

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT

Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Subdirección de Estudios de Postgrado e Investigación



“Efecto del Acetato de Melengestrol y Gonadotropina coriónica equina sobre la inducción del estro posparto en hembras pardo suizo encastadas de Cebú”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS EN
BIOLOGÍA DE LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA
EN EL ÁREA DE REPRODUCCIÓN**

Presenta:

MVZ GUILLERMO OSCAR GARZA MEDELLIN

Asesores:

**DR. Carlos Alejandro González Morteo
M. en C. Juan Antonio Hernández Ballesteros
M. en C. Venancio Orozco Rogero
M. en C. Agapito Gómez Gurroia**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
UNIDAD ACADÉMICA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Compostela, Nayarit, 03 de Octubre del 2006

M.C. JUAN ANTONIO HERNÁNDEZ BALLESTEROS
DIRECTOR DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA
P R E S E N T E

Los suscritos C. Dr. Carlos Alejandro González Mortero, M. en C. Juan Antonio Hernández Ballesteros, M. en C. Venancio Orozco Rogero, M. en C. Agapito Gómez Gurrola; integrantes del Consejo Tutelar para revisar, ordenar y asesorar la Tesis de Maestría en Ciencias del Posgrado en Biología de la producción Agropecuaria, titulada: "Efecto del Acetato de Melengestrol y Gonatropina coriónica equina sobre la inducción del estro posparto en hembras pardo suizo encastadas de Cebú".

Que presenta ante el Honorable jurado calificador C.M.V.Z

GUILLERMO OSCAR GARZA MEDELLIN

Comparecemos para manifestar que después de revisar su presentación y contenido, no existe inconveniente para continuar con los trámites legales de este proceso de obtención de Maestría en el área de Reproducción, por estar de acuerdo en los aspectos de forma y contenido.



 DR. CARLOS A. GONZÁLEZ M.

ATENTAMENTE
 CONSEJO TUTELAR



 M. en C. JUAN A. HERNÁNDEZ B.



 M. en C. VENANCIO OROZCO R.



 M. en C. AGAPITO GÓMEZ G.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la localidad de Rosamorada Nayarit, en las instalaciones del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario número 72. El objetivo fue evaluar el comportamiento reproductivo posparto, mediante la aplicación de 3 gr. de Acetato de Melengestrol (MGA) y 500 UI de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) para la sincronización del estro en hembras encastadas de Cebú con Pardo Suizo. Para desarrollar la presente investigación se utilizaron 24 hembras bovinas encastadas de Cebú con Pardo Suizo, con un edad promedio de 5 años, una condición corporal de 6 en promedio. Las hembras fueron manejadas en condiciones de potreros y corrales con cría al pie, así mismo se revisó el aparato reproductor de cada vaca para determinar las condiciones en las que se encontraban. Se utilizaron tres tratamientos con 8 hembras cada uno, en donde: T₁ = 3 gr MGA administrados en el alimento, T₂ = 3 gr MGA administrados en el alimento mas 500 unidades de eCG, y T₃= Testigo. Las variables bajo estudio fueron: X₁=Porcentaje de animales en estro, X₂= Longitud de la fase lútea, X₃= Desarrollo de la dinámica folicular, X₄= Porcentaje de gestación. Para el análisis estadístico se uso la prueba de X² con Kruskal y Wallis, (P < 0.05). Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey. Al evaluar los resultados obtenidos se encontró diferencia estadística significativa (P < 0.05), los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento número uno con 62.5% en presentación de estro, seguido del tratamiento número dos con 37.5% y finalmente el testigo con 12.5%. Para la variable de longitud de la fase lútea, no se encontró diferencia estadística significativa (P > 0.05), encontrándose los valores mas bajo de progesterona el día 19 coincidiendo con la presentación del estro. Al considerar la dinámica folicular, el mejor crecimiento de los folículos fue para el tratamiento número uno, tratamiento dos y finalmente el tres, con valores los mas altos desde 0.7 mm y 13 mm de diámetro. Para la variable de porcentaje de gestación no se encontró ningún animal positivo para el día 45, sin embargo, a los 90 días se obtuvo 50% y 25% de gestación para los tratamientos uno y dos contra el tres. Se concluye que el MGA y la combinación de MGA+eCG, induce al estro pero con bajo nivel de preñez, pero en el siguiente ciclo aumenta considerablemente la fertilidad. Es recomendable la elaboración de diferentes protocolos con MGA en combinación con otras hormonas.

Abstract

The present study was made in Rosamorada municipality, Nayarit state, at the technological agropecuary high school. The object was to evaluate post partum behavior in brown breed cows cebu Suisse after given Melengestrol Acetate (MGA) 3gr. and equine Corionic Gonadotropin (eCG) for estrus synchronization. We used 24 cows, 5 years old average, and with corporal condition 6. The cattle was in pad and stockyard, all of them with their calf. The reproductive tract was examined at beginning of the experiment. 3 treatments were used, in three groups of 8 animals each were used. T_1 = 3 gr. MGA in feed. T_2 = 3 gr. MGA and 500 units of eCG and T_3 = control. The variable in study were X_1 = % cows in estrus. X_2 = Luteous long. X_3 = Follicular dynamics, X_4 = Gestation percent. We used statistical test Kruskal y Wallis X^2 ($P < 0.05$). The Tukey test used for comparative means. Significance differences were found in T_1 with 62.5% and 37.5% in T_2 and 12.5% in control. In Luteous long, did not have significance differences ($P > 0.05$). The level of progesterone were dawn in 19 day after estrous. The best grow of follicles was T_1 , T_2 and finally T_3 , the highest values were 0.7 and 13 mm diameter. For the pregnant percentage in cows after 54 days was 0% ,at 90 days was 50% and 25% for T_1 and T_2 . In conclusions MGA and MGA+eCG induce estrus but at a low level of pregnancy, but in the next estrous it increments fertility. We recommend to do other tests with MGA with other hormones.

AGRADECIMIENTOS

A mis amigos:

Con afecto por su apoyo incondicional;

Con gratitud por su confianza, dedicación y profesionalismo.

Carlos Alejandro González Morteo

Juan Antonio Hernández Ballesteros

Venancio Orozco Rogero

Agapito Gómez Gurrola

Víctor Manuel Valera Montero

DEDICATORIA

A mi familia:

Con amor. Para **Olga** que por su tenacidad y entrega al trabajo nunca dejo de estimularme

Para mis hijos **Priscilla, Guillermo Olguita**: Siempre hay que terminar lo que se empieza con cariño y amor.

Para eseruiseñor que su canto alegra nuestras vidas, Priscillita.
Con afecto para **Andrés**

Para mi madre **Alicia** que con sacrificio supo guiarnos en la vida.

Para mi padre Don **Oscar**: Que en paz descanse

A mis hermanos: **Alejandro, Raúl, Patricia, Rosalinda, y Priscilla.**

Que la felicidad esté siempre en nuestros corazones.

Con gratitud para Don **Alejandro Jiménez Mitre** que su forma de ver la vida es un ejemplo a seguir.

INDICE

	Pag.
I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Justificación.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. Hormonas en la reproducción.....	5
2.1.1 Hormonas peptídicas.....	10
2.1.2 Hormonas glucoproteicas.....	11
2.1.3 Hormonas esteroideas.....	12
2.1.3.1 Progesterona.....	12
2.1.3.2 Andrógenos.....	13
2.1.3.3 Estrógenos.....	14
2.1.4. Prostaglandina.....	15
2.1.5 Dinámica folicular.....	16
2.1.5.1 Endocrinología y desarrollo folicular.....	17
III. MATERIALY MÉTODOS.....	24
3.1. Localización.....	24
3.2. Animales y manejo.....	25
3.3 Tratamiento hormonal.....	26
3.4. Destete temporal.....	26
3.5. Tamaño de muestra.....	27
3.6. Análisis de ultrasonido.....	27
3.7 Variables a medir.....	28
Análisis estadístico.....	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	29
V. CONCLUSIONES.....	38
VI. LITERATURA CITADA.....	39

1. INTRODUCCIÓN.

Una explotación ganadera exitosa con un manejo integral eficiente, entre algunas de sus actividades es la de contar con un programa de manejo reproductivo, orientado a obtener óptimos parámetros reproductivos, entre ellos una reducción del intervalo entre partos, buscando obtener una máxima eficiencia para garantizar el retorno económico. La búsqueda de elevados índices de producción asociados con una alta eficiencia reproductiva, deben ser las metas fijadas por los productores para mejorar su productividad y un satisfactorio rendimiento. Sin embargo, existen factores que dificultan la posibilidad de alcanzar las metas fijadas, entre los que se puede considerar; las deficiencias del nivel nutricional y las diferencias de manejo de los animales en cada uno de los establecimientos (Mapletoft et al., 2001).

De acuerdo con el Plan Estatal de Desarrollo 2000–2005, Gobierno del Estado de Nayarit, el Estado, es eminentemente productor de ganado de carne, cuenta con 642,167 cabezas de ganado cebuino con cruza de ganado europeo en promedio; se ha estimado una producción animal cercana a los 80,000 becerros de 200 kg de peso aproximadamente, los cuales son comercializados para su engorda en los Estados vecinos de Jalisco, Sinaloa, Sonora, Baja California, Tamaulipas y para exportación a los Estados Unidos. Si se analiza el número de vientres con el número de becerros, se observa que los índices de parición son bajos (aproximadamente 30%), los tipos de ganado que se adaptan mejor a las condiciones del trópico son: Brahman, Nelore, Indobrasil y sus cruza con pardo suizo, pero sus índices productivos son pobres lo que hace necesario mejorar las formas de producción y realizar una investigación dirigida hacia la reproducción para hacerla más rentable, siendo lo ideal obtener una cría al año por cada vaca reproductora (Osoro et al., 1992).

El bajo comportamiento reproductivo que presenta el ganado cebuino en los trópicos es debido principalmente a una baja condición corporal condicionada por la restricción en la ingesta de nutrientes (Chifflet *et al.*, 2003), aunado a los periodos prolongados de amamantamiento de las crías con un promedio de siete meses, hace que los intervalos entre partos se alarguen anestro lactacional siendo una causa que limita la productividad (Stahringer *et al.*, 2003).

