



**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

***ACTIVIDAD OVÁRICA POST-TRATAMIENTO ORAL CON ACETATO DE
MELENGESTROL (MGA) EN HEMBRAS BOVINAS REPRODUCTORAS BAJO
CONDICIONES DEL TRÓPICO MICHOACANO***

PRESENTA:

MVZ JOSÉ PEPE VARGAS SOBERANIS

MORELIA, MICHOACÁN, AGOSTO DE 2011.



**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

***ACTIVIDAD OVÁRICA POST-TRATAMIENTO ORAL CON ACETATO DE
MELENGESTROL (MGA) EN HEMBRAS BOVINAS REPRODUCTORAS BAJO
CONDICIONES DEL TRÓPICO MICHOACANO***

TESIS QUE PRESENTA
MVZ JOSÉ PEPE VARGAS SOBERANIS

PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

DIRECTOR

DR. GUILLERMO SALAS RAZO

COMITÉ TUTORAL

DR. AURELIANO JUÁREZ CARATACHEA
DRA. ERNESTINA GUTIÉRREZ VÁZQUEZ
DR. JOSÉ LUIS ESPINOZA VILLAVICENCIO
DR. ROGELIO GARCIDUEÑAS PIÑA

MORELIA, MICHOACÁN, AGOSTO DE 2011.



**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**

***ACTIVIDAD OVÁRICA POST-TRATAMIENTO ORAL CON ACETATO DE
MELENGESTROL (MGA) EN HEMBRAS BOVINAS REPRODUCTORAS BAJO
CONDICIONES DEL TRÓPICO MICHOACANO***

PRESENTA:

MVZ JOSÉ PEPE VARGAS SOBERANIS

T E S I S

**APOYADA POR EL CONSEJO ESTATAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DEL
ESTADO DE MICHOACAN**



MORELIA, MICHOACÁN, AGOSTO DE 2011.



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

DR. HÉCTOR EDUARDO MARTÍNEZ FLORES
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: "ACTIVIDAD OVÁRICA POST-TRATAMIENTO ORAL CON ACETATO DE MELENGESTROL (MGA) EN HEMBRAS BOVINAS REPRODUCTORAS BAJO CONDICIONES DEL TRÓPICO MICHOACANO" presentado por el MVZ. JOSÉ PEPE VARGAS SOBERANIS, consideramos que reúne los requisitos suficientes para ser publicado y defendido en Examen de Grado de Maestro en Ciencias.

A T E N T A M E N T E
Morelia, Michoacán a 22 de agosto de 2011

COMISIÓN REVISORA

Dr. Guillermo Salas Razo

Dra. Ernestina Gutiérrez Vázquez

Dr. Aureliano Juárez Caratachea

Dr. Rogelio Garcidueñas Piña

Dr. José Luis Espinoza Villavicencio

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser esa fuerza que me llena de vida y el espíritu de ánimos para alcanzar las metas que a lo largo de mi vida me he propuesto.

Expreso un sincero agradecimiento mi familia, en especial a mis padres, Guadalupe Soberanis García y Jesús Vargas Lancho también a mis hermanos Arcenio Alberto y Jesús por ser gran parte de mi vida y sobre todo porque sé que siempre voy a contar con ustedes.

La culminación de este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo y orientación de mis asesores, Dr. Guillermo Salas Razo, Dr. Rogelio Garcidueñas Piña, Dra. Ernestina Gutiérrez Vázquez, Dr. Aureliano Juárez Caratachea, Dr. José Luis Espinoza Villavicencio.

Mis gratitudes al M.C Juan Pablo Flores Padilla y Dr. Maurico Perea Peña por el apoyo brindado para la culminación de este trabajo.

Gracias por el apoyo institucional del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), a la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana, el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT).

Así mismo se extiende el agradecimiento a los productores y estudiantes de servicio social y voluntarios que participaron de manera activa en el desarrollo del trabajo de campo.

La presente Tesis es el resultado del esfuerzo conjunto de muchas persona a quienes agradezco infinitamente.

Mis más sinceras gratitudes a todos.

CONTENIDO	Pagina
I. RESUMEN	1
II. SUMMARY	2
III. INTRODUCCIÓN	3
3.1. Actividad ovárica	5
3.2. La ultrasonografía	9
3.3. Acetato de Melengestrol (MGA)	13
IV. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	18
V. HIPÓTESIS	18
VI. OBJETIVO GENERAL	19
6.1. Objetivos particulares	19
VII. MATERIALES Y MÉTODOS GENERALES	20
VIII. EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA OVÁRICA POST-TRATAMIENTO ORAL CON MGA EN VACAS REPRODUCTORAS DEL TRÓPICO MICHOACANO	21
IX. ACTIVIDAD OVÁRICA POST-TRATAMIENTO ORAL CON ACETATO DE MELENGESTROL (MGA) EN VAQUILLAS REPRODUCTORAS DEL TRÓPICO MICHOACANO	29
X. DISCUSIÓN GENERAL	44
XI. CONCLUSIONES	49
XII. BIBLIOGRAFÍA	50

ENSAYO I

EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA OVÁRICA POST-TRATAMIENTO ORAL CON ACETATO DE MELENGESTROL (MGA) EN VACAS REPRODUCTORAS DEL TRÓPICO MICHOACANO

RESUMEN	21
INTRODUCCIÓN	22
MATERIALES Y MÉTODOS	23
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
CONCLUSIONES	27
BIBLIOGRAFIA	27

Figura del ensayo I

FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE PRESENTACIÓN DE FOLÍCULOS DOMINANTES POST-TRATAMIENTO ORAL CON MGA.	24
FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE ESTRO POST- TRATAMIENTO ORAL CON MGA	25
FIGURA 3. DISTRIBUCIÓN DE PRESENTACIÓN DE CUERPOS LÚTEOS POST-TRATAMIENTO ORAL CON MGA.	26

ENSAYO II

ACTIVIDAD OVÁRICA POST-TRATAMIENTO ORAL CON MGA EN VAQUILLAS REPRODUCTORAS DEL TRÓPICO MICHOACANO

RESUMEN	29
INTRODUCCIÓN	29
MATERIALES Y MÉTODO	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
CONCLUSIÓN	40
BIBLIOGRAFIA	40

Tabla y figuras del ensayo II

TABLA 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA NUTRICIONAL DEL CONCENTRADO ADMINISTRADO A LAS VAQUILLAS DURANTE EL ENSAYO.	32
FIGURA 1. PROMEDIO DE PESO VIVO (PV) DE LAS VAQUILLAS DURANTE EL ENSAYO.	34
FIGURA 2. PROMEDIO DE CONDICIÓN CORPORAL (CC) DE LAS VAQUILLAS DURANTE EL ENSAYO.	34
FIGURA 3: FRECUENCIA DE VAQUILLAS QUE MOSTRANDO FOLÍCULOS DOMINANTES POST-TRATAMIENTO ORAL CON MGA.	36
FIGURA 4: DÍA EN QUE OCURRIÓ LA OVULACIÓN EN VAQUILLAS, POST-TRATAMIENTO ORAL CON MGA.	38
FIGURA 5. VAQUILLAS QUE PRESENTARON CUERPO LÚTEO POST- TRATAMIENTO ORAL CON MGA.	40

I. RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue describir la respuesta de la actividad ovárica post-tratamiento oral con MGA en hembras bovinas bajo condiciones del trópico michoacano. La presente investigación se desarrolló con vacas y vaquillas en los municipios de La Huacana y Tzitzio Michoacán, respectivamente. Se utilizaron 22 vacas no gestantes de 365.2 ± 42.9 kg de peso y condición corporal de 2 a 4 puntos (escala 1 a 5). Las vacas recibieron durante 21 días 0.5 mg diarios de MGA premezclado con 250 g de sorgo molido en comederos individuales. Concluido el tratamiento se examinaron los ovarios por medio de ultrasonografía durante 26 días. A partir del día 3 post-tratamiento 21/22 vacas presentaron un folículo dominante, con la mayor presencia de ellos entre los días 5 y 10. Posteriormente se observó la presencia de cuerpos lúteos entre los días 11 y 14 post-tratamiento. En vaquillas, se utilizaron 25 con una edad promedio 43 ± 4.6 meses, 312.72 ± 25.78 kg de peso vivo y 3.0 ± 0.25 de condición corporal. Las vaquillas recibieron durante 21 días 0.5 mg de MGA premezclado con 250 g de concentrado. Concluido el tratamiento se observaron diariamente los ovarios por medio de ultrasonografía hasta el día de la ovulación, y posteriormente cada cuatro días para dar seguimiento al cuerpo lúteo. El 88% de las vaquillas presentó folículo dominante y de estas el 84% presentó la ovulación el día ocho post-tratamiento. El cuerpo lúteo se apreció a partir del cuarto día después de la ovulación, se mantuvo presente durante el resto del ensayo. Se concluye que el tratamiento oral con 0.5 mg de MGA durante 21 días induce la ovulación en los primeros 10 días post-tratamiento oral en las hembras bovinas reproductoras bajo condiciones del trópico michoacano, con mayor respuesta en vaquillas que en vacas.

II. SUMMARY

The objective of this research was to describe the response of ovarian activity post-oral treatment with MGA in bovine females under tropic conditions Michoacan. This research was conducted with cows and heifers in the municipalities Huacana and Tzitzio of Michoacán, respectively. It is used 22 not pregnant cows to 365.2 ± 42.9 kg and body condition score of 2 to 4 points (scale 1 to 5). The cows received 0.5 mg during 21 days MGA daily premixed with 250 g of ground sorghum in individual feeders. Completion of treatment of ovaries was examined by ultrasonography for 26 days. From day 3 post-treatment 21/22 cows had a dominant follicle with the largest presence of them between 5 and 10. Then there was the presence of corpora lutea between days 11 and 14 post-treatment. Heifers were used 25 with a mean age 43 ± 4.6 months, 312.72 ± 25.78 kg body weight and 3.0 ± 0.25 body conditions. Heifers received 0.5 mg during 21 days MGA premixed with 250 g of concentrate. Completion of the treatment the ovaries were observed daily by ultrasonography until the day of ovulation and then every four days to monitor the corpus luteum. 88% of the heifers showed follicle control yourself and of these 84% showed ovulation on day eight post-treatment. The corpus luteum is seen from the fourth day after ovulation, remained present during the rest of the essay. It is conclude that oral treatment with 0.5 mg of MGA for 21 days induces ovulation in the first 10 days after oral treatment the reproductive bovine's low conditions of the tropic michoacano, with greater response in heifers than in cows.

III. INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina y la industria de la carne en México representan una de las principales actividades del sector agropecuario del país y es la actividad productiva más diseminada en el medio rural. Existe más de un millón y medio de unidades de producción y ranchos ganaderos distribuidos a lo largo y ancho de todas las regiones del país, que trabajan con diferentes métodos y tecnologías (Osuna, 2002).

En Michoacán, la ganadería es la segunda actividad de importancia económica, ocupando el 43% del territorio estatal, el cual es de 58, 643 km², debido a que se basa en sistemas de producción extensivos (Comisión Forestal del Estado, 2008).

