



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EFFECTO DE PROGESTÁGENOS Y LUTEOLÍTICOS
SOBRE LA ACTIVIDAD OVÁRICA EN VACAS Y VAQUILLAS

TESIS QUE PRESENTA

Vicente Soria García

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Asesores:

M. C. Víctor Manuel Sánchez Parra

M. C. Hugo Álvarez Hernández

Morelia, Michoacán. Julio del 2006.



UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EFFECTO DE PROGESTÁGENOS Y LUTEOLÍTICOS
SOBRE LA ACTIVIDAD OVÁRICA EN VACAS Y VAQUILLAS

TESIS QUE PRESENTA

Vicente Soria García

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Morelia, Michoacán. Julio del 2006.

AGRADECIMIENTOS

A Mis Padres

Resulta difícil encontrar palabras para agradecer a lo más valioso que tengo, a quien más debo, con quien estaré agradecido el resto de mi vida. Gracias pues, por inculcarme los valores más importantes de la vida; la libertad y la dignidad, por legarme la existencia y sobre todo por ser ustedes.

A Mi Familia

Por confiar y creer en mí. Sin el apoyo incondicional de todos ustedes esto no hubiese sido posible.

A Mis Amigos

A las arañas y más compañeros del COBACH por compartir momentos inolvidables. Compañeros de Facultad por los retos y experiencias compartidas. Un agradecimiento especial al Mister y Almanza por su apoyo y amistad incondicional.

A la Universidad y Facultad

Por permitirme ser un nicolaita orgulloso de pertenecer a esta universidad. A la Facultad por brindarme la posibilidad de ser un profesionista conciente de la realidad social y sobretodo por abrigarme en su conocimiento interminable.

A mis Asesores

Por su apoyo, ideas y comentarios hacia el presente trabajo y más. Sin ustedes esto hubiera sido más difícil.

A mis Sinodales

Por el tiempo y aportaciones brindadas para complementar esta investigación.

DEDICATORIA

A mis Hermanos

Un pequeño párrafo no es suficiente para agradecer todo lo recibido por parte de ustedes y no me refiero solo a lo material, esto es para ustedes y es de ustedes. Gracias por formar la familia más sincera y unida que se puede pedir.

A los Capíz

El andar de nuestros sueños avanza lento pero avanza, la oportunidad para transformarlos en realidades está en la conciencia humana y humilde de cada uno de ustedes, nunca duden en defender su espacio, nuestro espacio el espacio de todos. Alguien dijo con la unión de todas nuestras debilidades llegaremos a ser los más fuertes. La lucha sigue, sigue, sigue.....

RESUMEN

EFFECTO DE PROGESTÁGENOS Y LUTEOLÍTICOS SOBRE LA ACTIVIDAD OVÁRICA EN VACAS Y VAQUILLAS

P.M.V.Z. Vicente Soria García, M.C. Víctor Manuel Sánchez Parra, M.C. Hugo Álvarez Hernández

El trabajo se realizó en el sector de Bovinos Productores de Leche de La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, localizada en el municipio de Tarímbaro Michoacán. Con los siguientes objetivos: estimular la función ovárica en vacas y vaquillas con problemas reproductivos utilizando hormonas exógenas, manipular la actividad ovárica con el uso de progestágenos y luteolíticos, por ultimo caracterizar el efecto de dos tratamientos para la manipulación reproductiva con dos luteolíticos distintos; se utilizaron 10 hembras distribuidas en dos lotes considerando el estado reproductivo: 4 vaquillas (Tratamiento A) y 6 vacas adultas (Tratamiento B). El tratamiento A consistió en la aplicación de un Dispositivo de liberación Interna Controlada de Drogas (CIDR) a cada animal durante 7 días, en el día 6 se aplicó $\text{PGF}_{2\alpha}$ natural a cada uno de los animales y en el día 7 se retiró el dispositivo. Para el tratamiento B se administró un CIDR a cada animal durante 7 días, en el día 6 se aplicó un análogo de $\text{PGF}_{2\alpha}$ (cloprostenol) y en el día 7 se retiró el dispositivo. Resultados. En el tratamiento A tres vaquillas respondieron al tratamiento, en todos los casos el celo apareció 48 horas después de la aplicación de $\text{PGF}_{2\alpha}$ y 24 horas después de retirado el CIDR. Del tratamiento B las 6 vacas respondieron al tratamiento, las manifestaciones de celo aparecieron 72 horas después de la aplicación de $\text{PGF}_{2\alpha}$ y 42 horas después de retirado el CIDR.