En las vacas adultas los eventos reproductivos del posparto suceden muy lentamente, el primer estro se detecta hasta los 78 días posparto, lo que resulta en un primer servicio tardío -102 días posparto- y este primer servicio tardío parece ser la principal causa que se tenga un amplio intervalo 149 días parto-concepción (Anta, *et al.*, 1989); estas condiciones se deben a un desequilibrio en la interacción hormonal, principalmente en el rol que juegan las gonadotropinas (FSH y LH), Progesterona (P_4), estrógenos (E_2) y prostaglandinas ($PGF_{2\alpha}$) principalmente, las cuales tienen un papel importante en la reiniciación de la actividad ovárica, afectando considerablemente la producción de becerros y la economía de los ganaderos (Karsch, 1992, Ruckebusch, 1994).



1.1. Justificación

Con base en los antecedentes antes mencionados de las causas y factores que ocasionan el anestro lactacional en hembras *Bos indicus* y, cruza *Bos taurus*; se propone como alternativa el uso de productos hormonales que activen la inducción del estro fértil con la finalidad de que estas queden gestantes y de esta forma acortar los intervalos entre partos, esto trae como consecuencia un impacto económico favorable al propietario del ganado, que se manifestará en una mejora de la calidad de vida del ganadero y su entorno social en las explotaciones que realicen estas practicas del manejo reproductivo.

1.2. Hipótesis

La administración de acetato de melengestrol (MGA) induce a la formación de un cuerpo lúteo de vida media durante 11 días posparto y al retiro en combinación con gonadotropina coriónica equina (eCG) induce a la presentación del estro en vacas lactantes con becerro al pie.

1.3. Objetivo General

Evaluar el comportamiento reproductivo posparto, mediante la aplicación de 3 gr. de MGA y 500 UI de eCG para la sincronización del estro en hembras encastadas de Cebú con Pardo Suizo.

1.4. Objetivos Específicos

- Inducción de la actividad ovárica en hembras, posparto mediante la utilización de MGA y eCG
- Determinar la eficacia de 3 g de MGA y 500 UI de eCG en la inducción del estro
- Evaluación del porcentaje de gestación a los 45 y 90 días posteriores al tratamiento
- Evaluación de la longitud de la fase lútea y concentraciones de progesterona

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Hormonas en la reproducción

La reproducción es una secuencia de eventos que comienza con el desarrollo del sistema reproductivo en el embrión. Luego de su nacimiento, se produce un estado de aparente quietud o latencia hasta la pubertad, donde el animal debe alcanzar el tamaño y peso adecuados para enfrentar un estado de futura madurez sexual (Hsueh et al, 1994; Echeverría, 2004b).

En los últimos años, se han hecho estudios de las hormonas con el fin de incrementar la eficiencia reproductiva del ganado bovino. Se han empleado progestágenos las cuales suprimen el estro, y la ovulación actuando a través de un mecanismo de retroalimentación negativa sobre la liberación de LH; reduciendo la frecuencia de los pulsos y estableciendo un aparente cuerpo lúteo, que después del retiro del fármaco, bajan los niveles de progesterona (P_4) y, con la aplicación de una gonadotropina coriónica equina (eCG), se forma un folículo en desarrollo en las vacas tratadas provocando el estro sincronizado (Baruselli *et al.*, 2002).

Una hormona puede ser definida como una sustancia química o mensajero químico que transportan y proporcionan información entre diferentes grupos celulares en el organismo. Las células en las cuales estas hormonas ejercen sus simples y múltiples acciones se llaman células blanco (Cunningham, 1999).

El hipotálamo está compuesto por dos tipos de neuronas las primeras incluyen neuronas similares a las de los centros anatómicos, las cuales tienen funciones análogas de recepción, integración, conducción, y transmisión de mensajes por medio de mecanismos característicos del sistema nervioso. El otro grupo es

diferente, aunque en general estas neuronas tienen la misma propiedad en cuanto a conducción y recepción de mensajes así como funciones de células endocrinas. A través de pequeños neurotransmisores se sintetizan péptidos que son liberados directamente a la circulación sanguínea (Knobil, 1994).

Este es el único mecanismo mediante el cual el hipotálamo transfiere sus mensajes a la hipófisis anterior. En este proceso están incluidos numerosos axones que provienen de varios grupos de células del hipotálamo las cuales convergen en la eminencia media. Los capilares del sistema porta-hipofisiario son finalmente distribuidos en el interior del lóbulo anterior de la hipófisis. Estas neurohormonas son transferidas rápidamente por el sistema vascular a las células de la hipófisis donde finalmente se inhiben o se secretan las hormonas hipofisarias (Baulieu y Kelly, 1990).

El lóbulo anterior de la hipófisis es el de mayor proporción (400 mg) está formado por anastomosis de cordones celulares los cuales están limitados por la lámina basal y separados por capilares y el espacio perivascular con cantidades variables de tejido conectivo. Esos cordones consisten en diversas capas de células de diversos tipos y funciones (Cunningham, 1999).

Usando microscopía óptica, es posible distinguir distintos tipos de células en base a las características morfológicas, de tinción y el tipo de gránulos de secreción. Se han identificado cinco categorías de células de secreción: las células somatotróficas para la secreción de hormona del crecimiento (GH), células lactotróficas para la secreción de prolactina, células corticotróficas para la producción de adenocorticotrofina (ACTH) y sus péptidos donde se deriva la ACTH, células tirotróficas para TSH y células gonadotróficas para la hormona (LH) y folículo estimulante (FSH) (Knobil, 1994).

Las células gonadotróficas comprenden entre 10% y 15% del total de las células de la hipófisis. Estas pueden ser identificadas por su forma oval, su prominente volumen, su uniforme distribución en la hipófisis, su función basófila y la presencia de dos poblaciones de gránulos de secreción con diámetros de 275 y 375 nm respectivamente. Estas observaciones fisiológicas indican que tanto FSH como la LH son secretadas por diferentes tipos de células (Pierce y Parsons, 1981).

La hipófisis regula la secreción de las glándulas endocrinas a través de las hormonas, sustancias químicas producidas por tejidos específicos, que se vierten directamente en el torrente circulatorio en respuesta a determinados estímulos provocando una respuesta funcional específica, la cual puede manifestarse tanto en forma inmediata como mediata. Como resultado de dicho proceso de transferencia, la célula receptora de dicho estímulo, modifica su comportamiento a través de cambios en sus esquemas metabólicos. Los tipos de acciones promovidas por las hormonas pueden ser modificaciones en la permeabilidad de las membranas o en los mecanismos de transporte; modificación de la síntesis proteica y/o modificación de la actividad enzimática celular (Calandra y de Nicola, 1985).

De acuerdo con su estructura química, las hormonas pueden agruparse en esteroides, aminas y aminoácidos, proteínas, derivados de ácidos grasos y péptidos (Willis y Smith, 1994; Dannies, 1999;). En cambio, si se tiene en cuenta el criterio funcional, se las considera neurosecretoras, tróficas, glandulares, tisulares o sustancias mediadoras (Echeverría, 2004b).

Según la velocidad de acción y duración de la respuesta éstas pueden clasificarse como de respuesta rápida y corta duración o de respuesta lenta y persistente (Blanco, 1990; Calandra y de Nicola, 1985). Por último, podemos considerar otra clasificación de acuerdo con la naturaleza de la Respuesta

metabólica que producen y en tal caso consideramos aquellas de carácter catabólico y las anabólicas cuyos efectos implicarían un ascenso o descenso de los niveles de AMP cíclico intracelular (Calandra y de Nicola, 1985).

Las hormonas en general, son eliminadas de la circulación por mecanismos variados: las proteínas y polipéptidos son catabolizados a sus aminoácidos constitutivos principales en hígado, riñón y diferentes órganos efectores; los esteroides son inactivados en hígado, riñón u otros tejidos, o por su naturaleza, pueden ser secuestrados en tejido adiposo; la prostaglandinas son rápidamente inactivadas por los órganos efectores o removidas de la circulación por pulmón e hígado (Echeverría, 2004b; Cunningham, 1999).

En general, la secreción es un proceso que no mantiene una velocidad uniforme y sostenida y puede ser generada tanto en respuesta a un estímulo interno como a uno del medio, o pueden estar sujetas a variaciones cíclicas como las hormonas gonadotróficas, ováricas o las esteroides en general (Blanco, 1990; Echeverría, 2004b).

Tanto las hormonas como los neuropéptidos necesitan ser secretados desde las células donde son sintetizadas para ejercer sus acciones biológicas, aunque también pueden presentar una actividad parácrina y autócrina. Ambos pueden sufrir modificaciones posttranslacionales, las cuales ocurren en determinados compartimientos subcelulares y son llevadas a cabo en una estricta sucesión de eventos intracelulares, que dan origen a productos biológicamente activos. La biosíntesis tanto de prohormonas como de proneuropéptidos es mediada por enzimas endoproteolíticas y siendo modificadas enzimáticamente a lo largo del proceso de síntesis (Perone y Castro, 1997; Echeverría, 2004a; 2004b; 2005a; 2005b).



Los controles por retroalimentación están dados por el sistema de retroalimentación negativa, en el cual, el aumento de la concentración de las hormonas da lugar a una menor producción de las mismas, usualmente a través de una interacción con el hipotálamo o con la hipófisis (Cunningham, 1999; Echeverría, 2005b).

Una de las características más sobresalientes de las hormonas, es su especificidad. Esto se debe a la presencia de receptores para las mismas. La regulación hormonal de la actividad celular muestra propiedades muy singulares: especificidad, potencia, selectividad y rapidez. Las propiedades que pueden determinar la capacidad de una hormona para interactuar con un receptor son varias: tamaño, composición química, cargas eléctricas, presencia de grupos funcionales críticos, y cambios conformacionales (Blanco, 1990; Calandra y de Nicola, 1985; Echeverría, 2004a).

Estos receptores pueden ubicarse intracelularmente como es el caso de los receptores para las hormonas esteroides y tiroides o estar situados en la membrana y generar respuestas tipo cascada como sería el caso de la adrenalina y Gn-RH entre otras (Blanco, 1990; Gether y Kobilka 1998; Echeverría, 2004b).