La ganadería bovina explotada en el trópico michoacano se ha caracterizado por ser de tipo extensiva, con poca o nula tecnificación y con alimentación a base de pastoreo, que las hace vulnerable a los cambios estacionales. Dicha ganadería está constituida por animales Cebú y sus cruzas con razas europeas que han demostrado buena adaptación a las condiciones existentes en el trópico; sin embargo, sus índices productivos son bajos, ya que presentan una madurez sexual tardía, largos periodos de anestro posparto y una marcada estacionalidad en la producción de becerros (Salas, 2007).

La eficiencia productiva de la hembra bovina ha sido considerada como un reflejo de la eficiencia en el manejo general y de la rentabilidad económica de los

sistemas de producción, ya que se espera que la hembra bovina produzca una cría por año y que vuelva a quedar gestante (Molina *et al.*, 2007).

El objetivo de los bovinos explotados en el trópico michoacano es la obtención de becerros. Motivo por el cual, se realizan diferentes prácticas reproductivas encaminadas a optimizar los parámetros productivos, hasta lograr la meta de una cría por vientre por año (Quezada *et al.*, 2004 y Molina *et al.*, 2007).

Sin embargo, una de las principales limitantes para lograr este objetivo es la dispersión de los partos a través del año, lo que produce lotes de becerros menos uniformes, un mayor número de días abiertos y una baja tasa en la producción de becerros (Quezada *et al.*, 2004 y Molina *et al.*, 2007). Por lo antes expuesto se plantea la implementación de estrategias para mejorar la eficiencia reproductiva de la hembra bovina del trópico michoacano, a través del control de la actividad ovárica.

La actividad reproductiva de la hembra bovina se determina y clasifica a partir del conocimiento de la dinámica de la función ovárica, de la concentración de hormonas reproductivas circulantes, de la fisiología molecular y celular, y de las interacciones fisiológicas que son el fundamento de las condiciones ovulatorias y anovulatorias (Picton, 2001).

El momento del reinicio de la actividad ovárica post-parto es uno de los principales factores que afectan el intervalo entre partos y la eficiencia reproductiva en el ganado bovino (Wright y Malmo, 1992; Arreguín *et al.*, 1997; Fallas *et al.*, 1997).

3.1. Actividad ovárica

Desde el punto de vista conceptual la actividad ovárica no es más que el proceso continuo de crecimiento y regresión de los folículos que conduce al desarrollo de un folículo de Graaf para su consecuente ovulación y la formación de un cuerpo lúteo (Lucy *et al.*, 1992 y Hafez, 2002).

Hafez, (2002); menciona que el *ovario* es el órgano esencial de la reproducción en la hembra y tiene dos funciones principales: la endócrina, a través de la cual se generan las hormonas principalmente estrógenos y progesterona, así como la citogénica, por su producción de óvulos a través de los folículos. 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 cuerpo lúteo.

Los folículos; son estructuras llenas de fluidos, que contienen los óvulos en desarrollo. Usualmente se pueden encontrar varios folículos en cada ovario, que varían en tamaño desde apenas visibles, hasta 20 mm de diámetro. El folículo más grande sobre el ovario es considerado "el dominante o folículo de Graaf", y es el que probablemente ovula cuando el animal entra en estro. Con el tiempo, más

del 95% de los otros folículos entran en regresión y mueren sin ovular, siendo reemplazados por una nueva generación de folículos en crecimiento (Pascual, 2003).

El proceso de crecimiento continuo y regresión de folículos antrales que conducen al desarrollo del folículo preovulatorio se conoce como dinámica folicular y se refiere al crecimiento de dichas estructuras en oleadas u ondas con una oleada como mínimo y cuatro como máximo; consiste en la aparición contemporánea de tres a seis folículos de 5 mm o más de diámetro; después de varios días uno crece más que los otros y es seleccionado para llegar a ser el dominante, a los restantes se les denomina como subordinados y se atresian (Lucy *et al.*, 1992 y Fortune, 1993).

La dominancia folicular puede depender de la abundancia relativa de los factores de crecimiento parecidos a la insulina y por la consecuente capacidad para amplificar los efectos de la hormona folículo estimulante (FSH). El folículo dominante se encarga de casi toda la secreción de estrógenos durante el estro; dicha secreción disminuye al momento del pico ovulatorio de la hormona luteinizante (LH) (Murphy y Pescador, 1997).

El crecimiento y maduración folicular representa una sucesión de transformaciones subcelulares y moleculares de diversos componentes del folículo: el oocito, granulosa y teca, regida por varios factores intraováricos e intrafoliculares, y señales hormonales que conducen a la secreción de andrógenos

y estrógenos. Está regulada por varios factores de crecimiento que actúan localmente dentro del ovario (Nilsson y Skinner, 2000).

Independientemente del número de oleadas, cada una tiene tres fases: 1) reclutamiento, en la que un grupo de folículos adquiere la habilidad para responder a las gonadotropinas y empieza a crecer rápidamente; 2) selección, en la que un grupo de folículos es escogido para escapar del proceso de atresia y continuar creciendo, y 3) dominancia, en la que un folículo se desarrolla de forma más rápida que el resto, suprimiendo el crecimiento de los subordinados e impidiendo el reclutamiento de un nuevo grupo de estructuras foliculares, lo cual conlleva a una ovulación (Armstrong y Webb, 1997, Campo *et al.*, 2003 y Espinoza *et al.*, 2007).

La ovulación es uno de los procesos del ciclo estral de la hembra bovina 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. Se relaciona íntimamente con el estro (celo) debido a que entonces circulan grandes cantidades de estrógeno, para la posterior formación de un cuerpo lúteo (Henaó *et al.*, 2003).

El cuerpo lúteo es una glándula temporal que se desarrolla a partir del folículo ovulatorio, proceso conocido como luteinización. Este proceso consiste en todos los cambios morfológicos, endócrinos y enzimáticos que ocurren en el folículo

preovulatorio hasta que este se transforma en un cuerpo lúteo funcional (Smith *et al.*, 1994).

La luteinización comienza antes de la ovulación en respuesta a la elevación preovulatoria de las gonadotropinas (LH y FSH), siendo la LH la hormona más importante para la ruptura del folículo y su posterior transformación en una estructura lútea (Niswender y Nett, 1994).

La implantación y desarrollo del cuerpo lúteo incrementa considerablemente la circulación sanguínea del ovario, pues la misma puede pasar de 1ml/minuto hasta 7ml/minuto, lo que evidencia su intensa actividad hormonal en la producción de progesterona (P_4) que es el producto primario, aunque secreta también una variedad de hormonas peptídicas y proteínicas (Campo *et al.*, 2003).

Si no hay fecundación el cuerpo lúteo sufre una regresión lo cual, permite que otros folículos grandes maduren. A medida que sus células se degeneran, el cuerpo lúteo disminuye de tamaño, adquiriendo color blanco o pardo pálido, y recibe el nombre de *corpus albicans*, el CL en los bovinos comienza a experimentar regresión 14 a 15 días después del estro, y su tamaño suele disminuir a la mitad en unas 36 horas (Hafez, 2002).

El conocimiento de la dinámica folicular es importante, no sólo para comprender y mejorar la actividad ovárica, sino también porque, desde un punto de vista aplicado, podría ayudar a mejorar la eficiencia reproductiva de la hembra bovina.

La palpación transrectal suele ser una práctica utilizada para tal fin; aunque el uso de la ultrasonografía, permite evaluar de manera muy precisa la compleja actividad ovárica de la hembra bovina (Perea, 2005).

3.2. La ultrasonografía

La producción de ondas de sonido de frecuencias superiores al rango audible por el oído humano (25.000 ciclos por segundo o 25 Khz) ha sido de utilidad práctica desde fines del siglo XIX, basado en la producción de ondas mediante la vibración de un cristal de cuarzo en respuesta a una carga eléctrica. La ultrasonografía es una técnica exploratoria no invasiva, inocua y segura que puede ser usada rutinariamente. Para la producción de imágenes ultrasonográficas se emplean ondas de sonido de alta frecuencia y de intensidad baja producidas por la vibración de unos cristales especiales (generalmente de cuarzo o cerámica) llamados cristales piezoeléctricos (Sirois y Fortune 1988 y Ginther *et al.*, 1996).

La ultrasonografía es una técnica de diagnóstico por imágenes de valiosa aplicación en las ciencias veterinarias, utilizada para examinar el tracto genital bovino y para caracterizar el patrón de crecimiento folicular en vacas *Bos taurus*, *Bos indicus*, y en vacas mestizas de doble propósito (Murphy *et al.*, 1990; Savio *et al.*, 1990, Barros *et al.*, 1996 y Perea, 2005).

Gracias al empleo de la ultrasonografía en el bovino se han conseguido establecer los eventos que normalmente ocurren durante el ciclo estral (foliculogenesis) de

hembra prepúberes (Evans *et al.*, 1994), en novillas (Sunderland *et al.*, 1994); en vacas postparto (Savio *et al.*, 1990), en vacas gestantes (Ginther *et al.*, 1996), en vacas anovulatorias (McDougall *et al.*, 1995), o en vacas que recibieron tratamientos de sincronización de celos (Stock y Fortune, 1993).

Los resultados de la dinámica folicular contribuyeron 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, 2004).

El conocimiento de la dinámica folicular es 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 un ecógrafo transrectal permite evaluar de manera muy precisa la compleja dinámica folicular de la hembra bovina (Gnemmi, 2005).

La ultrasonografía es una técnica que permite la visualización de los órganos internos, su aplicación en bovinos 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, tanto 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 (Caccia, 2000).

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. Luego, 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, que 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 observan en la pantalla de color negro debido a que no reflejan ondas y se llaman no ecogénicos. Los tejidos densos como los huesos reflejan las ondas, que se visualizan de color blanco y se les llama hiperecogénicos. Las otras estructuras presentan diferentes tonos de gris dependiendo de su densidad (Caccia, 2000).

Encontramos transductores lineales o sectoriales. Si bien se aconseja el uso de transductores lineales para observar la reproducción bovina. 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 de la vaca 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 7.5 ó 10 MHz (Ganchou, 2005).

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. Este descubrimiento ha permitido una mayor comprensión de los eventos que normalmente ocurren durante el ciclo estral bovino y con ello se ha aumentado el potencial reproductivo del bovino en programas de sincronización de celo 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). Es por ello que la ganadería bovina del trópico michoacano necesita de estrategias reproductivas que sean seguras, económicas, eficaces y de fácil aplicación que permitan mejorar su eficiencia reproductiva que podría ser a través del control de la actividad ovárica utilizando acetato de melengestrol (MGA).

3.3. Acetato de melengestrol

El MGA es un esteroide progestacional sintético de administración oral utilizado como promotor del crecimiento en vaquillas de engorda (Quezada *et al.*, 2004). El uso en la reproducción bovina ha sido destinado a programas de sincronización de celo, en donde su administración simula la presencia de un cuerpo lúteo; bloquea así, la liberación de hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y esta a su vez inhibe la producción de estrógenos y LH. Por ello, al suspender su tratamiento se elimina el bloqueo a la liberación de GnRH, por lo que se esperaría una señal endócrina que indique a la hembra bovina 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).