PALABRAS CLAVE: Bovinos, Sincronización, Celo, Progestágenos, Luteolíticos.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Documento No.928/2006

Se dictamina APROBAR la impresión definitiva del documento

Morelia, Mich., a 30 de mayo de 2006

C. MVZ. Alberto Arres Rangel
Director de la FMVZ-UMSNH
Presente.

Por este conducto hacemos de su conocimiento que la tesis titulada: **EFFECTO DE PROGESTAGENOS Y LUTEOLITICOS SOBRE LA ACTIVIDAD OVÁRICA EN VACAS Y VAQUILLAS**, el cual forma parte del proyecto general: Bovinos productores de leche, fisiología de la reproducción y calidad de la leche, el cual ha sido aprobado y financiado por la Coordinación de la Investigación Científica con la partida 14.16, del P.MVZ Vicente Soria García, dirigida por los MC. Víctor Manuel Sánchez Parra y MC. Hugo Álvarez Hernández, fue **revisada y aprobada** por esta mesa sinodal, conforme a las normas de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

ATENTAMENTE

Dr. José Luis Solís Rivera
Presidente

Dr. J. Jesús Conejo Nava
Vocal

MC. Víctor Manuel Sánchez Parra
Vocal

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Situación Mundial de la Producción de leche.....	2
1.2 Situación Nacional de la Producción de Leche.....	3
1.3 Situación Estatal de la Producción de Leche.....	7
1.4 Importancia del Proceso Reproductivo en los Sistemas de Producción Lechera.....	8
1.5 Anatomía y Fisiología del Aparato Reproductor de la Vaca.....	10
1.5.1 Ovarios.....	10
1.5.2 Oviducto.....	12
1.5.3 Útero.....	13
1.5.4 Cuello Uterino.....	13
1.5.5 Vagina.....	13
1.5.6 Vulva.....	14
1.6 Endocrinología de la Reproducción.....	14
1.6.1 Hormonas Hipotalámicas.....	14
1.6.2 Hormonas Hipofisiarias.....	15
1.6.3 Hormonas Gonadotrópicas.....	16
1.6.4 Hormonas Gonadales.....	17
1.7 Fisiología de la Reproducción.....	22
1.7.1 Ciclo estral.....	22
1.7.2 Dinámica Folicular.....	24
1.8 Factores que Influyen en la Fertilidad.....	26
1.8.1 Clima.....	28
1.8.2 Detección de celos.....	29
1.8.3 Errores en la Detección de Celos.....	29
1.8.4 Destreza del Inseminador.....	29
1.8.5 Nutrición.....	30
1.8.6 Producción y Genética.....	30
1.9 Métodos de Sincronización de Estro.....	31
1.9.1 Sincronización de Estro.....	31

2.- OBJETIVO.....	34
3.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
3.1 Localización.....	35
3.2 Animales.....	35
3.3 Instalaciones.....	36
3.4 Diseño Experimental.....	36
3.5 Análisis Estadístico.....	36
4.- RESULTADOS Y DISUSIÓN.....	37
5.- CONCLUSIONES.....	40
6.- LITERATURA CITADA.....	41

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1 Causas que Influyen en la Fertilidad.....	28
---	----

ÍNDICE DE GRAFICAS

Figura N° 1 Diferencia en la aparición de celo apartir de la aplicación de PGF _{2α}	37
Figura N° 2 Animales que presentaron celo.....	38

1. INTRODUCCIÓN

Con los acuerdos comerciales y el acelerado crecimiento demográfico a nivel mundial se vuelve necesario optimizar la producción láctea, de manera que esta actividad sea rentable y se pueda satisfacer la demanda requerida de proteína animal por la sociedad.