Una de las características más comunes de los receptores hormonales es su escaso número por célula, el cual puede experimentar variaciones significativas, según sea el estado metabólico de la célula o su estimulación hormonal previa (Echeverría, 2004b).

Según Hafez (1987), las hormonas que intervienen en la reproducción se dividen en:

A) **Primarias:** forman parte directa de varios aspectos de la reproducción como la espermatogénesis, ovulación, comportamiento sexual y materno, fecundación, implantación y mantenimiento de la gestación, parto y lactancia.

B) **Metabólicas:** comprende aquellas hormonas necesarias para el bienestar general y estado metabólico adecuado del animal, que permitirán de este modo, que ocurra la reproducción

La regulación de la actividad sexual está representada en el organismo por el sistema hipotálamo-hipófisis-ovárico. El hipotálamo y la hipófisis anterior en conjunto con los órganos reproductivos aseguran el ritmo de reproducción interrelacionando hipotálamo, hipófisis, ovario, miometrio y hormonas LH, FSH y esteroides ováricos, para conformar la esencia de la maduración folicular, ovulación, implantación y mantenimiento de la gestación. Todo esto está claramente influenciado por factores hereditarios, nutricionales y ambientales que pueden modificar el ciclo en cualquier animal (Ascoli y Segaloff, 1996; Cunningham, 1999; Echeverría, 2004b).

2.1.1. Hormonas peptídicas.

Las hormonas peptídicas que intervienen en la reproducción son pequeñas y son la hormona liberadora de gonadotropinas (Gn-RH) un decapeptido secretado por el pericarion neuronal en el hipotálamo anterior, transportada por el flujo axonal y almacenada en pequeños gránulos, en las terminales de la eminencia media y es liberada en pulsaciones casi cada dos horas (Ruckebush *et al* 1994) para la estimulación de la hormona luteinizante (LH) y la hormona foliculo estimulante (FSH). Esta hormona (Gn-RH) se genera por pulsos que los esteroides desencadenan en el hipotálamo, pero como su cantidad es pequeña y su vida media es corta, se sugiere que existe una síntesis local de la misma hormona en el receptor. Hay un mecanismo muy complejo de regulación del sistema de reproducción. En el que intervienen,

además, otros factores como una endorfina, el GABA, la dopamina, la noradrenalina y la serotonina, y factores no esteroideos locales como la inhibina.(Prieto, *et al.*, 2002). La hormona luteinizante, es secretada por las células basófilas de la glándula pituitaria anterior y estimula a los ovarios y a los testículos. La respuesta primaria es esteroideogénica. La LH estimula la secreción de andrógenos de las células de Leydig testiculares y de las células de la teca de los ovarios, estimula la secreción de progesterona de las células luteales en el ovario. La ovulación de folículos maduros, la maduración de oocitos y la formación y mantenimiento de cuerpos lúteos son también de los efectos principales de la hormona luteinizante. La hormona folículo estimulante (FSH) es secretada por las células basófilas de la glándula pituitaria anterior, intervienen en el crecimiento folicular, en la espermatogénesis y en la producción de estrógenos por las células de la granulosa foliculares y por las células de Sertoli testiculares (Ruckebush,*et al.*, 1994 ; Mc Doniud, 1978)

2.1.2. Hormona Glucoproteicas

Esta clase de hormonas reproductivas tienen una función gonadotrópica. Las hormonas glucoproteicas son moléculas relativamente grandes de proteínas que contienen carbohidratos, cada hormona contiene dos subunidades diferentes (alfa y beta) las cuales se mantienen unidas por enlaces no covalentes. Dentro de la misma especie, la estructura de la subunidad alfa es idéntica entre las hormonas y es muy similar entre diferentes especies. Esto hace que la subunidad beta sea la que proporcione la especificidad biológica de cada gonadotropina y su actividad es significativa solamente cuando las subunidades están combinadas (Cunningham, 1999).

2.1.3. Hormonas Esteroidales

Los esteroides son compuestos de lípidos producidos mayormente en las gónadas, en el tejido adrenal y en la placenta. Todos los esteroides poseen un núcleo ciclopentanoperhidrofenantreno común compuesto de tres anillos fenantreno (6 carbonos) y un anillo ciclopentano (5 carbonos). El núcleo básico es de 17 átomos de carbono. Esteroidogénesis – El precursor inmediato de todos los esteroides – pregnolona – se deriva de colesterol el cual es sintetizado por el hígado. La síntesis hasta este momento se cree ocurre en el retículo endoplásmico de la célula. El colesterol se transporta a la mitocondria donde ocurre una división entre C20 y C22 de la cadena adyacente que resulta en la molécula de pregnenolona. Esta posteriormente se convierte en progesterona en el retículo endoplásmico. (Cunningham, 1999).

La hidroxilación y decarboxilación de progesterona para formar el andrógeno ocurre en la mitocondria, el patron para la biosíntesis de los esteroides sexuales es a partir de la pregnolona, que es modificada en una secuencia que incluye progesterona, andrógenos, y estrógenos (Cunningham, 1999 ; Ruckebush, *et al.*, 1994).

2.3.1.1 Progesterona

La pregnolona, la progestina y el precursor clave más importante de todos los esteroides, se convierte con rapidez en progesterona. La progesterona se produce como un intermediario biosintético por los folículos en todas las etapas de

crecimiento del desarrollo y como un producto secretor final en los periodos periovulatorios y posovulatorios. En todas las especies, la mayor estimulación de biosíntesis de progesterona sigue la oleada de LH y la ovulación, ya que las células de la granulosa se hipertrofian o luteinizan para formar las células lúteas de la granulosa (Ruckebush, *et al.*, 1994).

Las categorías generales de los folículos son primordiales, o folículos que no crecen; folículos preantrales caracterizados de manera principal por aumentos en el tamaño del oocito y el número de células granulosas; y grandes o pequeños folículos antrales, que distinguen por la formación de un antro lleno de folículo y un mayor incremento en el número de células granulosas. En el líquido folicular en bovinos, se secreta pregnolona por células de la granulosa y se metaboliza en progesterona. En líquido folicular en porcinos, las células de la teca transforman la pregnolona en andrógenos aromatizables (Ruckebush, *et al.*, 1994).

2.1.3.2 Andrógenos

La androstenediona y testosterona son andrógenos formados en las células de la teca por hidroxilación en la posición 17-C y la eliminación de la cadena lateral 21-C ya sea pregnolona o progesterona. La LH aumenta la secreción de andrógeno por las células de la teca. Por aumento de la conversión de colesterol en pregnolona, FSH y los andrógenos estimulan de manera independiente la biosíntesis de progesterona en la teca en folículos de vacas, ovejas y cerdas (Ruckebush *et al.*, 1994).

Estos andrógenos ováricos tienen una función obligatoria como sustrato para la biosíntesis de estrógenos por las células de la granulosa. Los andrógenos también tienen otras funciones en la actividad folicular. Ejercen un efecto antagonístico en el crecimiento de folículos preantrales, pero facilitan, en los grandes folículos antrales,

la entrada a su etapa final de desarrollo. Por otra parte, FSH promueve la aromatización de andrógenos y aumenta mucho la concentración de estradiol en folículos antrales en bovinos conforme progresan de pequeños a grandes (Ruckebush *et al.*, 1994).

2.1.3.3 Estrógenos

La estrona y el estradiol, se producen a partir de andrógenos en las células granulosa. Ya que los andrógenos necesarios se secretan por células de la teca. La producción de estrógenos ováricos depende de la participación de dos tipos de células, de la teca y granulosa y también de dos gonadotropinas, LH y FSH. Esto lleva al concepto de "dos células, dos modelos de gonadotropina en la secreción folicular de estrógenos". Por el estímulo de LH, se sintetiza androstenediona en las células internas de la teca y se transporta (por difusión) a través de la membrana basal a las células granulosa adyacentes. Bajo el impulso de FSH y LH, la androstenediona se convierte entonces en testosterona, y por último ambos andrógenos se aromatizan respectivamente en estrona y estradiol (Ruckebush *et al.*, 1994).

La mayoría de los esteroides aparecen ligados a proteínas ligadoras específicas. Estas globulinas asisten en el transporte de los esteroides que son relativamente insolubles en un medio acuoso y – además – éstas regulan la razón por la cual estos esteroides son inactivados por el hígado. Varias globulinas beta (proteínas de transporte) de origen hepático, se fijan a esteroides específicos. La globulina fijadora de corticoides (CGB), también conocida como transcortina, es una glucoproteína de 52 000 daltons que contiene un sitio de fijación de alta afinidad que acepta de manera específica cortisol, progesterona y estrógenos (Ruckebush *et al.*, 1994, Cunningham, 1999).

La mayoría de los esteroides son inactivados por conjugación con un sulfato o con un residuo de ácido glucurónico. Estos conjugados son solubles en agua y por lo tanto son excretados como productos de desperdicios en la orina o en las heces. Las células que responden a los andrógenos en el macho o a estrógeno y progesterona en la hembra bajo condiciones normales se denominan "células efectoras". Las células principales son aquellas que se encuentran en los órganos como las glándulas sexuales accesorias del macho; la vagina, el útero y la glándula mamaria en la hembra; la glándula pituitaria y ciertas áreas del cerebro (Ruckebush, *et al.*, 1994).

2.1.4. Hormona Prostaglandina

Las prostaglandinas, son metabolitos obtenidos del ácido araquidónico a través de la vía metabólica conocida como ciclooxigenasa. Entre ellos puede mencionarse a la prostaglandina efe dos alfa (PGF₂α), sustancia con actividad marcada sobre el control del ciclo estral. Estructuralmente es un ácido graso insaturado compuesto por 20 átomos de carbono. Contiene un anillo ciclopentano y dos cadenas laterales. Su mecanismo de acción se halla estrechamente relacionado con receptores específicos de membrana que activan una proteína G específica desencadenando la cascada de AMPc y la correspondiente liberación de Ca promedio del fosfatidil inositol (Gether y Kobilka, 1998; Narumiya, *et al.*, 1999). La PGF₂α es responsable de inducir la luteólisis hacia el final del diestro o gestación. Cuando son administradas en la segunda mitad de la gestación, promueven la regresión luteal con lo cual producen un descenso de la progesterona plasmática e impulsan las contracciones del miometrio conjuntamente con la oxitocina provocando de esta manera el aborto o la reabsorción de los fetos (Narumiya, *et al.*, 1999; De la Sota *et al.*, 2002).