La respuesta ovárica al tratamiento con MGA no ha sido debidamente estudiada ya que los trabajos de investigación hasta ahora descritos se centran en la respuesta de la hembra bovina a la manifestación del celo, sincronización de celo y al porcentaje de fertilidad; trabajos que en su mayoría incluyen la administración con agentes luteolíticos (prostaglandina (PGf_{2α}) y estrógenos principalmente) para garantizar que las hembras tratadas se encuentren sin la presencia de un cuerpo lúteo, ya sea antes o después de haber concluido el tratamiento con MGA (Quezada *et al.*, 2004).

Sin embargo, con la finalidad de explicar el efecto del MGA sobre la actividad reproductiva, trabajos previos (Priedkalns, 1971; Imwalle *et al.*, 1998) han

reportado diversas respuestas en becerras post-tratamiento; las cuales, indican que dependiendo de su edad, plano nutricional, raza, dosis y duración del tratamiento con MGA, estas presentarán su primera ovulación (inicio de la pubertad).

Hill Jr. *et al.* (1971) ofrecieron 0.5 y 1.0 mg de MGA oral durante 14 días a vaquillas Angus y Hereford de 18 a 20 meses de edad y posteriormente evaluaron la respuesta ovárica por laparoscopia los días 4 y 15 post-tratamiento; observaron que una de las vaquillas que recibió la dosis más baja de MGA ovuló durante el tratamiento y el resto de ellas presentó celo entre los días 3 y 7 después de concluirlo (4.75 días en promedio, $P < 0.01$), mientras que las vaquillas que consumieron dosis alta presentaron celo entre los días 5 y 10 después de concluir su tratamiento (7.26 días en promedio, $P < 0.01$). así mismo, reportan que dos vaquillas presentaron su ovulación al séptimo día post-tratamiento, no obstante, estas no presentaron signos de estro.

El efecto post-tratamiento con MGA sobre los cambios estructurales en las gónadas de la hembra bovina, tampoco han sido bien estudiadas. Imwalle *et al.* (1998) monitorearon con ultrasonido transrectal la respuesta ovárica en vaquillas Angus prepuberes durante su tratamiento por 8 días con 0.5 mg de MGA vía oral; ellos encontraron que la ovulación ocurrió dentro de los siguientes 10 días después de concluido el tratamiento con MGA.

Con la finalidad de reducir el anestro prolongado post-parto Kojima *et al.*, (2000) en 18 animales utilizaron el protocolo de sincronización MGA 7-11 el cual consiste en lo siguiente: 0.5 mg de MGA/7 días, dos inyecciones de PGf2 α ; el día 7 la primera, la segunda 11 días post-tratamiento, el estro se sincronizó a las 64 h después de la última aplicación de PGf2 α , concluyen que en 83.33% el protocolo 7-11 mejora la sincronización del estro, sin reducir la fertilidad.

Las respuestas observadas han sido explicadas por la capacidad del MGA para suprimir las secreciones pulsátiles de LH; aunque investigaciones realizadas por Imwalle *et al.* (2002) demuestran que la administración usual de MGA vía oral (0.3 a 0.5 mg/cbza/día) en hembras Angus multíparas, no impiden la maduración de folículos ováricos ni la liberación pulsátil de LH, sino que desarrolla folículos ováricos persistentes. Estos folículos persistentes no ovulan, lo que sugiere que el MGA bloquea la oleada preovulatoria de LH (la señal endócrina que induce a la ovulación). Por lo que resulta importante hacer notar que los mecanismos neuroendócrinos que controlan la oleada preovulatoria de LH, aparentemente pueden ser mucho más sensitivos al MGA que los reguladores de su secreción pulsátil; es por ello que la administración oral de 0.5 mg de MGA es suficiente para bloquear el oleaje preovulatorio de LH, requiriéndose concentraciones de 1.5 a 5.0 mg para suprimir su secreción pulsátil (Imwalle *et al.*, 2002).

Al comparar la eficiencia de dos fuentes de PGf2 α en el comportamiento reproductivo (celo) de vaquillas, después de la sincronización con MGA (0.5 mg/14 días), 19 días después recibieron una dosis de PGf2 α (Estrumate® y Lutalyse®);

Salverson *et al.*, (2002) y Hiers *et al.*, (2003) observaron a las vaquillas dos veces al día durante cinco días en busca de los signos de estro y la inseminación artificial de 8-12 h después. Las dos fuentes de PGf2 α eran igualmente ($P > 0,1$) eficaz para inducir la sincronización de un estro fértil.

Al comparar diferentes dosis de MGA (0.5 y 4.0 mg) para inducir el estro en 100 vacas múltiparas de carne Perry *et al.*, (2004) administraron 0.5 y 4.0 mg/MGA durante siete días; el porcentaje de vacas que mostraron estro 57% y 35% para MGA dosis baja y alta dosis respectivamente.

Por su parte, Emsen *et al.* (2005) administraron durante nueve días 0.125 mg de MGA vía oral a hembras bovinas, observando que el 56% ($P < 0.05$) de estas presentaban actividad ovárica (número de folículos en inspección laparoscópica) a los 7 y 8 días pos-tratamiento.

Con la finalidad de desarrollar las bases de un protocolo de sincronización utilizando MGA, Sá Fihol *et al.*, (2009); en ganado *Bos indicus* con el protocolo 0.5 mg de MGA/13 días, una inyección de cipionato de estradiol el día -9, combinado con 48 h de destete temporal post-tratamiento, obtuvieron los siguientes resultados, el diámetro del folículo dominante 10.58 ± 0.38 mm, una tasa de ovulación de 72.2 % (13/18) y una tasa de preñez del 40%.

El-Zarkouny y Kesler, (2010) al comparar los protocolos de sincronización de celo (MGA 7-11 y Ovsynch) en 192 vacas de carne, obtuvieron una tasa de preñez total de 51% (97/192), el número de vacas con cuerpo lúteo funcional post-

ovulación, ($p > 0,001$) para el protocolo MGA (94/97) que el grupo Ovsynch (76/95) lo que sugiere que el protocolo MGA 7-11 indujo la ovulación y la formación de un CL funcional.

Al sincronizar el estro en 99 novillas prepúberas de carne, Mallory *et al.*, (2010); utilizaron dos protocolos de sincronización de celo MGA (0.5 mg de MGA/14 días 19 días después de retiró del MGA una inyección de PGf2 α) y Ovsynch; no encontraron variación para el intervalo de estro ($P = 0,06$), la concepción y la tasa de preñez no hubo diferencias ($P > 0,01$) entre los tratamientos.

Estos protocolos de sincronización resultan difíciles de adaptar por los productores puesto que son costosos, requieren altas inversiones, no están capacitados para su implementación y pueden producir abortos si no son debidamente utilizados (Williams y Stanko, 2000).

Quezada *et al.*, (2004); mencionan que la respuesta a los tratamientos con MGA varía y van desde 44% hasta 92.8% en la presentación de celos, aunque sus porcentajes de fertilidad son inferiores; ninguna de las investigaciones citadas anteriormente indican el momento en que ocurre la ovulación post-tratamiento oral con MGA, por lo que es un elemento importante a investigar.

IV. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Por lo anteriormente señalado, donde se resalta que la ganadería bovina del trópico michoacano necesita de estrategias reproductivas que sean seguras, económicas, eficaces y de fácil aplicación para mejorar su eficiencia reproductiva, motivo por el cual el conocimiento de la respuesta ovárica post-tratamiento oral con MGA es de gran importancia, ya que actualmente no se conoce con claridad cuando ocurre la ovulación post-tratamiento con MGA. Así mismo podría contribuir a mejorar los índices reproductivos; al incrementar el porcentaje de ovulaciones, así como el número de hembras servidas y gestantes, mejorando su eficiencia reproductiva los que traerá, mayor número de becerros nacidos al año en un tiempo apropiado.

V. HIPÓTESIS

Al retirar el efecto supresor del MGA sobre el pico preovulatorio de LH, ocurrirá la ovulación en los próximos cinco días en hembras bovinas reproductoras bajo condiciones del trópico michoacano.

.

VI. OBJETIVO GENERAL

Describir la respuesta de la actividad ovárica (ovulación) post-tratamiento oral con MGA en hembras bovinas bajo condiciones del trópico michoacano.

6.1. Objetivos particulares

1. Caracterizar la respuesta ovárica hasta el momento de la ovulación post-tratamiento oral con MGA en hembras bovinas bajo condiciones del trópico michoacano
2. Determinar el momento de la ovulación de hembras bovinas post-tratamiento oral con MGA.
3. Caracterizar la duración del cuerpo lúteo post-tratamiento oral con MGA en hembras bovinas bajo condiciones del trópico michoacano.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS GENERALES

El presente trabajo se estructuró en dos ensayos, el primer ensayo se desarrolló en la Huacana, Michoacán. Se utilizaron 22 vacas. Mismas que recibieron en comederos individuales 0.5 mg/día MGA premezclado con 250 g de sorgo molido durante 21 días. Concluido el tratamiento, se examinaron los ovarios durante 26 días, vía transrectal, cada tercer día. Se observó el desarrollo folicular, el cuerpo lúteo y se confirmó la ovulación. El folículo dominante se determinó cuando su tamaño era 30% más grande que el resto y el cuerpo lúteo cuando se presentó una masa opaca a la segunda y tercera observación posterior al estro.

El segundo ensayo se realizó en Tzitzio, Michoacán. Se utilizaron 25 vaquillas que recibieron durante 21 días el siguiente tratamiento: por la mañana se suministró 0.5 mg de MGA premezclado con 250 g de concentrado. Concluido el tratamiento se examinaron los ovarios vía transrectal; diariamente hasta el día de la ovulación y posteriormente cuatro veces más cada cuatro días para darle seguimiento al cuerpo lúteo; Se observó el desarrollo folicular, identificaron las vaquillas que entraron en estro, el cuerpo lúteo se observó una masa opaca a la segunda y tercera observaciones posteriores al estro y se confirmó el momento de la ovulación. Estos datos se analizaron a través del análisis estadístico descriptivo (SAS, 1989).