La producción animal constituye una de las especialidades más dinámicas e interesantes de los últimos tiempos, habiendo evolucionado en poco tiempo desde los aspectos más rudimentarios e individualistas hasta darle un sentido práctico y sostenible que permite dirigir y programar las actividades de los sistemas de producción incluyendo a los relacionados con la producción de leche, todo ello con el propósito de obtener un rendimiento máximo a costo mínimo, lo que representa un factor económico de primera magnitud (Ávila, 2004).

El manejo reproductivo en la especie bovina se ha desarrollado considerablemente en los últimos años, involucrando el mejoramiento de la práctica de alimentación y alojamiento, para disminuir al máximo los periodos improductivos y mejorar la competitividad de los sistemas de producción, para tal fin se recurre al uso de hormonas como la progesterona y las prostaglandinas que permiten mejorar la eficiencia de la reproducción.

La modernización y consolidación de la industria lechera en el de siglo pasado ha creado nuevos desafíos. Un reto que indudablemente afectará la eficiencia futura de la industria lechera es el descenso en la fertilidad y eficiencia reproductiva en las vacas lecheras.

En México la principal causa de déficit en la producción lechera es causada por el deshecho de vacas con problemas reproductivos de los hatos lecheros. Para mejorar este aspecto se ha recurrido a la utilización continua de hormonas sintéticas para mejorar la reproducción dentro de los hatos lecheros, y de esta forma asegurar una

producción constante de leche anual y la oportunidad de tener vacas de reemplazo dentro del hato (Wolter, 2004).

1.1 SITUACIÓN MUNDIAL DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE

El comercio transnacional, que redistribuye los bienes producidos en cualquier parte del mundo hacia cualquier otro lugar del planeta, es una añeja realidad que comenzó desde el siglo XVI, realidad que se ha ido expandiendo e intensificando.

Al mismo tiempo que se investiga, diseña y aplican los avances tecnológicos, informáticos y económicos que conlleva la globalización, se reclama también que las sociedades y las poblaciones de todo el planeta se adapten, a sus consecuencias políticas, económicas, sociales y culturales (Wallerstei, 1999).

El sector lechero, progresivamente está integrado en la economía global; caracterizado por las exportaciones-importaciones privadas de productos (semen, embriones, material para inseminación artificial, medicamentos, productos y subproductos lácteos). Es importante recalcar que las importaciones son mayores que las exportaciones en los países con bajo desarrollo ganadero, y la intervención de los gobiernos es marcadamente disimulada, esto se demuestra con la firma de acuerdos comerciales internacionales, que dejan desprotegidos a los pequeños productores y enriquece a empresas tecnificadas (Gamarra, 2001).

Como se mencionó anteriormente, siendo la leche uno de los alimentos más completos para la población humana, es natural que forme parte de las estrategias de seguridad alimentaria respecto a su producción y comercio internacional entre las naciones del mundo, asumiendo los riesgos y consecuencias económicas y políticas que acarrear este tipo de pactos comerciales.

Existen países cuyos niveles de producción rebasan su demanda y otros que son deficitarios en sus volúmenes de producción, además con el proceso de la globalización

del mercado internacional, es necesario posicionar a los diferentes países en la producción y los flujos comerciales dentro del contexto mundial.

Al considerarse la leche como una prioridad nacional por la mayoría de los países, se establecen políticas de alto proteccionismo para el sector privado económicamente fuerte. Países desarrollados como Estados Unidos, Canadá y los de la Unión Europea, producen un gran volumen de leche, por lo cual sus excedentes terminan vendiéndolos en el mercado internacional con grandes subsidios, distorsionando fuertemente los precios del producto.

