65-77.

**Mata M. F. (2010).** Inducción de estros y tasa de gestación en ovejas de pelo tratadas con acetato de melengestrol (MGA). (Tesis de Licenciatura). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán. México. pp. 1-28.

**Méndez M. M., Hernández C. J., Pacheco R. N. O. y Porras A. A. (2000).** Los tratamientos sincronizados de estros, utilizando progestágenos (MGA) en combinación con estrógenos, induce conducta estral en ovejas ovariectomizadas. *Revista Veterinaria México*. 31(4):371-373.

**Perea P. M. (2007).** Procesos de innovación tecnológica en sistemas de producción ovina en el estado de Michoacán. (Tesis de Doctorado). Universidad Autónoma del Estado de México. Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias. Toluca Estado de México. pp. 2-33.

**Perry G., Welshons W. V. and Bott Smith M. F. (2005).** Basis of melengestrol acetate action as a progestin. *Domestic Animal Endocrinology*. 28:147-161.

**Porras A. A., Zarco Q. L. A. y Valencia M. J. (2003).** Estacionalidad reproductiva en ovejas. *Revista Ciencia Veterinaria*. 9(4):3-20.

**Rojo M. J. A. (2010).** Caracterización de la respuesta ovárica postratamiento oral con acetato de melengestrol (MGA) en vacas reproductoras del trópico michoacano. (Tesis de Licenciatura). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán. México. pp. 1-22.

**Salas R.G., Mata F., Perea M., Garcidueñas R., Gutiérrez E., Caratachea A. and Flores P. (2011).** Estrus Grouping in Sheep Treated with Melengestrol Acetate (MGA). *Journal of Agricultural Science and Technology*. 1: 1295-1296.

**Valenzuela J. N., Hernández C. J., Murcia M. C. y Rodríguez M. R. (2004).** Efecto del benzoato de estradiol en la presentación del pico preovulatorio de LH, momento de ovulación y fertilidad en cabras sincronizadas con acetato de melengestrol (MGA). *Agrociencia* 38(6):603-611.

**Viñoles C., Forsberg M., Banchemo G. and Rubianes E. (2001).** Effect of longterm and short-term progestagen treatment on follicular development and pregnancy rate in cyclic ewes. *Theriogenology*. 55(1):993-1004.