ENSAYO I**VIII. EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA OVÁRICA POST-TRATAMIENTO ORAL CON ACETATO DE MELENGESTROL (MGA) EN VACAS REPRODUCTORAS DEL TRÓPICO MICHOACANO****EVALUATION OF OVARIAN RESPONSE AFTER ORAL TREATMENT WITH MELENGESTROL ACETATE (MGA) IN BREEDING COWS OF THE TROPICO MICHOACANO**

Rojó M.J.², Vargas J.S.¹, Flores J.P.¹, Garcidueñas R.P.², Espinoza J.L.V.³, Salas-Razo G.¹

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.³ Universidad Autónoma de Baja California Sur
Carr. al Sur, km. 5.5 CP 23080, La Paz, B.C.S., Mexico. Correo: jlvilla@uabcs.mx

RESUMEN

La ganadería bovina del trópico seco michoacano representa la segunda actividad de mayor importancia económica para el Estado. Sus índices reproductivos son bajos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del acetato de melengestrol (MGA) sobre la actividad ovárica. El trabajo se desarrolló en la Huacana Michoacán, se utilizaron 22 vacas no gestantes de 365.2 ± 42.9 kg de peso y condición corporal de 2 a 4 puntos (escala 1 a 5). Las vacas recibieron 0.5 mg/d de MGA premezclado con 250 g de sorgo molido en comederos individuales durante 21 d. Concluido el tratamiento se observaron los ovarios vía transrectal cada tercer día por medio de ultrasonido, durante 26 días. A partir del día 3 post-tratamiento, 21/22 vacas presentaron un folículo dominante. La mayor presencia de folículos se observó del día 5 al 10 post-tratamiento. Quince de las 22 vacas manifestaron estro. La mayoría de cuerpos lúteos se observaron entre los días 11 y 14 postratamiento. Se concluye que el MGA en dosis de 0.5 mg durante 21 días, indujo la manifestación de celo con ovulación subsecuente dentro de los primeros 7 días póstratamiento en un 68% de las vacas.

Trabajo publicado en la XX Reunión Internacional sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos 7 y 8 Octubre, 2010.

INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina del trópico seco michoacano representa la segunda actividad de mayor importancia económica para el Estado. Sus índices reproductivos son bajos (Salas, 2007), motivo por el cual el control de la actividad ovárica en la hembra bovina por medio de la utilización del Acetato de Melengestrol (MGA) representa una alternativa para contribuir a mejorar esta actividad, puesto que puede ser capaz de inducir el estro, además de su bajo costo, fácil aplicación y seguridad en su uso. El acetato de melengestrol es un progestágeno sintético de administración oral que se utiliza para aumentar la ganancia de peso producción animal y también para suprimir el estro más específicamente en las vaquillas de engorda por su efecto anabólico. Se utiliza en dosis de 0.25 a 0.50 mg / kg generalmente entre 90 y 150 días antes del sacrificio (OMG, 2008). Los mecanismos neuroendocrinos que controlan la oleada preovulatoria de LH, aparentemente pueden ser mucho más sensitivos al MGA que los reguladores de su secreción pulsátil; es por ello que la administración oral de 0.5 mg de MGA es suficiente para bloquear la oleada preovulatorio de LH, requiriéndose concentraciones de 1.5 a 5.0 mg para suprimir su secreción pulsátil (Imwalle, 2002). La respuesta ovárica al tratamiento con MGA no ha sido debidamente estudiada, ya que los trabajos de investigación hasta ahora descritos se centran en la respuesta de la hembra bovina a la manifestación del celo, sincronización de estro y porcentaje de fertilidad (Quezada *et al.*, 2004). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del acetato de melengestrol (MGA) sobre la actividad ovárica de vacas para carne.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolló en la Huacana, Michoacán. Se utilizaron 22 vacas no gestantes con un peso promedio de 365.2 ± 42.9 kg y condición corporal de 2 a 4 puntos (escala 1 a 5). Las vacas recibieron en comederos individuales 0.5 mg/día MGA premezclado con 250 g de sorgo molido durante 21 días. Concluido el tratamiento, se realizó durante 26 días la observación de los ovarios vía transrectal con un ecógrafo portátil marca Draminski, modelo Animal Profi con una sonda de 7 MHz, cada tercer día. Se observó el desarrollo folicular del cuerpo lúteo y se confirmó la ovulación. El folículo dominante se determinó cuando su tamaño era 30% más grande que el resto y el cuerpo lúteo cuando se presentó una masa opaca a la segunda y tercera observación posterior al estro. Se realizó un análisis estadístico descriptivo (SAS, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante los 26 días que se realizó la observación de los ovarios, se observó que 21/22 vacas presentaron un folículo dominante. La mayor presencia de folículos dominantes se observó del día 5 al 10 post-tratamiento (Figura 1).

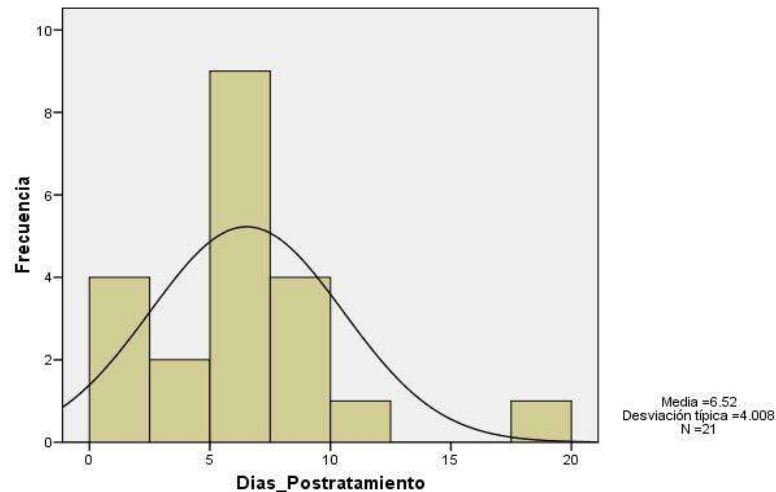


Figura 1. Distribución de presentación de folículos dominantes post-tratamiento oral con MGA

Esto debido a que niveles de 0.5 mg/vaca/día de MGA inhiben la liberación de GnRH, que a su vez bloquea en parte la producción de las hormonas folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH), mas no las suprime en su totalidad, por lo que se presenta desarrollo de folículos hasta formarse uno dominante, el cual no ovula debido a la falta del el pico preovulatorio de LH (Imwalle *et al.*, 2002). De las vacas tratadas 15/22 manifestaron estro a partir del día 3 post-tratamiento, lo que representa el 68% de respuesta, concentrándose 14/15 en los primeros 7 días (Figura 2).

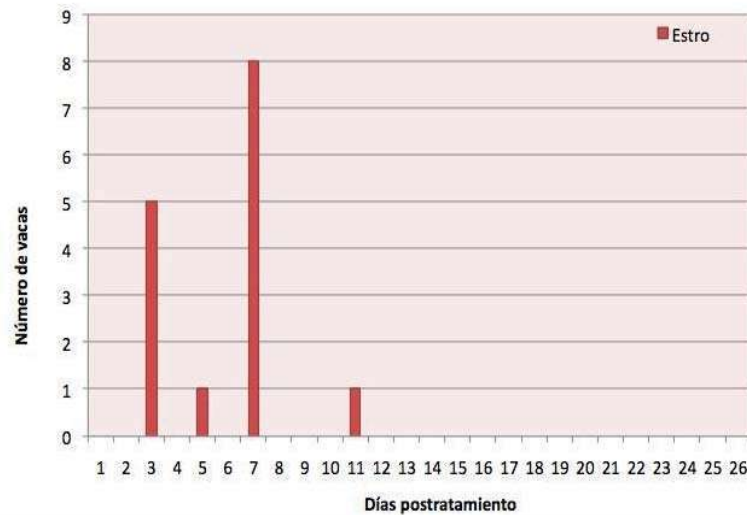


Figura 2. Distribución de frecuencias de estro post-tratamiento oral con MGA

Estos resultados son mayores a lo reportado por Palomares *et al.* (2002), quienes reportan resultados del 47% en vaquillas sincronizadas mediante acetato de medroxiprogesterona más una aplicación de estradiol durante 7 días. Estos mismos autores obtuvieron el 62.5% en vaquillas sincronizadas mediante acetato de medroxiprogesterona y GnRH, durante 8 días. Estos resultados presentan al MGA como alternativa para la sincronización de estros, como lo menciona Salas (2007), se necesitan de estrategias para mejorar la eficiencia reproductiva de la ganadería del trópico michoacano, ya que además de inducir el estro, agrupa a los animales con la posibilidad de diseñar programas de empadre controlado. En las 15 vacas que presentaron estro se confirmó la ovulación por la desaparición del folículo dominante y la posterior formación del cuerpo lúteo, el cual se observó en el ultrasonido como una masa opaca a la segunda y tercera observación posterior al estro.

Al igual que en este trabajo, Sánchez *et al.* (2002) confirmaron la ovulación en 12 vacas tratadas durante 9 días con un implante Synchro-Mate B (norgestomet más valerato de estradiol) e inyectadas con 500 UI de eCG el día de retiro del implante, por la ausencia del folículo preovulatorio y el desarrollo de un cuerpo lúteo. Aunque en este trabajo no se determinó el momento de la ovulación, se puede inferir que esta ocurrió al día siguiente del estro, tal como lo menciona González (1998), quien determinó que el momento de la ovulación a partir del estro natural se produce a las 28.2 ± 5.8 hrs. El mayor número de cuerpos lúteos se observó entre los días 11 y 14 (Figura 3).

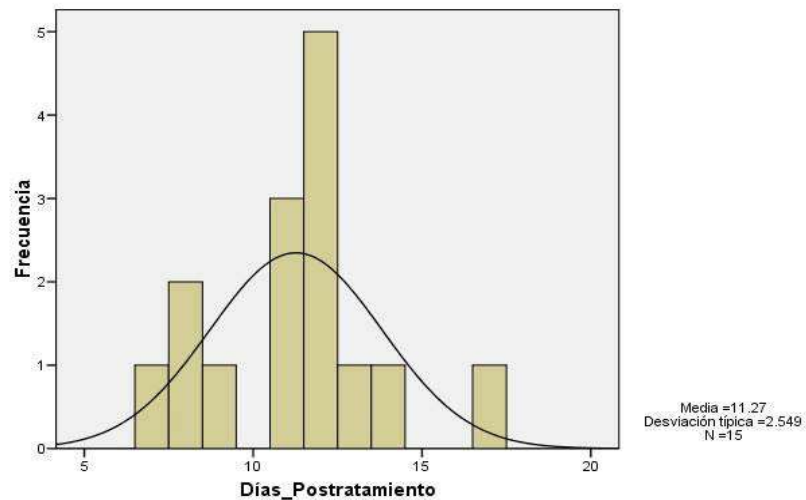


Figura 3. Distribución de presentación de cuerpos lúteos post-tratamiento oral con MGA

Esta distribución en la presentación de cuerpos lúteos obedece a la distribución de la presentación de los folículos dominantes y de estros, tal como lo refieren

González (1998) y Sánchez *et al.* (2002), como un etapa del ciclo estral posterior al proestro y metaestro, el diestro.

CONCLUSIONES

Se concluye que el MGA a dosis de 0.5 mg durante 21 días indujo en un 68% de las vacas la manifestación de celo en los primeros 7 días post-tratamiento, con su subsecuente ovulación.

BIBLIOGRAFÍA

González, C. 1998. Momento de la ovulación en novillas y vacas mestizas. *Revista Científica* 3: 259-254.

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.

Lamonthe, Z. 2002. Manejo reproductivo de los bovinos de doble propósito. IX Curso Internacional de Reproducción Bovina (Memorias). UNAM. México D. F., México. pp 27-31.