Según datos FAO durante los últimos años (1992-2001), la producción mundial de leche de bovino fue cercana a 5 mil millones de toneladas, destacando la participación de la Unión Europea con el 26%, seguida de los Estados Unidos (15%), Rusia (8%), India (6%) y Brasil (4%), países que conjuntamente participaron con el 60% de la producción total.

El consumo mundial de leche y sus derivados se está incrementando principalmente en los países en desarrollo, esto debido a las condiciones económicas con las que cuentan los habitantes de estas regiones y principalmente por el conocimiento de los beneficios nutricionales que aporta la leche.

Se estima que la población mundial consume anualmente cerca de 500 millones de toneladas en equivalente de leche en diversas presentaciones para alimento humano. El 85% corresponde a leche de vaca y el resto a otras especies (búfala 11%, cabra 2% y otras 2%). La leche de búfala solo tiene importancia en el comercio local de países del sur de Asia (India y Paquistán) (SIAP, 2001).

1.2 SITUACIÓN NACIONAL DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE

Antes de la llegada de los españoles a México, los indígenas prácticamente carecían de animales domésticos. Al principio de la conquista la multiplicación del ganado mayor fue

muy lenta, sólo se habían podido traer algunas reses del viejo continente, las cuales se utilizaban en carretas y en labores del campo.

Los animales originalmente introducidos eran cruza, y de hecho no existían razas puras de ganado lechero. Es probable que la fundación del ganado lechero en México pudiese haber llegado después proveniente de Andalucía, España.

Durante la época de independencia la ganadería permaneció sin modificación. La producción de leche y carne se obtenían de manera rudimentaria. En siglo XIX la producción de leche se generaba en las haciendas, si bien se contaba con forrajes (Alfalfa), la calidad del ganado no era buena. No obstante estas haciendas abastecían el mercado local con sus productos.

Los movimientos sociales en 1910, fueron los principales limitantes para la consolidación de la ganadería bovina en México, dado que se habían reducido los hatos. Debido a la necesidad de repoblar los mismos, entre 1910 y 1928 se importó ganado de la raza Holstein, Jersey, Ayrshire y Pardo Suizo; sin embargo el consumo de leche seguía siendo regional y local.

Como resultado de las reivindicaciones agrarias que se hacen manifiestas en los 30's, la introducción de técnicas en la crianza de ganado (selección genética, utilización de praderas inducidas, entre otros); la construcción de vías de comunicación y, la transformación industrial de 1940, proveen las condiciones idóneas para la consolidación de la ganadería bovina en México (Frías, 2002).

El aumento de la población con el consecuente incremento de la urbanización de las grandes ciudades, la reorganización geográfica del país, y la consolidación de los hábitos de consumo en relación a los productos lácteos, fueron factores que influyeron fuertemente en el aumento del consumo de leche.

En México, actualmente la producción de leche bovina es muy heterogénea desde el punto de vista tecnológico y socioeconómico. Se pueden clasificar cuatro sistemas de producción: el especializado, el semiespecializado, el de doble propósito y el familiar o de traspatio; éstos contribuyen con 50%, 21%, 29% y 9%, respectivamente, de la producción lechera (Wolter, 2004).

Con una población de más de cien millones de habitantes, se necesita anualmente importar millones de toneladas de leche cada año para satisfacer la demanda de este alimento, esto debido a que la actual producción de leche nacional es insuficiente para la creciente población mexicana.

En comparación con los países desarrollados, la aplicación de tecnologías para la producción de leche es de alrededor del 30%, mientras que en la Unión Europea y Estados Unidos es del 90 a 95%, lo que explica un mayor rendimiento por lactancia de los países más tecnificados (Wolter, 2004).

La actividad lechera en México representa la segunda en importancia dentro del subsector ganadero, con 22.8% del valor de la producción y es una de las principales fuentes de suministro de proteína animal dentro del país, aunque el consumo aparente per capita es de 324 ml, inferior a los 500 ml recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Del Valle, 1997).