2.1.5 Dinámica folicular durante el ciclo estral del bovino

Trabajos realizados por investigadores mediante la ultrasonografía han demostrado convincentemente que el crecimiento folicular en bovinos ocurre en ondas (Sirios y Fortune, 1988). A estos primeros trabajos le siguieron otros que demuestran que el patrón de ondas se repite también en otros periodos de la vida animal, como en el periodo prepúber (Evans, *et al.*, 1994), la preñez (Ginther, *et al.*, 1989c) y el periodo posparto (Savio *et al.*, 1992).

Una onda de crecimiento folicular implica el desarrollo sincrónico de un grupo de folículos individualmente identificables a partir de un diámetro de 4mm que ocurre al mismo tiempo en los dos ovarios (Ginther, *et al.*, 1989a). Durante aproximadamente 2 ó 3 días todos los folículos crecen, uno de ellos se selecciona y continúa creciendo hasta convertirse en folículo dominante, mientras que el resto de los folículos, llamados subordinados, se vuelven atrésicos y regresan. La primera onda de desarrollo folicular se detecta el día de la ovulación (Día 0) en los ciclos de 2 ó 3 ondas, ocurre inmediatamente después de la ovulación, cuando los niveles de p4 disminuyen en la luteólisis (Savio, *et al.*, 1998). La segunda onda comenzará el Día 9 ó 10 para los ciclos de 2 ondas y 1 ó 2 días más temprano (Día 8 ó 9) en los ciclos de 3 ondas (Ginther *et al.*, 1989b). En los ciclos de 3 ondas la tercera onda emerge en el Día 15 ó 16. Estos patrones son valores promedio ya que existe una gran variabilidad individual, especialmente en la segunda onda que puede comenzar entre los Días 6 a 12 en distintos animales (Adams y Pierson, 1995).

También la duración del ciclo estral va a estar relacionada con la cantidad de ondas. El cuerpo lúteo (CL) comienza su regresión más temprano en los ciclos de 2 ondas (Día 16) que en los de 3 ondas (Día 19) (Ginther *et al.* 1989b)

Consecuentemente, la duración del ciclo de 2 ondas es de 18 a 20 días y de 3 ondas de 21 a 23 días. Si bien en el 95% de los ciclos estrales hay 2 ó 3 ondas de desarrollo folicular, hay diferencias entre los estudios en cuanto a preponderancia de animales con 2 ó 3 ondas. Algunos investigadores han investigado una preponderancia de ciclos estrales de 2 ondas (Ginther *et al.*, 1989b), otros indican una preeminencia de ciclos de 3 ondas (Savio, *et al.*, 1988) y otros han observado una distribución pareja (Adams y Pierson, 1995). A su vez, hemos encontrado que algunos animales Bos Indicus pueden tener ciclos con 4 ondas (Figueiredo *et al.*, 1997) (Zeitoun *et al.*, 1966).

Factores como el nivel nutricional, stress calórico y estacionalidad pueden modificar el patrón de desarrollo folicular (Zeitoun, *et al.*, 1966). Se informó que el nivel nutricional bajo estuvo asociado a una proporción más alta de ciclos de 3 ondas (Murphy, *et al.* 1991) y que hubo una mayor proporción de animales Brahman (Bos Indicus) con ciclos de 4 ondas en el otoño (20%) que en la primavera (4,5%) (Zeitoun *et al.*, 1966).

2.1.5.1 Endocrinología y desarrollo folicular durante en ciclo estral bovino

El rol de las hormonas FSH, LH y Progesterona en la regulación de la dinámica de las ondas foliculares en bovino (Adams y Pierson, 1995) está basado en respuestas diferenciales de los folículos a la FSH y LH (Ginther, *et al.*, 1996), Adams y Pierson, demostraron que hay incremento de la concentración de FSH que comienza 2 días antes de la emergencia de una onda folicular y llegan al pico máximo un día antes o el día de comienzo de cada onda (Adams, *et al.*, 1992). Otros trabajos demuestran que alrededor del momento del celo hay dos picos de FSH que son muy difíciles de diferenciar por que están muy cercanos entre sí. El primer pico

de FSH ocurre al mismo tiempo que el pico preovulatorio de LH y es inducido por la liberación del GnRH desde el hipotálamo. El segundo pico ocurre cerca del momento de la ovulación y es aparentemente el responsable del reclutamiento de los folículos de la primera onda folicular (Zeitoun *et al.*, 1966).

Algunos de los problemas que modifican el parámetro reproductivo en el trópico son: la edad en la cual las vaquillas alcanzan la pubertad (17 meses), lo que repercute en la edad a primer servicio –aproximadamente 24 meses- y su primera concepción que se estima en 25.5 meses (Anta *et al.*, 1989).

La influencia del nivel de alimentación sobre la reproducción ha sido ampliamente estudiada, estableciéndose su actuación en varios puntos del sistema reproductivo (Butler, 2000). El más importante es sobre el eje hipotálamo-hipófisis ya que una deficiente alimentación al inicio de la lactancia produce una depresión de la síntesis de hormona reguladora de gonadotropina (GnRH), lo que afecta a la liberación de hormona folículo estimulante (FSH) y a la frecuencia pulsátil de hormona luteotrópica (LH), provocando una disminución de la función ovárica que origina un retraso en la ovulación y el consiguiente incremento del período de anestro (Jimeno, *et al.*, 1998). Otro sitio de acción es en el ovario, una nutrición deficiente afecta a la disponibilidad de colesterol como precursor de las hormonas esferoidales (Staples *et al.*, 1998).

En la mayor parte de las regiones del mundo se ha observado que la lactación es uno de los principales problemas de la anovulación posparto del ganado productor de carne. Los mecanismos que regulan la anovulación están determinados por el eje hipotálamo hipófisis gónada, que son una integración sensorial de hormonas (Williams *et al.*, 1996).

En los registros de palpación efectuados entre 30 y 75 días posparto, muestran que más del 85% de todas las vacas tendrán un cuerpo lúteo en uno de sus ovarios y un folículo en desarrollo en el otro ovario (Varner *et al.*, 1983).

Las hormonas hipofisarias folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH), son las responsables de la emergencia de las ondas foliculares y la selección de un folículo dominante (Ginther *et al.*, 1996). Elevaciones de la concentración plasmática de FSH son responsables de la emergencia de una onda folicular, la que posteriormente es suprimida por productos de los folículos en crecimiento (Adams, *et al.*, 1992). El folículo que primero adquiere receptores para LH llega a adquirir la condición de "folículo dominante" mientras que los restantes se convierten en "folículos subordinados" y van a sufrir atresia (Xu *et al.*, 1995).

La disponibilidad comercial de la Hormona Liberadora de las Gonadotropinas (GnRH) en los años 70, permitió su utilización como tratamiento para los quistes foliculares. Así mismo, esta hormona también es utilizada al momento del servicio como una alternativa para asegurar la ovulación (Drost y Thatcher, 1992).

Un esquema de sincronización de la ovulación utilizando GnRH para la Inseminación Artificial (I. A.) a tiempo fijo llamado "Ovsynch" que fue desarrollado por Pursley, *et al* en 1995. La administración de una GnRH a una vaca con un folículo dominante en crecimiento induce la ovulación de éste con la emergencia de una nueva onda folicular aproximadamente 2 días mas tarde (Huanca, 2001).

Una de las técnicas en el manejo del anestro posparto lactacional en ganado de carne son los destetes temporales con aplicación de P_4 y E_2 produciendo un aumento en las pulsaciones de hormona (LH) (Mackey *et al.*, 2000).

Otra hormona utilizada en la presentación del estro, es la GnRH análoga (GnRHa) que al ser administrada en el anestro actúa en ovario, estimulando la dinámica folicular, es decir, el reclutamiento, la selección y la dominancia. El reclutamiento es un proceso donde un folículo antral viene a crecer lo suficiente con la estimulación de la GnRH que permite llegar a la ovulación. La selección es un proceso mediante el cual se compete entre dos folículos y uno alcanza la ovulación, y la dominancia se define como el proceso en el cual el folículo seleccionado inhibe el crecimiento de nuevos folículos produciendo una inducción hormonal del estro en el posparto (Thatcher *et al.*, 1996).

Según Stevenson *et al* (2000), la corta duración y expresión del celo en el ganado y su manifestación nocturna en los trópicos nos demuestran lo difícil que es la detección del celo. Los intervalos entre partos (IEP) se ven alargados por un anestro hormonal. De los Santos y Jiménez., (1984), mencionan que en las regiones tropicales las vacas cebuinas y sus cruza muestran largos periodos de anestro lactacional, con rangos de 116 a 467 días. En estudios realizados en trópico seco y trópico húmedo promedian un IEP con un rango de 14.5 meses (Rivera *et al.*, 1989).

En el ganado se requiere de al menos entre 5 y 9.5 meses después del parto en el manejo de anestro lactacional. Existe bastante información para controlar la lactancia, una de ellas es la de amamantar dos veces al día y otra una sola vez al día, esto ocasiona aumento en los porcentajes de fertilidad y parición de un 10 a 15%, como lo menciona Segura y Rodríguez (1987), y Rodríguez y Segura, (1995). Por su parte, Gazal, *et al.* (1999), observaron que el retiro de la actividad de mamar durante la noche reduce la duración del intervalo entre partos.

En cuanto a la regresión del cuerpo lúteo se han desarrollado modelos experimentales usando la combinación de varias hormonas, ya sea aplicadas por

varias vías de administración como son intramuscular, oral y en sus formas de presentación como implantes subcutáneos. o dispositivos vaginales (Porras *et al.*, 1991).