OMG. Organización mundial del comercio. (2008). Mantenimiento de la suspensión de obligaciones en la diferencia de hormonas. WT/DS320/R/Add.4

Palomares, N.P., Sánchez, O.A., Sandoval. J., Bravo, R.R., González, F.R. y Soto, B.E. 2002. Inducción del celo y fertilidad en vacas mestizas cebú acíclicas tratadas a los 40 días postparto con esponjas intravaginales impregnadas con progestágenos. *Revista Científica*. 12(5): 371-378.

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

Salas, R.G. 2007 Efecto de la suplementación con grasa de By-Pass sobre el perfil lipídico, concentraciones plasmáticas de progesterona y el reinicio de la actividad

ovárica posparto de vacas indobrasil en el trópico seco de Michoacán. (Tesis). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 85 p.

Sánchez, O.A., Perea, G.F., Cruz, A.R., Portillo, M.G., Soto, B.E. 2002. Ultrasonographic evaluation of ovulatory follicle growth of anestrous crossbred Zebu cows post-treatment with norgestomet and eCG. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 10: 20-23.

SAS.1989. SAS/STAT User's Guide (Release 6.04). SAS. Inst. Inc., Cary, NC, USA.

ENSAYO II**IX. ACTIVIDAD OVÁRICA POST-TRATAMIENTO ORAL CON ACETATO DE MELENGESTROL (MGA) EN VAQUILLAS REPRODUCTORAS DEL TRÓPICO MICHOACANO****RESUMEN**

La edad al primer parto de vaquillas explotadas en el trópico michoacano es mayor de 42 meses, de ahí que se platee la utilización de estrategias reproductivas que mejoren la edad al primer parto. El objetivo del presente ensayo fue determinar el momento de la ovulación en vaquillas post-tratamiento oral con acetato de melengestrol (MGA). El trabajo se desarrolló en Tzitzio Michoacán, se utilizaron 25 vaquillas con una edad promedio 43 ± 4.6 meses, 312.72 ± 25.78 Kg de peso vivo y 3.0 ± 0.25 de condición corporal. Las vaquillas recibieron durante 21 días 0.5 mg de MGA premezclado con 250 g de concentrado. Concluido el tratamiento se observaron diariamente los ovarios por medio de ultrasonografía hasta el día de la ovulación, y posteriormente cada cuatro días para darle seguimiento al cuerpo lúteo. El 88% de las vaquillas presentó folículo dominante, de estas el 84% presentó la ovulación el día ocho post-tratamiento. Todas las vaquillas mantuvieron el cuerpo lúteo. Se concluye que 0.5 mg de MGA durante 21 días induce la ovulación en vaquillas entre el día ocho y diez post-tratamiento.

INTRODUCCIÓN

La eficiencia productiva de los bovinos ha sido considerada como, un reflejo de la eficiencia en el manejo general y de la rentabilidad económica de los sistemas de producción, ya que se espera que la hembra bovina produzca una cría por año y que vuelva a quedar gestante lo más rápido posible (Molina *et al.*, 2007).

El objetivo de las unidades de producción bovina en el trópico michoacano es la obtención de becerros para abasto. Sin embargo, una de las principales limitantes para lograr este objetivo es la restricción nutricional por largos periodos de estiaje; lo cual afecta de manera negativa el indicador reproductivo “días abiertos”, así como el tiempo para alcanzar la madures sexual de las vaquillas, lo que traerá

como consecuencia una baja tasa en la producción de becerros, con partos dispersos durante todo el año (Quezada *et al.*, 2004; Salas, 2007 y Molina *et al.*, 2007).

En la ganadería del trópico michoacano, la ineficiencia reproductiva se evidencia por la madurez sexual tardía, el amplio intervalo entre partos y los largos periodos de anestro posparto (Canela y Salas, 2002; Lamonthe, 2002; Galina, 2002; Villagómez *et al.*, 2003).

La edad al primer parto en vaquillas explotadas en el trópico michoacano es mayor a 42 meses (3.5 años), no obstante que la hembra bovina esta fisiológicamente apta para tener su primer parto a los dos años de edad. De ahí que se platee la utilización de estrategias reproductivas que mejoren el indicador “edad a primer parto”. Esto puede ser posible a través del uso del acetato de melengestrol (MGA), el cual puede inducir la actividad ovárica post-tratamiento oral en vaquillas explotadas en el trópico michoacano.

El objetivo de este ensayo fue determinar el momento de la ovulación en vaquillas post-tratamiento oral con MGA.

MATERIALES Y MÉTODO

El trabajo se llevó a cabo en el Rancho Limón del Torbellino, municipio de Tzitzio, Michoacán, durante los meses de abril a mayo del 2011. El rancho se ubica

geográficamente a los 19° 20' 57" latitud norte y a los 100° 53' 18" de longitud oeste, a 811 msnm. Su clima es tropical y templado con lluvias en verano, la precipitación pluvial anual es de 1,397.3 mm³ y su temperatura oscila entre 13.1 a 27.2°C (INAFED, 2011).

Se utilizaron 25 vaquillas con encaste Cebú x Suizo diagnosticadas como no gestantes, con un promedio de edad 43 ± 4.6 meses, peso 312.72 ± 25.78 kg y condición corporal 3.0 ± 0.25 en la escala propuesta por Wildman *et al.* (1982).

Las vaquillas seleccionadas fueron previamente evaluadas ginecológicamente por palpación transrectal y sometidas a un periodo de adaptación a la dieta durante siete días.

Durante el tratamiento con MGA las vaquillas recibieron 3 kg/día de un concentrado a base de maíz con mazorca molido, salvado, melaza, minerales, sal de grano y concentrado comercial (Tabla 1). El resto de la dieta fue a base de rastrojo de sorgo y agua *ad libitum*.

Tabla 1. Composición química nutricional del concentrado administrado a las vaquillas durante el ensayo.

Composición química nutricional	Porcentaje
<i>Materia seca</i>	94
<i>Materia orgánica</i>	91.55
<i>Cenizas</i>	8.45
<i>Proteína cruda</i>	17.5
<i>Energía metabolizable</i>	3.15
<i>Calcio</i>	1.2
<i>Fosforo</i>	0.56
<i>Fibra cruda</i>	6.66

El tratamiento con MGA consistió en agregar 0.5 mg diarios de MGA premezclado en 250g de concentrado durante un periodo de 21 días. El consumo se garantizó ofreciendo el concentrado con MGA en comedero individuales.

Concluido el tratamiento las vaquillas continuaron recibiendo la misma cantidad de concentrado, complementando su alimentación en pastoreo dentro de potreros controlados.

Todas las vaquillas fueron pesadas y evaluadas en su condición corporal al inicio, durante y al final del ensayo.

Una vez terminado el tratamiento con MGA se inició con la observación y seguimiento de los cambios en las estructuras de los ovarios. Este seguimiento se realizó diariamente con la ayuda de un ecógrafo portátil marca Draminski, modelo Animal Profi con una sonda sectorial rectal multifrecuencial de 3.5 a 7 MHz.

Las estructuras y cambios en los ovarios observados fueron: la presencia de folículos, el folículo dominante (≥ 6 mm), la ovulación (desaparición del folículo dominante) y el cuerpo lúteo (masa opaca en el ovario en el lugar donde una vez estuvo presente el folículo dominante).

Una vez que las vaquillas presentaron signos de celo fueron expuestas al semental para su servicio.

Los datos generados fueron analizados mediante estadística descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso vivo y la condición corporal de las vaquillas se mantuvo, quizás debido a que la dieta fue la misma durante todo el experimento (figura 1 y 2).

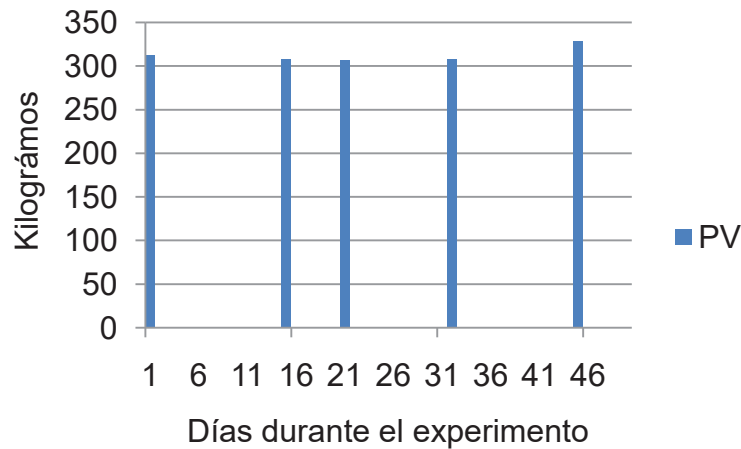


Figura 1. Promedio de peso vivo (PV) de las vaquillas durante el ensayo

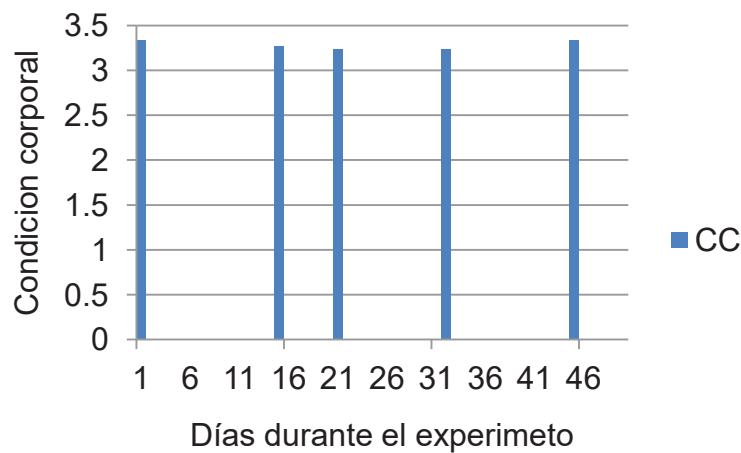


Figura 2. Promedio de condición corporal (CC) de las vaquillas durante el ensayo

Con respecto a la observación de las estructuras y cambios en el ovario, se encontró que al primer día post-tratamiento oral con MGA 100% de las vaquillas presentaron folículos, lo anterior atribuible a que la dosis utilizada de 0.5 mg ha demostrado que no inhibe la actividad folicular, únicamente bloquea el pico preovulatorio de LH (Imwalle *et al.*, 2002).

La progesterona ó progestágenos sintéticos son utilizados en la actualidad en protocolos de sincronización de estros, donde su función es simular un cuerpo lúteo y al retirarlos se induce la actividad folicular (Díaz *et al.*, 2002). Short *et al.* (1976), Sheffield y Ellicot (1982) y Ghallab *et al.* (1984); reportan que los progestágenos exógenos han sido utilizados de manera exitosa para inducir la actividad folicular en vaquillas.

Se han realizado diferentes estudios con el objetivo de inducir la ciclicidad en vaquillas utilizando MGA. Jaeger *et al.* (1992), al utilizar un protocolo para inducir la ciclicidad en vaquillas (MGA+ PGF₂α) observaron 72% de inducción de la actividad folicular. Wood *et al.* (2001), al utilizar un protocolo de sincronización del estro (MGA+PGF₂α+GnRH) en 34 vaquillas de carne, señalan que la actividad folicular se indujo en 100%. Quezada *et al.* (2004), observaron en 28 vaquillas de carne que al término del protocolo de sincronización (MGA+PGF₂α) el 100% de animales tratados presentaron folículos. Con estos estudio se demuestra que la dosis de 0.5 mg de MGA no suprime la actividad folicular, si no el pico preovulatorio de LH como lo menciona Imwalle *et al.* (2002).