En el país se desarrolla la obtención de leche en todo su territorio (aproximadamente dos millones de kilómetros cuadrados), pero está más concentrado en seis estados, que contribuyen con el 56% de la producción: Jalisco, Durango, Coahuila, Veracruz, Chihuahua y Guanajuato, los tres primeros destacan con una participación del 26% (Wolter, 2004).

El sistema lácteo mexicano es particularmente relevante para observar la problemática en la producción de alimentos, a la luz del agotamiento del modelo de desarrollo caracterizado por una industrialización por sustitución de importaciones, la crisis

económica y el proyecto gubernamental de desarrollo de la economía mexicana, ligado estrechamente al proceso globalización de la economía mundial.

La región de América del Norte, reconfigurada al integrarse una zona de libre comercio entre México, Estados Unidos y Canadá mediante un Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), que entró en vigor el primer día de 1994, agrupa a naciones que, si bien tienen una vecindad natural, son muy desiguales en cuanto a sus estructuras institucionales, políticas públicas, generación y transferencia de tecnología, utilización de factores productivos y niveles de productividad.

Cuando aparecieron las negociaciones del TLCAN, el tema de la agricultura y la ganadería fueron y siguen siendo el hilo más delgado, no sólo por los efectos de los acuerdos específicamente formalizados, sino también por las características de la política interna que aplica cada país hacia estos sectores.

La actividad lechera presenta diferentes problemáticas en cada país y en sus formas de inserción en el mercado internacional. Estados Unidos y Canadá presentan características semejantes a las de otros países desarrollados, son también países exportadores y pioneros en innovación tecnológica con altos índices de competitividad internacional. Cabe destacar que en el caso de Canadá, dicha actividad ganadera es una de sus actividades económicas.

México se sitúa como un destacado importador mundial de productos lácteos y de insumos para el desarrollo de la actividad lechera, también como usuario de las tecnologías fijadas a partir del modelo de sus vecinos del Norte. Por ejemplo, sólo en lo que concierne a la importación de leche en polvo para consumo directo, ocupa el primer lugar en el mundo, lo que en términos de disponibilidad interna del producto significa un 35% del Consumo Nacional Aparente.

En esta integración desigual, México se encuentra en constante riesgo de aumentar su dependencia en un producto básico y, vulnerar aún más la competitividad de una actividad clave para el desarrollo rural y agroindustrial (Del Valle, 1997).

De lo mencionado anteriormente se deriva que el sistema agroindustrial lechero mexicano en sus dos puntos primordiales, la producción primaria y la producción industrial, presenta más amenazas que oportunidades con la incorporación en el área de libre comercio con Estados Unidos y Canadá.

1.3 SITUACIÓN ESTATAL DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE

Miles, y esto sin ninguna exageración, son los pueblos del país que se han convertido en “pueblos fantasmas” o en lugares donde sólo habitan mujeres, niños y ancianos. La emigración a los Estados Unidos y a las grandes urbes, es la única alternativa para miles de mexicanos que año con año ven que sus tierras se pierden y sus animales desaparecen.

Para nadie es nuevo saber que muchos poblados en la actualidad subsisten con el dinero que mandan los mexicanos “ilegales” en los Estados Unidos, un problema social, que por desgracia forma parte ya, de la cultura de muchas regiones y en especial de Michoacán, estado con uno de los mayores índices de ilegales en el vecino país del norte (Semanario, 2001).

Michoacán poco ha podido evolucionar en lo referente en la ganadería, esto debido a varios factores tanto económicos, políticos y culturales que se encuentran presentes en el estado.

Según Méndez (2000) la ganadería en el estado a lo largo de su historia y en la actualidad siempre se ha desarrollado a pequeña escala, tan solo en el Valle Morelia-Queréndaro existen unos 700 sistemas de producción de este tipo.

Según datos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2001) entre los estados con mayor población de ganado bovino en México, Michoacán se encuentra en el cuarto lugar a nivel nacional con 1,724,603 cabezas de ganado, detrás de Chiapas y seguido por Oaxaca.