La administración de progestágenos en la sincronización del estro, producen como resultado un incremento en la frecuencia en las pulsaciones de LH cuando está presente un cuerpo lúteo en el ovario. El incremento de la secreción de LH está asociada con la elevada concentración de 17 β -estradiol extendiendo la vida media del foliculo dominante del ovario, desarrollando un foliculo persistente (McDowell *et al.*, 1988)

Uno de los mecanismo para acortar los intervalos entre parto es el uso de progestagenos como la Progesterona (P₄) sintética ó natural y combinada con hormona liberadora de gonadotropinas, gonadotropina coriónica equina (eCG), E₂ y Prostaglandina F₂ alfa (PGF₂ α), todo con la finalidad de inducir a las hembras a estros fértiles para obtener una mayor productividad (Yelich, *et al.*, 1997) (Fike *et al.*, 1999).

El uso GnRH en la etapa al azar del ciclo estral, seguida en 7 días por una aplicación de prostaglandinas alfa (PGF₂ α) y una segunda dosis de GnRH treinta a 32 h después de PGF₂ α , fueron aplicadas para inducir la ovulación del foliculo preovulatorio, seguida por una inseminación 18 a 19 h (Stevenson, *et al.*, 1996).

Diversos autores coinciden en señalar que en pequeñas dosis de GnRH de 100 a 200 microgramos, estimulan el desarrollo del foliculo. Alternativamente, una dosis farmacológica de GnRH en la vaca provoca una ola preovulatoria normal de LH y FSH que a su vez provocan ovulación, dependiendo del nivel folicular en el ovario en el tiempo de la aplicación (Drost, 1995).

Un método para la sincronización del estro en hembras productoras de carne es el uso de P₄ como el acetato de melengestrol (MGA), que 0.5 mg suprime el estro al administrarse por vía oral en el alimento durante 14 días, desarrollando folículos dominantes de 19.8± 0.6 mm, y aplicando PGF2 α al día 19, se induce la actividad ovárica (Kharche y Srivastava, 2002).

Kojima, *et al.*, (2000), combinan 0.5 mg de MGA por seis días y aplicaron PGF2 α en el séptimo día, y una segunda aplicación de PGF2 α en el día 11 encontrando un 91% en la presentación de calor y una tasa de preñez del 66%.

Kesler, *et al.*, (1996), usaron 0.5 mg de MGA en alimento por 14 días y al retiro aplicaron prostaglandina los días 13, 15, y 17 inseminando artificialmente a las 72 hrs encontrando el momento óptimo para vaquillas el día 17 y el 15 para vacas.

Ross, *et al.*, (2004), aplicaron P₄ en esponjas por vía intravaginal por 7 días formando un cuerpo lúteo de vida media y aplicando benzoato de estradiol (E₂) formaron folículos ovulatorios que al observarse con el ultrasonido obtuvieron un diámetro de 10.9 ± 0.5 12.1 ± 0.8 milímetros, indujeron el estro en vacas lactantes con becerro al pie.

Salverson, *et al.*, (2002), combinaron 0.5 de MGA por 14 días más 2 prostaglandinas clorpostenol y dinoprost-tromethamine observaron que son efectivas para la activación del estro en un 89% con clorpostenol y 86% para dinoprost-tromethamine ambas con un porcentaje en la concepción de un 67%.

Belloso *et al.*, (2002), utilizó norgestomet más PMSG obteniendo a los 9 días de remover el norgestomet y aplicando el PMSG obtuvo un estro fértil a las 96 horas con un porcentaje de preñez del 65%.

Villegas *et al.*, (1991), observaron el efecto del synchro-mate b (smb) y Acetato de Melengestrol (MGA) más $PGF_{2\alpha}$, obteniendo a las 168 h después de retirado el implante un 75 y 56% de sincronización de calor.

De La Torre *et al.*, (1984), aplicaron a vacas cebú y cruzas F₁, 25 mg de P₄ por 5 días, más 2 mg de E₂ al sexto día obteniendo un 77.5% de hembras en celo y un 44.9% de preñez.

El efecto de la GnRH y P₄ (CIDR) mas benzoato E₂ en el desarrollo de un folículo emergente al retiro del P₄ (CIDR) en el día 9 y aplicando GnRHa y E₂ ambas optimizan la fertilidad al formar el folículo emergente entre 1.4 a 3.3 días (Utt, *et al.*, 2003 y Whittaker *et al.*, 2002).

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Localización

El presente trabajo se realizó en el Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario # 72, el cual se encuentra localizado en el Municipio de Rosamorada Nayarit, y se localiza en la región norte del Estado en las coordenadas $21^{\circ} 50'$ al $22^{\circ} 20'$ de latitud norte del paralelo, y $104^{\circ} 56'$ al $105^{\circ} 38'$ de longitud oeste del meridiano. Limita al norte con los municipios de Tecuala y Acaponeta, al oriente con el municipio de El Nayar, al sur con los municipios de Ruiz y Tuxpan y al occidente con el municipio de Santiago Ixcuintla como se muestra la figura numero uno (INEGI, 1998)

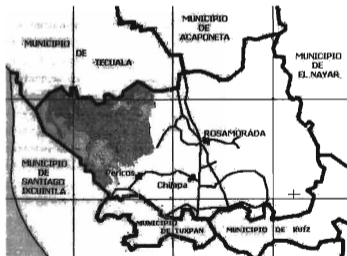


Figura. 1. Ubicación geográfica del sitio experimental

Su clima es cálido subhúmedo y templado lluvioso, con régimen de lluvias de junio hasta diciembre y enero, con una temperatura media anual de 25.6° C. Tiene una precipitación media anual de 1,210 mm, de los cuales el 95 % se registra en los meses de julio a septiembre. Los meses más calurosos, son de junio a agosto y los vientos recorren el territorio de oeste a este (Medina, et al., 1998).

3.2. Animales y manejo

Se utilizaron 24 hembras Pardo Suizo encastadas de cebú, divididas en tres tratamientos (T₁, T₂ y T₃) con 8 repeticiones (n = 8) por tratamiento, con un rango de 75 a 120 días posparto.

Las hembras seleccionadas fueron manejadas en condiciones de potreros y corrales de manejo con cría al pie, con una edad promedio de 3 a 12 años y un máximo de 5 partos. Una vez seleccionado el lote experimental, se evaluó la condición corporal con una escala del 1 al 9 (Chifflet *et al.*, 2003), seleccionando a todas aquellas que se encontraron en un rango de 5 y 7; estas vacas se pesaron 5 días antes del inicio del experimento, después se realizó un registro mas de peso al finalizar el tratamiento. Se revisó el aparato reproductor mediante palpación rectal para determinar su condición ovárica antes de iniciar el experimento sirviendo como referencia para eliminar hembras con problemas patológicos del aparato reproductor persistentes después del parto. Después de ello se sortearon completamente al azar para formar los tres grupos de trabajo.

3.3. Tratamiento hormonal

Una vez formados los lotes se procedió a aplicar los tratamientos hormonales para los grupos experimentales. Los grupos se identificaron mediante números pintados con aerosol de diferentes colores aplicados en el costillar. El tratamiento número uno se suministró 3 gr. de acetato de melengestrol (MGA) mezclado en un kilogramo de alimento comercial para ganado de engorda durante 11 días. Finalizada la aplicación y al retiro del MGA se aplicó 2 ml de solución salina.

El tratamiento número dos se aplicó 3 g de MGA mezclado en un kilogramo de alimento comercial para ganado de engorda durante 11 días. Finalizada la aplicación de MGA se aplicó, 500 U.I. de gonadotropina coriónica equina (eCG) por vía intramuscular.

Finalmente el tratamiento número tres fue el testigo al que se le proporcionó un Kg. de alimento comercial para ganado de engorda durante 11 días, mas la aplicación de una inyección de 2 mililitros de solución salina por vía intramuscular al mismo tiempo que se le aplicó las hormonas a los tratamientos anteriores.

3.4. Destete temporal

Después de 24 horas de aplicada la eCG a las hembras se realizó un destete controlado por 48 horas. Una vez terminado el tratamiento las hembras fueron sometidas a un esquema de detección de celos diariamente durante las 24 horas del día utilizando la observación directa. Se anotó la hora de presentación de estro y también se registró el momento de inseminación artificial. El diagnóstico de gestación se realizó a los 21 y 42 días por no retorno al calor y a los 45 y 90 días por medio de palpación rectal.

Durante todo el estudio, se aseguró que los animales dispusieran de agua limpia y fresca, sales minerales en piedra, pasto y se procuró realizar el manejo sin estresar a las hembras en estudio.

3.5. Toma de muestras

Se tomó una muestra sanguínea por animal 24 horas antes de iniciar los tratamientos. Posteriormente se recolectaron seis muestras sanguíneas cada tercer día, para analizar los niveles de progesterona. Las muestras sanguíneas se tomaron de la vena coccígea utilizando un tubo de ensaye al vacío con anticoagulante, (vacutainer) previa desinfección del área; enseguida estas muestras se colocaron en un termo con refrigerante y después se centrifugaron a 10,000 revoluciones por minuto (RPM) durante 10 minutos. Después de la centrifugación se tomaron 2 mililitros del plasma depositándolos en viales congelándolos hasta su posterior análisis de laboratorio en el departamento de reproducción animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.

3.6. Análisis de ultrasonido

Para el estudio de ecografía, se usó, un equipo portátil de ecosonografía marca Sonovet 600 con un transductor de 7.5 mhz, con el sistema lineal, convex, microconvex propiedad de la Unidad Académica Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nayarit. Se tomaron tres ecografías después de retirado el tratamiento de MGA, cada una con un lapso de cinco días con la finalidad de observar la dinámica folicular en los animales tratados.

3.7. Variables a medir

Las variables medidas fueron:

- Porcentaje de animales en estro
- Longitud de la fase lútea
- Desarrollo de la dinámica folicular
- Porcentaje de gestación

3.8. Análisis estadístico.

Los datos fueron analizados considerando los resultados usando el programa estadístico SAS (1988).

Para las variables porcentaje de estro, gestación y concentración de P_4 en sangre, se utilizó la prueba de X^2 con el modelo de Kruskal y Wallis, (Herrera, et al., 2000) posteriormente los promedios se compararon mediante una prueba de Tukey ($P < 0.05$), (Martínez, 1988).