En este ensayo se observó, la presencia de folículo dominante en 22/25 vaquillas (88%), tendiendo a agruparse un 84% entre el día seis y siete post-tratamiento, esta tendencia puede ser atribuible a que debió haberse terminado el efecto supresor del MGA (Imwalle *et al.*, 2002); por lo que el crecimiento folicular continuó hasta la formación de un folículo dominante (figura 3).

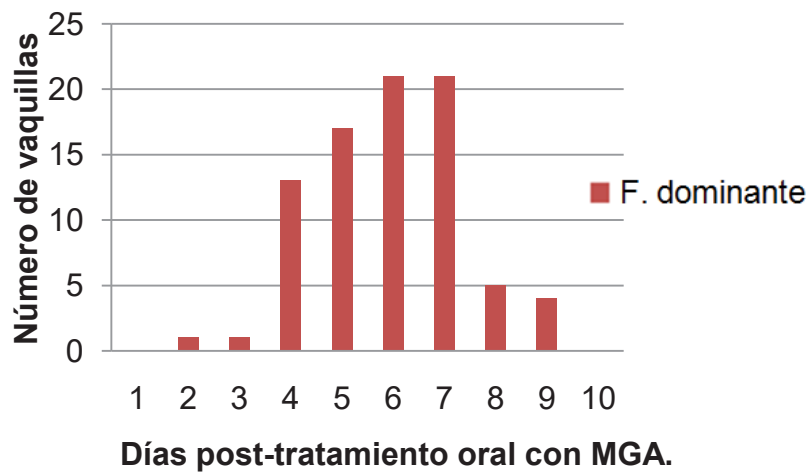


Figura 3: Frecuencia de vaquillas que mostrando folículos dominantes post-tratamiento oral con MGA

De Ondiz *et al.* (2002), en un trabajo donde utilizaron un progestágeno sintético en forma de implante, valerato de estradiol y gonadotropina corionica equina al momento del retiro del implante, reportaron un crecimiento folicular inicial del 83% y una presencia de folículos dominantes de 80%. En el caso del presente trabajo se obtuvieron resultados similares utilizando únicamente MGA, lo que indica que

este progestágeno por sí solo es suficiente para inducir la actividad folicular en vaquillas, expresada en la presencia de un folículo dominante.

Como resultado de la presencia del folículo dominante, todas las vaquillas presentaron celo, el 84% lo mostraron entre el día siete y nueve post-tratamiento oral con MGA. Lo anterior, por el incremento en los niveles de estrógenos presente en el folículo dominante (Ramírez *et al.* 2006).

El resultado anterior difiere de lo reportado por Quezada *et al.* (2004), quienes observaron que el tiempo promedio de la presentación de celo fue 2.88 ± 0.6 días después de la aplicación de un tratamiento de MGA+PgF2 α a 14 días; esto quizá se deba a la diferencia en el tiempo de administración de MGA, que para este ensayo fue de 21 días con el fin de que las vaquillas tratadas se encontraran en fase folicular al término del tratamiento.

La manifestación de celo se presentó en mayor proporción a la reportada por Palomares *et al.* (2002), quienes reportan 47% de celo en 26 vacas sincronizadas mediante acetato de medroxiprogesterona durante siete días, con una dosis inicial de estradiol. Estos mismos autores obtuvieron 62.5% en 26 vacas sincronizadas mediante acetato de Medroxiprogesterona y GnRH, durante ocho días.

Quezada *et al.* (2004) utilizaron 14 vaquillas tratadas con MGA+PgF2 α , de las cuales trece (92.8%) mostraron signos de estro. Brown *et al.* (1988), obtuvieron resultados similares en vaquillas sincronizadas mediante los protocolos

MGA+PgF2 α con un 83.4% y para Syncro-Mate B (SMB) con un 90.2%. Por su parte Villegas (1991), reportó 56% de estros para el protocolo MGA+ PgF2 α y 75% para SMB. El porcentaje de celo se asemeja en los protocolos antes mencionados, sin embargo, es de gran importancia mencionar que el porcentaje de celo en las vaquillas tratadas con MGA fue superior, no obstante que no se utilizó ninguna otra hormona, como es el caso de la PgF2 α para garantizar la lisis del cuerpo lúteo.

Con respecto a la ovulación todas las vaquillas que presentaron folículo dominante y celo, ovularon dentro de los primeros 10 días, la ovulación se presentó entre el día ocho y diez post-tratamiento oral con MGA (figura 4); lo anterior pudo deberse a que al no haber un efecto inhibitorio del pico preovulatorio de LH ocurrió la ovulación (Imwalle *et al.*, 2002).

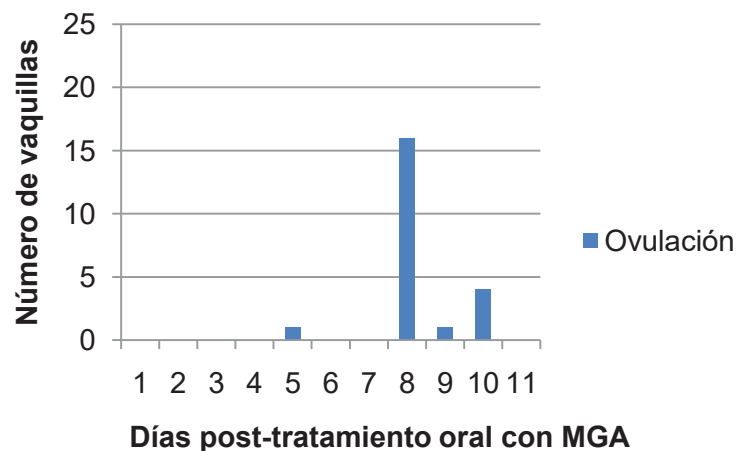


Figura 4: Día en que ocurrió la ovulación en vaquillas, post-tratamiento oral con MGA

El momento de la ovulación se observó al día siguiente de la presentación del estro; tal como lo menciona González (1998), quien determinó que el momento de la ovulación se produce a las 28.2 ± 5.8 hrs a partir del celo natural, por su parte Hafez (2002), menciona que la ovulación ocurre entre 24 a 30 hrs después de iniciado el celo.

Perea (2005), al realizar una descripción de la actividad folicular en vaquillas, menciona que una vez iniciado el crecimiento folicular el folículo ovulatorio está en optimas condiciones para ovular, a los 5.8 días en promedio. En este ensayo, el folículo dominante se observó en promedio a los 5.6 días, lo que indica que las vaquillas tratadas con MGA presenten un crecimiento folicular y la ovulación de forma normal.

Sánchez *et al.* (2002), confirmaron la ovulación por la ausencia del folículo dominante (preovulatorio) y el desarrollo de un cuerpo lúteo en 12 vacas tratadas durante nueve días con un implante Synchro-Mate B (norgestomet más valerato de estradiol), e inyectadas con 500 UI de eCG el día de retiro del implante.

En el presente ensayo la presencia de cuerpo lúteo se observó de la siguiente manera, el 4.5% (1/22) presentó un cuerpo lúteo el día diez y el 95.5% (21/22) restante el día catorce post-tratamiento; manteniéndose la presencia de los cuerpos lúteos durante el resto del ensayo (figura 5). Esto significa que se pudieron apreciar los cuerpos lúteos a partir del cuarto día después de la ovulación tal y como lo reporta Perea (2005) en su descripción de la dinámica

folicular en vaquillas. La presencia de cuerpos lúteos confirma la ovulación, tal como lo señalan los trabajos realizados por Jaeger *et al.* (1992), Wood *et al.* (2001) y De Ondiz *et al.* (2002).

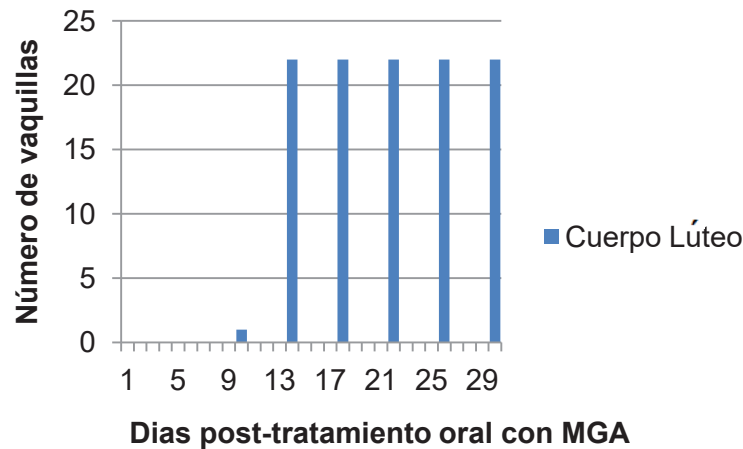


Figura 5. Vaquillas que presentaron cuerpo lúteo post-tratamiento oral con MGA

El cuerpo lúteo se considera una continuación de la maduración folicular, ya que las células lúteas derivan de las células de la teca interna y de la granulosa. La presencia de cuerpos lúteos obedece a que todas los animales que presentaron celo ovularon, tal como lo refieren González (1998), Sánchez *et al.* (2002) y Hafez (2002).

El MGA en una dosis de 0.5 mg por animal durante 21 días, condujo a una ovulación que pudo ser fértil, debido a que las vaquillas que presentaron celos se les dio servicio (monta natura) y no se observó regresión del cuerpo lúteo.

CONCLUSIÓN

Una dosis oral de 0.5 mg de MGA durante 21 días, induce la ovulación en vaquillas explotadas bajo condiciones del trópico michoacano entre el día ocho y diez post-tratamiento.

BIBLIOGRAFÍA

Brown L. N., Odde K. G., King M. E., LeFever D. G., Neubauer J. (1988). Comparison of melengestrol acetate-prostaglandin F2a to synchro-mate B for estrus synchronization in beef heifers. *Theriogenology* 30: 1-12.

Canela T. J. A y Salas. R. G. (2002). Parámetros reproductivos de la ganadería bovina en tierra caliente, Michoacán. En *Memorias del XII Encuentro en Investigación Veterinaria y Producción Animal (Memorias)*. UMSNH. Morelia Michoacán. México. pp. 50-53.

De Ondiz, S. A., Perea, G. F., Cruz, A. R., Portillo, M. G. y Soto, B. E. 2002. Evaluación ultrasonográfica del crecimiento del folículo ovulatorio en vacas anéstricas mestizas Cebú post-tratamiento con Norgestomet y eCG. *Archivo Latinoamericano de Producción Animal*. 10(1):20-23.

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.

Galina, C. (2002). Manejo reproductivo de los bovinos productores de carne, sistemas de empadre utilizados en el trópico. IX Curso Internacional de Reproducción Bovina (Memorias). UNAM. México D. F., México. 11-26.