Debido a las condiciones climatológicas que presenta el estado, la región de tierra caliente es donde la ganadería presenta más auge, pero este tipo de ganado es productor de carne o bien de doble propósito, lo que incide en la poca producción de leche en el estado, misma que ha presentado un crecimiento disminuido.

Datos oficiales publicados sobre la producción de leche en Michoacán indican que se ubica en el lugar 11 a nivel nacional, con una producción anual de 300, 791 litros, representando el 5.1% de la producción en el país (INEGI, 2000).

Es importante mencionar que a nivel estatal se carece de planes de acción o proyectos bien definidos que puedan permitir hacer crecer la actividad agropecuaria, para que sean beneficiados tanto los productores como los consumidores. Si se realizará un análisis amplio de la situación ganadera en el sector rural, en concreto del ganado lechero, se podrían subsanar el problema de diseño de programas más completos y sobretodo eficientes con el objetivo de hacer más rentable esta actividad.

Solo existe un programa de fomento ganadero dentro de “Alianza Contigo”, en el cual los productores pueden adquirir vaquillas, sementales y lo que se necesite en infraestructura. Dicho programa es poco conocido por los ganaderos que pudieran ser beneficiados con este apoyo (Cambio de Michoacán, 2005).

1.4 IMPORTANCIA DEL PROCESO REPRODUCTIVO EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN LECHERA

Actualmente los procesos de producción de las diferentes especies domésticas incluyendo a los bovinos productores de leche, han sido transformados de una forma

acelerada, consecuentemente se ha ocasionado que la eficiencia reproductiva descienda debido a la gran demanda energética, y esto ha ocasionado perdidas económicas para el ganadero.

En cualquier sistema de producción pecuaria es importante, el obtener resultados del comportamiento productivo-reproductivo de la especie que se trate, y establecer medidas de comparación con modelos preestablecidos de eficiencia en cada uno de los principales parámetros que se deseen estudiar, en el caso de los bovinos productores del leche la reproducción es uno de los factores importante que limita la evolución productiva de una empresa láctea.

La baja producción de leche y el desecho de animales por infertilidad, son las principales causas de los altos costos de producción en ganado bovino lechero, cuyo promedio de vida es de cinco años, con dos partos y dos lactaciones.

En los hatos bien manejados, el 5% de las hembras no conciben cada año y por tal motivo son reemplazadas, a su vez, los problemas reproductivos son multifactoriales y por tanto son la causa mas frecuente de desecho.

La baja eficiencia en la detección de estros, es el factor limitante más importante en la eficiencia reproductiva de vacas lecheras. Para maximizar el rendimiento reproductivo de los hatos lecheros, las vaquillas con edad y peso corporal necesario y las vacas no preñadas necesitan ser inseminadas lo más pronto posible después del periodo de espera voluntario, de igual manera, aquellas que son diagnosticadas como no gestantes, deben servirse de nuevo lo más pronto posible.

Los protocolos de sincronización de celo en la actualidad, han demostrado ser una herramienta esencial para resolver algunos de los problemas reproductivos en vacas con alto valor genético que se vuelven improductivas por la incapacidad para procrear (Ávila, 2004).

1.5 ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA VACA

Es indispensable tener los conocimientos básicos sobre la anatomía y fisiología del aparato reproductor de la hembra, para poder entender ¿por qué una vaca presenta los signos de celo?; ¿cuándo se debe servir? y ¿cómo se desarrolla la preñez?. Por tanto es necesario conocer los órganos que componen el aparato reproductor de la vaca, y entender los mecanismos hormonales que controlan el mismo, en especial cómo interviene en la actividad ovárica.

Los órganos que componen el aparato reproductor de la vaca incluyen: dos ovarios, dos oviductos, dos cuernos uterinos, cuerpo del útero, el cérvix, la vagina y la vulva. La vejiga, como órgano anexo está ubicada debajo del aparato reproductor y se conecta a la apertura uretral en la base de la vagina.

Los órganos genitales internos mencionados ya anteriormente, están sostenidos por el ligamento ancho. Este ligamento consta del mesoovario, que sostiene al ovario; el mesosalpinx, que sostiene al oviducto; y el mesometrio, que sostiene al útero (Jiménez, 2003).