El modelo básico fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, k; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Donde:

μ = media total desconocida

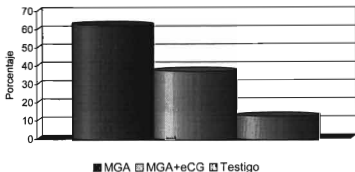
T_i = efecto del i -ésimo tratamiento, tal que,

e_{ij} = variables aleatorias mutuamente independientes

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de animales en estro

En la gráfica número dos se muestran los valores que se obtuvieron de presentación de estro para cada tratamiento empleado, encontrándose diferencia estadística significativa ($P < 0.05$), reportando el valor mas alto el tratamiento a base de MGA con 62.5%, seguido de MGA + eCG con 37.5% y finalmente el testigo con un valor de 12.5%, respectivamente. Estos valores son estadísticamente similares a los encontrados por Fike et al (1999), el cual reporta 66% de presentación de estro y Coleman et al, (1990) el cual obtuvo el 68.7 por ciento en la presentación de estro en 22 de 32 animales con MGA. Los resultados del presente estudio, en cuanto a la presentación de estro se observa que el MGA estuvo dentro de los rangos aceptables, más no así para el segundo tratamiento, lo cual probablemente se deba al bajo comportamiento de la eCG en combinación con MGA.

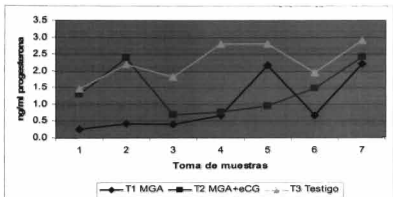


Gráfica 2. Presentación de estro por tratamiento expresado en porcentaje.

En cuanto a la de presentación del estro al analizar los datos se observa que el tratamiento número obtuvo mayor porcentaje de estros con 62.5%. De acuerdo a la literatura consultada, en la que la presencia de los progestágenos P_4 (MGA) produce una retroalimentación negativa en los estrógenos reduciendo los sitios específicos para receptores en el hipotálamo estos a su vez en la regulación de la hormona luteotrópica (Fike, y *et al.* 1999). Yelich *et al.*, 1997 con el uso de MGA, 0.5 mg por 14 días obtuvo un porcentaje de estros del 84% en 33 vacas.

Longitud de la fase lútea

En la longitud de la fase lútea los resultados obtenidos de la concentración de P_4 en suero sanguíneo en los primeros 15 días no se observó diferencia estadística ($P > 0.05$) entre tratamientos, como se ilustra en la gráfica número tres.



Gráfica No 3. Niveles de progesterona expresados en nanogramos en cada tratamiento.

Como se observa en la gráfica anterior, después de aplicado el tratamiento a partir de la segunda muestra los niveles de progesterona descienden por debajo de 1.0 ng para los tratamientos con MGA y MGA+eCG hasta el quinto muestreo, en donde se observa también el incremento por arriba de 2.0 ng para el tratamiento con MGA para enseguida descender por debajo de 0.5 ng en la muestra seis coincidiendo con la mayor presentación de estro para el tratamiento con MGA. Para el tratamiento con MGA+eCG a partir de la quinta muestra sanguínea se incrementan los valores de progesterona por arriba de 1.0 ng coincidiendo también con menor presentación de estros. El grupo testigo se mantuvo siempre por arriba de 1.5 ng de progesterona reduciéndose también para la muestra sanguínea número seis reflejándose en la baja presentación de calores.

En cuanto a la evaluación de la administración de la progesterona durante el tratamiento se observó que la mayor parte del ganado tratado redujeron la actividad a cero o niveles muy bajos como se puede observar en la grafica número 3, se deduce que por efecto del tratamiento lo que en teoría debería haberlas preparado para un estro fértil al final del tratamiento, el uso de progestinas incrementa los pulsos de LH y esta a su vez la concentración de b estradiol ocasionando folículos persistentes y una reducción en la fertilidad (MacDowel *et al* 1988)

Desarrollo de la dinámica folicular

Para observar el desarrollo del crecimiento folicular se evaluaron cuatro hembras por cada tratamiento, encontrándose que el tratamiento con MGA presentó la mejor respuesta en cuanto al crecimiento de los folículos con valores desde 0.7 mm hasta 13 mm de diámetro como se muestra en la figura número dos y tres. El tratamiento con MGA+eCG, presentó valores similares que el anterior, considerando entonces que en este tratamiento la eCG no mostró el efecto deseado como se observa en la figura cuatro y cinco. Con el tratamiento testigo no se encontró desarrollo folicular,

solamente se observaron la presencia de cuerpos lúteos persistentes, esto se puede apreciar en la figura número seis y siete. Esto coincide con los porcentajes de presentación de estros por cada tratamiento evaluado en el presente estudio.

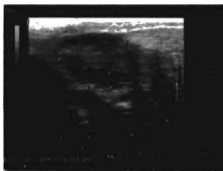


Figura No. 2. Ecosonograma de ovario folículos preovulatorios en una vaca del tratamiento uno (Mga)

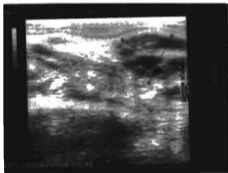


Figura No. 3. Ecosonograma de ovario folículos preovulatorios en una vaca del tratamiento uno (Mga)

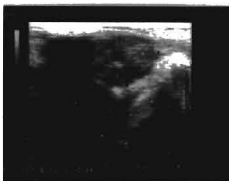


Figura No. 4. Ecosonograma, en la que se observa cuerpo lúteo y folículos preovulatorios en el ovario del tratamiento dos (Mga+eCG)

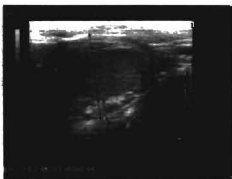


Figura No. 5. Ecosonograma, en la que se observa cuerpo lúteo y folículos preovulatorios en el ovario del tratamiento dos (Mga+eCG)



Figura No. 6. Ovario estático del grupo testigo.



Figura No. 7. Ovario estático del grupo testigo.

El tratamiento con MGA en ausencia de un cuerpo lúteo aumenta la cantidad de estrógenos lo que permite una frecuencia mayor del pulso de la LH durante la fase final del tratamiento que da lugar al desarrollo de folículos ováricos persistentes (Kojima *et al.*, 1992, 1995). Sin embargo, la frecuencia del pulso de la LH no se puede disminuir cuando se administra solamente MGA para la sincronización de estro (Kojima *et al.*, 1995).

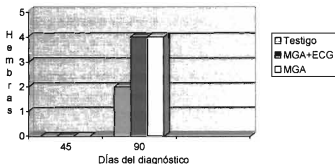
Por lo tanto, administrar cantidades de MGA durante un tratamiento largo de MGA no disminuirá la frecuencia del pulso de la LH y el folículo dominante persistente probablemente no regresará. Esto limita la oportunidad de utilizar MGA solamente como agente de la sincronización de estro.

Es probable por lo anterior que eso explique los bajos índices de fertilidad que se obtienen cuando se insemina y se ha sincronizado con MGA. Lo encontrado en este trabajo coincide con este planteamiento ya que no se obtuvo fertilidad en el primer estro después del tratamiento, sin embargo en la presentación del segundo estro posterior al tratamiento se obtuvo una fertilidad de 50%, en los tratamientos uno y dos, contra el testigo con un 25%.

En contraste con lo anterior en el tratamiento 2 se encontró solo 3 animales que presentaron estro, hecho que difiere con lo planteado por otros investigadores ya que todas las hembras que resultaron con un cuerpo lúteo temprano persistente resultaban con estro retrasado de acuerdo con los diámetros de los folículos dominantes (11.5 ± 2.2). La eCG ha sido utilizada con el propósito de mejorar la fertilidad en vacas sincronizadas con progestágenos, sin embargo en nuestro trabajo la aplicación de eCG no mejoró la fertilidad entre el grupo de eCG y sin su aplicación.

Porcentaje de gestación

En lo referente al porcentaje de gestación diagnosticado a los 45 días de servidas las hembras por medio de inseminación artificial, se realizó el diagnóstico de gestación por medio de palpación rectal, encontrándose ninguna hembra positiva a la preñez. A partir de este momento, todas las hembras se trasladaron a las praderas en conjunto con sementales. Cuarenta y cinco días después se volvió a realizar diagnóstico de gestación por palpación rectal, encontrándose 4 hembras positivas para los tratamientos con MGA y MGA+eCG y dos para el testigo, que corresponden a el 50% y 25% respectivamente como se muestra en la gráfica número cuatro.



Gráfica No 4. Hembras gestantes por tratamiento a los 45 y 90 días.

Yelich *et al.*, 1997 con el uso de MGA, 0.5 mg por 14 días obtuvo un porcentaje de estros del 84% en 33 vacas con una concepción del 57%, valores muy por encima a los encontrados en la presente investigación.

De acuerdo a Fralix *et al* (2000) el MGA provoca secreción vaginal mucosa en cantidades anormalmente abundantes y puede prolongar la duración del primer período de estro; de tal suerte que cuando se insemina a un tiempo preestablecido y la ovulación ocurre hasta la fase tardía del estro, la fertilidad se reduce; demostraron una alteración en la morfología del cuerpo lúteo después del tratamiento con MGA; los cuerpos lúteos formados en el primer ciclo después del tratamiento presentan cavidades llenas de fluido y no tienen la calidad necesaria para el mantenimiento de la preñez.

V. CONCLUSIONES

1. Se obtuvo mayor porcentaje de presentación de estro para el tratamiento con Acetato de Melengestrol (MGA) por arriba del 60%.
2. Al combinar el Acetato de Melengestrol con Gonadotropina Coriónica Equina (eCG), no mejoró la presentación de estro comparado con el MGA solo.
3. El acetato de melengestrol (MGA) es un progestógeno activo oral que suprime el estro en el ganado de carne.
4. El acetato de melengestrol administrado 3 gr por vía oral durante 11 días induce a la actividad ovárica en vacas lactando.
5. Una desventaja del MGA es que después de la administración por 11 días las hembras entraron en calor dentro de las 48 a las 92 horas, presentando un celo infértil.
6. Tanto la aplicación del MGA o combinado con eCG, induce al calor fértil en el segundo o tercer estro.
7. La combinación de MGA y eCG en este trabajo no se encontró efecto, ya que no se detectó gestación a los 45 días después del servicio.