Ghallab, A. M., Ott, R. S., Cmavik, G. F., Kesler, D. J., Faulkner, D. B. and Hixon, J. E. (1984). Effects of repetitive norgestomet treatments on pregnancy rates in cyclic and anestrous beef heifers. *Theriogenology*. 22(1): 67-75.

González, C. (1998). Momento de la ovulación en novillas y vacas mestizas. *Revista Científica* 8(3): 259-254.

Hafez, E. S. E. (2002) Reproducción e inseminación artificial en animales, séptima edición, Mc Graw Hill México 519 pp.

Imwalle D. B., Fernandez D. L., 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] consultada el día, 15 de enero de 2011, a las 5:30. <http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/michoacan/mpios/16035a.htm>

Jaeger, R. J., Whittier, C. J., Corah, L.R., Meiske, C. J., Olson, C. K. and Patterson J. D. (1992). Reproductive response of yearling beef heifers to a melengestrol acetate-prostagandin F2 alpha estrus synchronization system. *Journal of Animal Science*. 70:2622-2627.

Lamonthe Z. (2002). Manejo reproductivo de los bovinos de doble propósito. IX Curso Internacional de Reproducción Bovina (Memorias). UNAM. México D. F., México. 27-31.

Molina, M. V .M., Gutiérrez, V. E., Herrera, C. J. (2007). Manejo Productivo de la ganadería bovina en la región de Tierra Caliente de Michoacán. I Congreso Regional de Buiatría, Morelia, Michoacán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UMSNH P. 54-59.

Palomares N. P., Sánchez De O. A., Sandoval J., Bravo R. R., González F. R., Soto B. E. (2002) Inducción del celo y fertilidad en vacas mestizas cebú acíclicas tratadas a los 40 días postparto con esponjas intravaginales impregnadas con progestágenos. *Revista Científica*, 12(5):371-378.

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

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

Ramírez Lílido and Bermudez Freddy (2006). Conozca la conducta sexual y el celo de sus vacas. Universidad de los Andes-Trujillo. Venezuela. Mundo Pecuario, 2(2): 23-26.

Salas, R. G. (2007). Efecto de la suplementación con grasa de By-Pass sobre el perfil lípidico, concentraciones plasmáticas de progesterona y el reinicio de la actividad ovárica posparto de vacas indobrasil en el trópico seco de Michoacán. (Tesis Doctoral). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Tarímbaro, Michoacán. 1-85.

Sánchez De O. A., Perea G. F., Cruz A. R., Portillo M. G., Soto B. E. (2002). Evaluación ultrasonográfica del crecimiento del folículo ovulatorio en vacas anéstricas mestizas Cebú post-tratamiento con Norgestomet y eCG. Facultad de Ciencias Veterinarias, La Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. pp. 21-23.

Sheffield, L. G., and Ellicot, A. R. (1982). Effect of low level of exogenous progesterone on puberty in beef heifers. *Theriogenology* 18:17-28.

Short, R. E. and Adams, D. C. (1988) Nutritional and hormonal interrelationship in beef cattle reproduction. *Journal of Animal Science* 7(2):201-210.

Short, R. E., Bellows, J. B., Carr, J. B., Staigmiller, R. B., and Randel, R. D. (1976). Induced or synchronized puberty in heifers. *Journal of Animal Science*. 43:1254-1263.

Villagómez, A. M. Zarate, M. Arellano, H. Hernández, y G. Fajardo. (2003). Efecto de la estación y la inclusión de grasas saponificadas sobre el anestro posparto y la función tiroidea de vacas Cebú. *Técnica Pecuaria México* 41(3):239-250.

Villegas M. J. (1991). Inducción y sincronización del estro con acetato de melengestrol más prostaglandinas F2a y Syncro-Mate B en ganado de carne. Tesis. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, México. pp. 631-635.

Wildman, E., Jones, G., Wagner, P., Boman, R. Troutt Jr., H. and Lesch, T. (1982). A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *Journal of Dairy Science* 65:489-495.

Wood, L. S., Lucy, C. M., Smith, M. F. and Patterson J. D. (2001). Improved synchrony of estrus and ovulation with the addition of GnRH to a melengestrol acetate-prostaglandin F2alpha synchronization treatment in beef heifers. *Journal of Animal Science*. 79:2210-2216.

X. DISCUSIÓN GENERAL

Una vez concluido el tratamiento oral con MGA y liberado el efecto supresor que este ejerce sobre el pico preovulatorio de LH, se encontró que el 94.45% de las vacas desarrollaron un folículo dominante entre los días cinco y diez post-tratamiento, y el 88% de las vaquillas entre el día cuatro y siete

Los resultados encontrados en ambos ensayos son alentadores, sobre todo si se consideran los trabajos realizados con el objetivo de inducir la ciclicidad en vacas y vaquillas utilizando MGA. De Ondiz *et al.* (2002) utilizaron un progestágeno sintético en forma de implante, mas valerato de estradiol y gonadotropina corionica equina al momento del retiro del implante; ellos reportaron 80% (8/10) de vacas con desarrollo de un folículo dominante. Así mismo, Jaeger *et al.* (1992) al utilizar un protocolo para inducir la ciclicidad en 168 vaquillas (MGA+PGF2 α) observaron 72% de inducción de la actividad folicular. Por su parte, Wood *et al.* (2001) al utilizar un protocolo de sincronización del estro (MGA+PGF2 α +GnRH) en 34 vaquillas de carne, señalan que la actividad folicular se indujo en 100%. De igual forma Quezada *et al.* (2004) observaron en 28 vaquillas de carne que al término del protocolo de sincronización (MGA+PGF2 α) el 100% de los animales tratados presentaron folículos.

Al igual que en los trabajos citados, la respuesta en esta investigación fue alta; sobre todo si se considera que en dichos trabajos utilizaron otro tipo de hormonas que tiende a inducir el desarrollo folicular (GnRH, eCG, valerato de estradiol) o a

eliminar el efecto inhibitorio que ejerce el cuerpo lúteo sobre el desarrollo folicular (PGF2 α) (Martínez *et al.*, 1999; Lane *et al.*, 2008).

La diferencia de celo entre vacas (68%) y vaquillas (88%) puede atribuirse al manejo en que se realizaron ambos ensayos (pastoreo vs. estabulado) y al estado nutricional expresado a través de la condición corporal (2 a 4 vs. 3.25 \pm 0.5, respectivamente). La detección de celo en las vacas se realizó una vez al día, mientras que en las vaquillas la observación fue continua durante la mañana y tarde (debido a las características propias de cada ensayo). La observación visual directa de los animales para detectar la conducta estral es el método más ampliamente usado en ganado bovino. Sin embargo, no siempre se realiza en forma correcta, lo que ocasiona que tenga baja precisión y eficiencia. El momento de observación es muy importante para tener eficacia en la detección; si no se hace la detección en los mejores momentos del día se pierden muchos celos. La recomendación tradicional es observar a las vacas durante 30 minutos al amanecer y otros 30 minutos al atardecer (Asprón, 2004). Esto puede explicar parte de la diferencia observada en ambos ensayos. Se ha determinado que aproximadamente 28% de los celos solo se manifiesta durante las horas de oscuridad.

Con respecto a la diferencia en condición corporal en que se encontraron las vacas y las vaquillas, esta pudo haber influido en la presentación de celos, ya que la condición corporal como reflejo del estado nutricional la afecta de manera directa (Castillo *et al.*, 1997). Otro factor que pudo haber incidido en dicha

presentación de celos fue el manejo en la alimentación, ya que las vaquillas tuvieron un aporte de nutrientes constante que les permitió mantener su condición corporal durante todo el ensayo, a diferencia de las vacas en las cuales la alimentación estuvo sujeta a la disponibilidad y calidad de forrajes durante el pastoreo. Al respecto Castillo *et al.* (1997), Arreguín *et al.* (1997) y Galina (1997) sostienen que el manejo y la nutrición tienen efecto sobre la condición corporal e influye en la reproducción.

Las observaciones de celo encontradas fueron superiores a las mencionadas en trabajos realizados únicamente con MGA, y parecidas o cercanas a las reportadas en otros trabajos con la inclusión de hormonas (PgF2 α y GnRH). Al comparar diferentes dosis de MGA para inducir el celo en 100 vacas multíparas de carne, Perry *et al.* (2004) administraron 0.5 y 4.0 mg/MGA durante siete días, el porcentaje de vacas que mostraron celo fue de 57% y 35% para dosis baja y alta dosis, respectivamente. Quezada *et al.* (2004) utilizaron 14 vaquillas tratadas con MGA+PgF2 α , y encontraron que 92.8% mostraron signos de celo. Brown *et al.* (1988), obtuvieron resultados similares en vaquillas sincronizadas mediante los protocolos MGA+PgF2 α con un 83.4% y para Syncro-Mate B (SMB) con 90.2%. Por su parte Villegas (1991), reportó 56% de celo en vacas para el protocolo MGA+ PgF2 α y 75% para SMB. Palomares *et al.* (2002), reportan resultados de 47% de presencia de celo en vaquillas sincronizadas mediante acetato de medroxiprogesterona más una aplicación de estradiol durante 7 días. Estos mismos autores obtuvieron 62.5% en vaquillas sincronizadas mediante acetato de medroxiprogesterona y GnRH, durante 8 días.

Con respecto a la ovulación, esta fue determinada por la ausencia del folículo dominante en vaquillas, mientras que en las vacas se confirmó por la subsecuente formación de cuerpo lúteo, ya que la observación de las estructuras ováricas se realizó en días diferentes. Sánchez *et al.* (2002), confirmaron la ovulación por la ausencia del folículo dominante (preovulatorio) y el desarrollo de un cuerpo lúteo. El porcentaje de ovulaciones encontradas en el presente trabajo fue superior 20% en vaquillas comparado con las vacas (88% vs. 68%). Esto puede atribuirse a que las vaquillas se encontraban en buena condición corporal. Gottschall *et al.* (2005) mencionan que en vaquillas productoras de carne con buena condición corporal tienen mejor respuesta (79.1%) en la presentación de la ovulación.

Kojima *et al.* (2000) al utilizar el protocolo de sincronización MGA 7-11 (0.5 mg de MGA/7 días, dos inyección de PGF2 α el día 7 la primera, la segunda 11 días post-tratamiento) en 12 vaquillas y 6 vacas, encontraron que la ovulación se presenta en 83.3% (10/12) en vaquillas y 66.66% (4/6) en vacas; resultados similares a los encontrados en esta investigación.

Con respecto a la formación de estructuras lúteas en el ovario, estas se observaron a los cuatro días de haberse presentado la ovulación, tal y como lo reporta Perea (2005) en su descripción de la dinámica folicular en vaquillas. En las vaquillas dichas estructuras lúteas se observaron durante las siguientes cuatro observaciones, debido a que las vaquillas pudieron haber quedado preñadas.

El cuerpo lúteo se considera una continuación de la maduración folicular, ya que las células lúteas derivan de células de la teca interna y de la granulosa. La presencia de cuerpos lúteos obedece a que todos los animales que presentaron celo, ovularon; tal como lo refieren Sánchez *et al.* (2002), González (1998) y Hafez. (2002).

XI. CONCLUSIONES

El tratamiento oral con 0.5 mg de MGA durante 21 días es una estrategia reproductiva recomendable para inducir el celo y la ovulación en las hembras bovinas reproductoras explotadas bajo condiciones del trópico michoacano.

La respuesta al celo y ovulación post-tratamiento oral con 0.5 mg de MGA durante 21 días, es similar a la utilizada con otros tratamientos que adicionan PGF2 α .

La respuesta ovárica post-tratamiento oral con MGA fue mejor en vaquillas que en vacas.

El MGA puede ser una buena alternativa para incrementar la tasa de gestación en las hembras bovinas reproductoras explotadas bajo condiciones del trópico michoacano.

XII. BIBLIOGRAFÍA

Armstrong, D. G. and Webb, R. (1997) Ovarian follicular dominance: the role of intraovarian growth factors and novel proteins. *Reviews of Reproduction*. 2:139-146.

Arreguín, J. A. A., Santos, R. E., Villa, G. A. y Román, P. H. (1997). Dinámica folicular ovárica en vacas Cebú con diferente condición corporal y frecuencia de amamantamiento durante el período anovulatorio posparto. En memorias del VII Curso Internacional de Reproducción Bovina. UNAM-FMVZ. México. pp. 210-240.

Asprón, A. M. (2004) Curso de actualización – manejo reproductivo del ganado bovino. Publisher: [en línea] consultada el día, 15 de agosto de 2011, a las 5:30. International Veterinary Information Service (www.ivis.org), Ithaca, New York, USA.

Barros, C. M., Figueredo, R. A., Pinheiro, O. L. and Soler, J.M.P. (1996). Follicular dynamics in Nelore breed (*Bos indicus*). 13th Intl. Cong. Anim. Reprod. Sidney, Australia. June 30 to July 4. (2).

Brown, L. N., Odde, K. G., King, M. E., LeFever, D. G. and Neubauer J. (1988). Comparison of melengestrol acetate-prostaglandin F2a to synchro-mate B for estrus synchronization in beef heifers. *Theriogenology* 30:1-12.

Caccia, B. G. A. (2000). Exanimación ultrasonográfica 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.

Campo, P. E., Sixto, B. G. y Alonso, C. J. (2003) Comportamiento reproductivo del ganado bovino y bufalino. Sitio Argentino de Producción Animal Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, provincia de Córdoba, República Argentina, [en línea] http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria/11-comportamiento_reproductivo_bovino_bufalino.pdf, consultado 20/06/2009.

Castillo, J. H., Ruiz, Z. T., Olivera, M. y Jiménez C. (1997). Reactivación ovárica en vacas cebú Brahman con relación al peso y condición corporal. *Revista Colombiana de Ciencias Agropecuaria* 10(1):12-18.

Comisión Forestal del Estado, (2008). [en línea] consultada el día, 05 de junio de 2008. <http://cofom.michoacan.gob.mx/actividades.htm>

El-Zarkouny, Z. S. and Kesler, J. D. (2010). Effects of short-term feeding of MGA combined with GenRH and PGF2 α on reproduction of beef cows. *Animal Reproduction Science*, 7(1):35-41.

Emsen, E., Carlos, A., and Giménez, D. (2005). Melengestrol acetate (MGA) induced puberty in awassi ewe lambs. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 4 (6):570-571.

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

Evans, A. C. O., Adams, G. P and Rawlings, N. C. (1994). Follicular and hormonal development in prepuberal heifers from 2 to 36 weeks of age. *Journal of Reproduction and Fertility*. 102(2):463-470.

Fallas, M. R., Zarco, Q. L., Galina, C. S. y Basurto, H. (1997). Efecto del amamantamiento sobre la actividad ovárica posparto en vacas F1 (Holstein x Indobrasil) en dos tipos de pasto. XXXIII Reunión de Investigación Pecuaria en México. Veracruz, México. pp. 348-349.

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 Science*. 82(83):109-126.

Fortune, J. E. (1993). Follicular dynamics during the bovine estrous cycle: a limiting factor in improvement of fertility. *Animal Reproduction Science* 33:111-125.

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

Ginther, O. J. K., Kot, L. J., Kulick, S., Martin and Wiltbank M.C. (1996). Relationships between FSH and ovarian follicular waves during the last six months of pregnancy in cattle. *Journal of Reproduction and Fertility*. 108: 271-279.

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

Gottschall, C. S., Ferreira, E. T., Galarza, A. A., Marques, P. and Bittencourt, H. R. (2005). Desempenho reprodutivo de terneiras provenientes de desmame precoce e convencional acasaladas com 14 meses de idade. *Acta Scientiae Veterinariae*. 33(3):303-308.

Hafez, E. S. E. (2002) Reproducción e inseminación artificial en animales, séptima edición, Mc Graw Hill México 519 pp.

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.

Hiers, A. E., Barthle, R. C., Dahms, V. M. K., Portillo, E. G., Bridges, A. G., Rae, O. D., Thatcher, W. W. and Yelich, V. J. (2003). Synchronization of *Bos indicus* x *Bos taurus* cows for timed artificial insemination using gonadotropin-releasing hormone plus PGf2 α in combination with melengestrol acetate. *Journal of Animal Science* 81:830-835.

Hill, Jr J. R., Lamond, D. R., Henricks, D. M., Dickey, J. F., Niswender, G. D. (1971). The effect melengestrol acetate (MGA) on ovarian function and fertilization in beef heifers. *Biology of Reproduction*. 4, 16-22.

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.

Imwalle, D. B., Patterson, D. J. and Schillio, K. K. (1998). Effects of melengestrol acetate on onset of puberty, follicular growth, and patterns of luteinizing hormone secretion in beef heifers. *Biology of Reproduction*. 58, 1432-1436.

Kojima, N. F., Salfen, E. B., Bader, F. J., Ricke, A. W., Lucy, C. M., Smith, F. M. and Patterson, J. D. (2000). Development of an estrus synchronization protocol for beef cattle with short-term feeding of melengestrol acetate: 7-11 synch. *Journal of Animal Science* 78:2186-2191.

Lane, E. A., Austin, E. J. and Crowe, M. A. (2008) Oestrus synchronization in cattle-Current options following the EU regulations restricting use of oestrogenic compounds in food producing animals: A review. *Animal Reproduction Science*. 109:1-16.

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

Lucy, M.C. (2003). Mechanisms linking nutrition and reproduction in postpartum cows. *Animal Sciences Research Center*. 61:415-427.

Martínez, M. F., Adams, G. P., Bergfelt, D. R., Kastelic, J. P. and Mapletoft, R. J. (1999) Effects of LH or GnRH on the dominant follicle of the first follicular wave in beef heifers. *Animal Reproduction Science*. 57:24-33.

McDougall, S. C. R., Burke, K.L. and Macmillan, N. B.(1995). Patterns of follicular development during periods of anovulation in pasture-fed dairy cows after calving. *Research in Veterinary Science*. 58: 212-216.

Murphy, B. D. y Pescador, N. (1997) Control de la foliculogenesis bovina por factores endócrinos y parácrinos. 7° Curso Internacional de Reproducción Bovina AIBIR. A. C. México, D. F. pp 73-83.

Murphy, M. G., Boland, M. P. and Roche, J. F. (1990). Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post partum beef suckler cows. *Journal of Reproduction and Fertility*. 90:523.

Nilsson, E. E. and Skinner, M. K. (2002) Growth and differentiation factor-9 stimulates progression of early primary but not primordial rat ovarian follicle development. *Biology of Reproduction*. 67: 1018-1024.

Niswender, G. D. and Nett, T. M. (1994). Corpus luteum and its control in infraprimate species. In *The Physiology of Reproduction*. 2 Ed. Ed. Knobil, E. and Neill, J.D. Raven Press, Ltd. New York.

Osuna, S. O. (2002). La problemática de la ganadería en México. IX Encuentro Nacional de Legisladores del Sector Agropecuario (Memorias). Culiacán Sinaloa México. Mayo 22, 23 y 24. 86-90.

Pascual, de la C. P. (2003). Sincronización de la inseminación artificial a tiempo fijo en la vaca lechera. (Tesis de Licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México p.p. 11.

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

Perry, G. A., Smith M. F. and Geary, T. W. (2004). Ability of intravaginal progesterone inserts and melengestrol acetate to induce estrous cycles in postpartum beef cows. *Journal of Animal Science* 82:695–704.

Picton, H. M. (2001). Activation of follicle development: the primordial follicle. *Theriogenology* 2001; 55: 1193-1210.

Priedkalns, J. (1971). Effect of melengestrol acetate on the bovine ovary. *Z. Zelforsch.* 122, pp. 85-110.

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

Sá Filho, G. O., Patterson, J. D. and Vasconcelos, M. J. L. (2009). Development of estrous synchronization protocols using melengestrol acetate in *Bos indicus* cattle. *Journal of Animal Science*. 87:1981-1990.

Salas, R. G. (2007). Efecto de la suplementación con grasa de By-Pass sobre el perfil lípidico, concentraciones plasmáticas de progesterona y el reinicio de la actividad ovárica posparto de vacas indobrasil en el trópico seco de Michoacán. (Tesis Doctoral). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Tarímbaro, Michoacán. 1-85.

Salverson, R. R., DeJarnette, J. M., Marshall, E. C., and Wallace, R. A. (2002). Synchronization of estrus in virgin beef heifers using melengestrol acetate and PGF₂ α : an efficacy comparison of cloprostenol and dinoprost tromethamine. *Theriogenology* , 57 (2):858.

SAS.1989. SAS/STAT User's Guide (Release 6.04). SAS. Inst. Inc., Cary, NC, USA.

Savio, J. D., Boland, M. P. and Roche, J. F. (1990). Development of dominant follicles and length of ovarian cycles in post-partum dairy cows. *Journal of Reproduction and Fertility*. 88:581.

Sirois, J and Fortune, J. E. (1988). Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitored by ultrasonography. *Biology of Reproduction*. 39: 308-317.

Smith, M. F., McIntush, E.V. and Smith, G.W. (1994) Mechanisms associated with corpus luteum development. *Journal of Animal Science*. 72: 1857-1872.

Stock, A. E and Fortune, J. E. (1993). Ovarian follicular dominance in cattle: relationship between prolonged growth of the ovulatory follicle and endocrine parameters. *Endocrinology*, 132: 1108-1114.

Sunderland, S. J., M. A. Crowe., M. P Boland J. F., Roche and J .J. Ireland (1994). Selection, dominance and atresia of follicles during the oestrous cycle of heifers. *Journal of Reproduction and Fertility*. 101: 547-555.

Wildman, E., Jones, G., Wagner, P., Boman, R. Troutt Jr., H. and Lesch, T. (1982). A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *Journal of Dairy Science*. 65:495.

Williams G and Stanko R. (2000). Dietary fats as reproductive nutraceuticals beef cattle. *Proceedings of the American Society of Animal Science*. pp. 1-12.

Wright P. J and Malmo J. (1992). Pharmacologic manipulation of fertility. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 8: 57.