VI. LITERATURA CITADA.

1. Adams, G. P., Matteri, R., Kastelic J. and Ginther. O.: Association between surges of follicle stimulating hormone and the emergence of follicular waves in heifers. J. Reprod.Fert. 94: 177-188. (1992).
2. Adams, G. P., Pierson, R.A.: Bovine model for study of ovarian follicular dynamics in humans. Theriogenology; 53: 1121-1134. (1995).
3. Anta, E., Rivera, J. A., Porras, A. y Zarco, L.: Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos. II. Parámetros reproductivos. Vet. Mex. 20: 11 – 18. (1989).
4. Ascoli, M y Segaloff, D. I.: "Hormonas adenohipofisarias y sus factores liberadores hipotalámicos" Sección XIII. Cap.55 En: Goodman & Gilman. (1996). "Las bases farmacológicas de la terapéutica" Volumen 1. 9ª Ed. Panamericana, pp 1447-1467 (1996).
5. Baruselli, P. S., Marques, M. D., Nasser, L. F., Reis, E. L., Bo, G. A.: Effect of eCG on pregnancy rates of lactating zebu beff cows treated with with CIDR-B revices for timed artificial Insemination. 3:17 (2002).
6. Baulieu, E. E., y Kelly, P. A.: hormonas New York y London; hermenn publisher in Arts and Science Eds. (1990).
7. Belloso, E.S., Martinez, G.P., De Ondiz, A., Rojas, N., Castillo, G.S., Iglesia, L.R., Ganchou, F. P.: Improvement of reproductive performance in crossbred zebu anestrous primiparous cows by treatment with norgestomet implants or 96 h calf removal Theriogenology. 57 (5): 1503-1510 MAR 15. (2002).
8. Blanco,A.: "Química biológica" 5ta Edición Reimpresión. Editorial El Ateneo. (1990).
9. Butler, W.R.: Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle Anim. Reprod. Sc., 60-61:449-457 (2000).

10. Calandra, R.S y de Nicola, A.F.: "Endocrinología molecular" 2º edición. Editorial El Ateneo. (1985).
11. Calderon, R. R. C., Villa-Godoy A., Lagunas, I. J., Fajersson P.: Desarrollo folicular en vaquillas cebu y suizo pardo peripúberes en condiciones tropicales Téc. Pecu. Mex; 38 (3) 163-175 .(2000).
12. Chifflet, S., Díaz, C., Stahringer, R.C.: y Asoc. Braford Arg. Cartilla descriptiva del grado de condición corporal en vacas de cría. Braford 49: 50-57. (2003).
13. Coleman D. A., Bartol F. F., and Riddell M. G.: Effects of 21-day treatment with melengestrol acetate (MGA) with or without subsequent prostaglandin Falpha on synchronization of estrus and fertility in beef cattle J Anim Sci 68: 3300-3305. (1990).
14. Cunningham, J. G.: Fisiología veterinaria segunda edicion McGraw-Hill Interamericana. (1999).
15. Dannies,P.S.: "Protein hormone storage in secretory granules: Mechanisms for concentration and storing" Endocrine Reviews 20 (1):3-21. (1999).
16. De los Santos, V. S. G., y Jiménez S. J.: Utilización de compuestos hormonales y manejo de la lactancia en la inducción del estro en vacas con cría al pie en anestro. Rev. Inv. Pec. Mex. Pp. 318. (1984).
17. De La Sota, R. L., Soto, A.T., Gobello, M.C.: "Farmacología del estro y del parto" Cap. 32 pp 423-434 En:
18. De la Torre, S. F., Basurto, K. V., Valencia, Z. M. y González, P. E.: Estudio de la función oárica en ganado bovino bajo un tratamiento de hormonas esteroides. X. Congr. Nal. De Buiatría. Acapulco, Gro. 213 – 216. (1984).
19. Drost, M.: Gonadotropina releasing hormone therapy en cattle. Memorias. 21. VI internacional de reproducción. Anim. Reprod. Sci. 28:36 – 42. (1995).
20. Drost, M.; W.W. Thatcher.: Application of gonadotrophin releasing hormone as a therapeutic agent in animal reproduction Anim. Reprod. Sci.28:11-19. (1992).

21. Echeverría, J.: "Endocrinología Reproductiva: Oxitocina. Revisión bibliográfica" Boletín técnico elaborado para Laboratorio Chem Stolz S.R.L. (2004^a).
22. Echeverría, J.: "Endocrinología Reproductiva: Hormona liberadora de gonadotropinas (Gn-RH). Revisión bibliográfica" Boletín técnico elaborado para laboratorio Biogénesis S.A. (2004b).
23. Echeverría, J.: "Aspectos farmacológicos en el control del ciclo estral de la perra. Revisión bibliográfica" REDVET 1:12. (2005^a).
24. Echeverría, J.: "Endocrinología Reproductiva: Benzoato de estradiol. Revisión bibliográfica" Boletín técnico elaborado para Laboratorio Biogénesis S.A. (2005b).
25. Evans, A. C. O., Adams, G.P., Rawlings, N. C.: Follicular and hormonal development in prepuberal heifers from 2 to 36 weeks of age. *J. Reprod. Fert*; 102:463-470. (1994).
26. Figueiredo, R. A., Barros, C. M., Pinheiro, O. L., Soler, J. M. P.: Ovarian follicular dynamics in nelore breed (*Bos indicus*) cattle. *Theriogenology*; 47:1489-1505 (1997).
27. Fike, k. E., Wehrman, M. E., Lindsey, B. R., Bergfeld, E. G., Melvin, E. J., Quintal, J. A., Zanella, E. L., Kojima, f. N., and Kinder, J. E.: Estrus Synchronization of Beef Cattle with a Combination of melengestrol Acetate and Injection of P4 and 17 β Estradiol J. Anim. Sci. 77: 715-723. (1999).
28. Fralix, K.D., Patterson, D.J., Schillo, K.K., Stewart, R.E. and Bullock, K.D.: Changes in Morphology of corpora lutea, central luteal cavities and steroid secretion patterns of postpartum suckled beef cows after melengetrol acetate with or whitout prostagandin F2 alpha. Theriogenology; 45 (6): 1255-1263. (1996).
29. Gazal, O. S., Guzman-Vega, G. A., and Williams, G. L.: Effects of time of suckling during the solar day on duration of the postpartum anovulatory interval in Brahman X Hereford (F₁) Cows. J. Anim. Sci. 77:1044-1047. (1999).

30. Gether, U., Kobilka, B.K.: "G protein-coupled receptors. II. Mechanism of agonist activation" J. Biol. Chem. 273:17979-17982. (1998).
31. Ginther, O. J., J. P. Kastlic., and L. Knopf.: Composition and characteristics of follicular waves during the bovine estrus cycle. Anim. Reprod. Sci. 33:331. (1989a).
32. Ginther, O. J., Knopf, L., Kastlic, J. P.: Temporal association among ovarian events in cattle during estrous cycles with two and three follicular waves. J. Reprod. Fertil 87:223-230. (1989b).
33. Ginther, O. J., Knopf, L., Kastlic, J. P.: Ovarian follicular dynamics in heifers during early pregnancy. Biol. Reprod.; 41:247-254. (1989c).
34. Ginther, O.J., Wiltbank, M.C., Fricke, P.M., Gibbons, J.R., Kot, K.: Selection of the dominant follicle in cattle Biol.Reprod. 55: 1187-1194. (1996).
35. Gobierno del Estado de Nayarit. Plan Estatal de Desarrollo 2000 – 2005 (2000).
36. Hafez, E.S.: "Reproducción e inseminación artificial en animales" 5ª Edición. Editorial Interamericana Mc Graw-Hill. (1987).
37. Herrera, H. J. G., y Barreras, S. A.: Análisis estadístico de experimentos pecuarios (utilizando el programa SAS). Colegio de Postgraduados, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Especialidad en Ganadería. (2000).
38. Hsueh, A.J., Billig, W.H., Tsafri, A.: "Ovarian follicle atresia: hormonally controlled apoptotic process" Endocrine Reviews Vol 15 N° 6 707-724. (1994).
39. Huanca, L. W.: Inseminación Artificial a tiempo fijo en vacas lecheras. Revista de Investigación Veterinaria. Perú. Pp 161-162. (2001).
40. INEGI, Anuario Estadístico del Estado de Nayarit, (1998).

41. Jimeno, V., A. Callejo y F. Mazzucchelli.: Recomendaciones prácticas para el control de la reproducción a través de la alimentación en vacas lecheras. Bovis, 82: 41-49. (1988).
42. Karsch, F. J., Moenter, S. M., and Caraty, A.; The neuroendocrine signal for ovulation. Animal Reproduction science, 28:329-341. (1992).
43. Kesler, D. J., Faulkner, D. B., Shirley, R. B., Dyson, T. S., Ireland, F. A., and Ott, R. S.: Effect of interval from melengestrol acetate to prostaglandin F_{2alpha} on timed and synchronized pregnancy rates of beef heifers and cows J. Anim. Sci. 74:2885-2890. (1996).
44. Kharche, S.D., Srivastava, S. K.: Induction of estrus with tiaprost treatment in subestrus crossbred cows INDIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCES, 72 (2): 141-142 FEB. (2002).
45. Knobil, E., Nelly J. D.: The physiology of reproduction Vol. 1 (2^o Ed) New York Raven Press. (1994).
46. Kojima, F. N., Salfen, B. E., Bader, J. F., Ricke, W. A., Lucy, M. C., Smith, M. F., and Patterson, D. J.: Development of an estrus synchronization protocol for beef cattle with short-term feeding of melengestrol acetate: 7 – 11 synch. J. Anim. Sci. 78:2186-2191. (2000).
47. Kojima, F.N., Chenault, J. R., Wehrman, M. E., Beregeld, E. G., Cuup, A. S., Werth, L. A., Mariscal, V., Sanchez, T., Kittok, R. J. and Kinder, J. E.: Melengestrol acetate at greater doses than typically used for estrus synchrony in bovine females does not mimic endogenous progesterone in regulation of secretion of luteinizing hormone and 17 b- estradiol. Biol. Reprod. 52:455-463. (1995).
48. Kojima, N., Stumpf, T.T., Cupp, A.S., Werth, L. A., Roberson, M. S., Wolfe, M. W., Kittok, R. J. and Kinder, J. E.: Exogenous progesterone and progestin as used in estrous synchrony regimens do not mimic the corpus luteum in regulation of luteinizing hormone and B-estardiol in circulation of cows. Biol. Reprod. 47: 1009-1017. (1992).

49. Mackey, D. R., Sreenan, J. M., Roche J. F., and Diskin, M. G.: The effect of progesterone alone or in combination with estradiol on follicular dynamics, gonadotropin profiles, and estrus in beef cows following calf isolation and restricted suckling. J. Anim. Sci. 78:1917-1929. (2000).
50. Mapletoft R., Martínez M., Adams G.P. and Kastelic J.: Inseminación Artificial a tiempo fijo e ganado Bos taurus. 4th Simposio Internacional de Reprod. Animal – Cordova – Argentina. (2001).
51. Martín Jiménez, T. "Farmacología y terapéutica veterinaria" Primera Ed. McGrawHill, Interamericana. (2002).
52. Martínez, G. A. Diseños Experimentales, Trillas, México, D. F. (1988).
53. Mawhinney, I., And biggadike ,H .: A fiel study of the intercept plannedbreeding routilene for dairy cows involving GnRH and PGF2alpha. Cattle practice, 6; 1, 29-31. (1998).
54. McDonald, L. E., Reproduccion y endocrinología veterinaria 2ª Ed. Interamericana 201-204. (1978).
55. McDowell, C. M., Anderson, L. H., Kinder, J. E. and Day M. L.; Duration of treatment with progesterone and regression of persistent ovarian follicles in cattle. J. Anim. Sci. 76: 850-855. (1998).
56. Medina, G. G., Ruiz, C. J. A., y Martínez , P. R. A.: Los climas de México, una estratificación ambiental basada en el componente climático. CIRPAC, INIFAP, SAGAR, libro técnico No. 1. (1998).
57. Murphy, M. G., Enright, W. J. et al Effect of dietary intake of pattern of growth of dominant follicles during the estrus cycle in beef heifers. J. Reprod.Fertil; 92:333-338. (1991).
58. Narumiya, S., Sugimoto, and Ushikubi, F.: "Prostanoid receptors: Structures, properties, and functions" Physiol. Rev. Vol 79 N°4 pp 1193-1226. (1999).
59. Olivares, S. E.; Diseños experimentales con aplicaciones a la experimentación agrícola y pecuaria. FAUANL. (1995).

60. Osoro, K., and I. A. Wright.; The affect of body condition, live Weight.Breed, age, Calf performance, and calving date one reproductive performance of spring-calving beef Cows. *J. animal Sci.* 10: 1661.(1992).
61. Perone, M. J., Castro, M.G.: "Prohormone and proneuropeptide synthesis and secretion" *Histol. Histopathol.* 12:1179-1188. (1997).
62. Pierce, J.G., Parsons I.F.: Glycoprotein hormones: structure and function *Ann V. Rev. Biochem.* 50:465-495. (1981).
63. Porras, A. y Galina, C.: Utilización de PGF2 α y sus analogos para la manipulación del ciclo estral bovino *Vet. Mex.* XXII 4: 401-405. (1991).
64. Prieto, G. B., Velásquez, P. M.: Fisiología de la reproducción: hormona liberadora de gonadotropinas *Rev. Fac. Med. UNAM* Vol.45 No.6 Noviembre-Diciembre. (2002).
65. Pursley, Jr., Mee, M. D., Willbank, M.C.: Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 and GnRH. *Theriogenology* 44: 915 – 923. (1995).
66. Rivera, J. A., Anta. E., Galina, C., Porras, A. y Zarco, L.; Análisis de la información publicada en México sobre eficiencias reproductiva de los bovinos. III.Factores que la afectan. *Vet. Mex.* 20:19-25. (1989).
67. Rodriguez, R. O. L., and Segura, C. V. M.; Effect of once-daily suckling on postpartum reproduction in zebu-cross cows in the tropics. *Anim. Reproduction Sci.* Vol 40 (1 – 2) pp. 1 – 5. (1995).
68. Ross, P.J., Aller, J.F., Callejas, S.S., Butler, H., Alberio, R.H.: Estradiol benzoate given 0 or 24 h after the end of a progestagen treatment in postpartum suckled beef cows *Theriogenology*, 62 (1-2): 265-273 Jul. (2004).
69. Ruckebush, Y., Phaneuf, L., dunlop, R.: Fisiología de grandes y pequeñas especies. *El Manual Moderno.* (1994).
70. Salverson, R.R., De Jarrette, J.M., Marshall, C.E., Wallace, R.A.: Synchronization of estrus in virgin beef heifers using melengestrol acetate and

- PGF (2 alpha): an efficacy comparison of cloprostenol and dinoprost tromethamine Theriogenology, 57 (2): 853-858 Jan 15. (2002).
71. SAS. 1988. SAS/STAT[®] User's Guide (Release 6.03). SAS Inst. Inc., Cary, NC.
72. Savio J.D., Keenan L., Boland M. P., Roche J. F.: Pattern of growth of dominant follicles during the oestrus cycle of heifers. J. reprod fert.(83):663.(1988).
73. Schmit. E.J.P., Drost, M., Diaz, T., Roomes, C. and Thatcher, W. W.: Effect of a GnRH agonist on follicle recruitment and pregnancy rate in cattle. J. Anim. Sci. 72(Suppl.1), 230.(Abstr.) (1994).
74. Segura, C. M. V., y Rodríguez, R. O. L.: Efecto de diversos manejos de lactación sobre la fertilidad de ganado cebú en el trópico subhúmedo con la utilización de monta natural e inseminación artificial. Tec. Pecu. Méx. 25:62-70. (1987).
75. Sirois, J., Fortune, J. E.: Ovarian follicular dynamics during the estrus cycle in heifers monitored by real-time ultrasonography. Biol. Reprod. 39:308317.(1988)
76. SPP. Síntesis Geográfica de Nayarit. Coordinación General de Servicio Nacional De Estadística, Geografía e Informática, (1981).
77. Stahringer, R.C.: El manejo del amamantamiento y su efecto sobre la eficiencia productiva y reproductiva en rodeos bovinos de cría. Resultados en el NEA. Taurus 18:21-33. (2003).
78. Staples, C.R., J.M. Burke and W.W. Thatcher. Influence of supplemental fat on reproductive tissues and performances in lactating cows. J. Dairy Sci., 81: 856-871. (1998).
79. Stevenson, J. S., Kobayashi, Y., Shipka, M. P. and Rauchholz, K. C.: Altering conception of dairy cattle by gonadotropin-releasing hormone preceding luteolysis induced by prostaglandin F_{2α}. J. Dairy Sci. 79:402-410. (1996).

80. Stevenson, J. S., Thompson, K. E., Forbes, W. L., Lamb, G. C., Grieger, D. M. and Corah, L. R.: Synchronizing estrus and (or)ovulation in beef cows after combinations of GnRH, norgestomet, and prostaglandin F2 α with or without timed insemination. J.Anim. Sci. 78:1747–1758. (2000).
81. Thatcher, W. W., De la Sota, R. L., Schimtt, E. J.-P., Diaz, T. C., Badinga, L., Simmen, F. A., Staples, C. R., and Drost, M.: Control and management of ovarian follicles in cattle to optimize fertility. *Reprod. Fertil. Dev.* 8, 203-17 (1996).
82. Utt, MD., Jousan, F.D; Beal: WE The effects of varying the interval from follicular wave emergence to progestin withdrawal on follicular dynamics and the synchrony of estrus in beef cattle. Journal of Animal Science, 81 (6): 1562-1567 Jun. (2003).
83. Varner, M. A., Jonson, B. H., Britt, J. H., McDaniel, B. T. and Mochrie, R. D.: Influence of herd relocation upon production and endocrine traits of dairy cows. J. Dairy Sci. 66:466-474. (1983).
84. Villegas, M. J. C., Correa, C. A., Avendaño, R. L., Saucedo, Q. J. S., Zapien, S. A., Pedroza, D., Y Gastélum, P. L. E.: Efecto del synchro-mate (SMB) y acetato de melengestrol (MGA) más prostanglandina F2a sobre la inducción y sincronización del estro en ganado de carne. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Cd. Victoria Tamaulipas. (1991).
85. Whittaker, P. R., Colazo, M.G., Martinez, M. F., Kastelic, J. P., Mapletoft, R. J.: New or used CIDR-B devices and estradiol benzoate, with or without progesterone for fixed-time al in beef cattle. Theriogenology; 57: 391. (2002).
86. Williams, G. L., Gazal, O. S., Guzman Vega, G. A., and Stanko, R. L.: Mechanisms regulating suckling-mediated an ovulation in the cow. Animal Reproduction Science 42 289 – 297. (1996).

87. Willis, A.L & Smith, D.L.: "Metabolism of Arachidonic Acid: an overview" In: The handbook of immunopharmacology. Lipid mediators. Chap 1 pp 1-32 Ed. (1994).
88. Whittaker, P. R., Colazo, M.G., Martinez, M. F., Kastelic, J. P., Mapletoft, R. J.: New or used CIDR-B devices and estradiol benzoate, with or without progesterone for fixed-time AI in beef cattle. Theriogenology; 57: 391. (2002).
89. Xu, Z., Garverick, H. A., Smith, G. W., Smith, M. F., Hamilton, S. A., Youngquist, R. S. Expression of fsh and lh receptor mRNA in bovine follicles during the first follicular wave Biol. Reprod; 53:951-957(1995).
90. Yelich, J. V., Geisert, R. D., Schmitt, R. A., Morgan, G. L. and McCann J. P.: Persistence of the dominant follicle during melengestrol acetate administration and its regression by exogenous estrogen treatment in beef cattle J Anim Sci 75: 745-754. (1997).
91. Zeitoun, M. M., Rodriguez, H. F., Randel, R. D.: Effect of season on ovarian follicular dynamics in Brahman cows. Theriogenology; 45: 1577-1581. (1996).