1.5.1 OVARIOS

Corresponden a los órganos del aparato femenino que funcionan como glándulas y son esenciales para la reproducción, tienen forma y tamaño diferentes en las hembras de todas las especies, e incluso entre hembras de la misma especie según la edad (Vatti, 1980).

A diferencia de las gónadas en los machos, los ovarios permanecen en la cavidad abdominal. Realizan funciones exocrinas (liberación de óvulos) como endocrinas (esteroidogénesis) (Hafez, 2000).

En la vaca miden normalmente de 3.5-4 cm, de longitud, 2.5 de ancho y tienen alrededor de 1.5 cm de grueso en su porción mayor; el peso es de unos 15-20 g (Sisson y Grossman, 1982). Tienen forma oval, son de consistencia firme, y por lo general, poseen folículos en distinto grado de crecimiento observándose sobre su superficie diferentes estructuras (folículos, cuerpos hemorrágicos, cuerpos lúteos, cuerpo albicans), en diferentes estados de regresión y desarrollo y cuerpos lúteos que les confieren una apariencia irregular (Galina, 1991).

Por tanto su forma y tamaño varían con el periodo del ciclo estral. El ovario está compuesto por corteza y médula. La corteza es la encargada de las funciones endocrinas y exocrinas.

Los folículos son estructuras llenas de fluido, que contienen óvulos en desarrollo; usualmente se pueden encontrar varios folículos en cada ovario, que varían en tamaño desde apenas visibles, hasta 30 mm de diámetro, dependiendo de su grado de maduración (Jiménez, 2003).

El folículo ovárico es una unidad fisiológica equilibrada cuyo funcionamiento y estructura depende de factores extracelulares como las gonadotropinas, y de un complejo sistema de relaciones intrafoliculares. El crecimiento, maduración, ovulación y la luteinización del folículo de Graff dependen de patrones apropiados de secreción, concentraciones suficientes y proporcionales adecuadas de las hormonas Folículo estimulante (FSH) y Luteinizante (LH) séricas (Hafez, 2000).

El folículo se encuentra rodeado de células del estroma modificadas llamadas *teca folliculi*, la cual esta constituida por dos capas, la teca interna y la teca externa (Galina, 1991).

En el crecimiento folicular intervienen la proliferación y la diferenciación inducidas por hormonas de células de la teca y de la granulosa, lo que finalmente causa un incremento en la capacidad de los folículos para producir estradiol así como de reaccionar a las

gonadotropinas. La producción de estradiol determinará cuál folículo adquirirá los receptores de LH necesarios para la ovulación y la luteinización.

El folículo más grande sobre el ovario es dominante y es el que probablemente ovulará cuando la vaca entre en celo y el resto de los folículos entran en regresión, siendo remplazados por una nueva generación de folículos en crecimiento.

El cuerpo lúteo (CL) crecerá sobre el sitio de la ovulación del celo anterior y a menos que haya ocurrido más de una ovulación, se debe encontrar un solo CL funcional en uno de los ovarios. Tiene una pared más externa, gruesa y más tosca que el folículo, lo cual facilita su identificación durante la palpación rectal. El aumento del peso de CL es rápido al principio. El contenido de progesterona (hormona indispensable para mantener la gestación) aumenta con rapidez entre los días 3 y 12 del ciclo y permanecen relativamente constantes hasta el día 16, y en caso de que no ocurra la fecundación comienza su regresión (Hafez, 2000).

1.5.2 OVIDUCTO

Establecen la comunicación entre el ovario y el útero, son finos conductos flexibles situados a lo largo del ligamento suspensorio del oviducto (mesosalpinx). El oviducto se divide en: Infundíbulo, ampulla e istmo. El infundíbulo en su porción libre conforma a la fimbria, a nivel del ampulla es donde se lleva a cabo la fertilización y, el istmo es la porción más cercana al cuerno uterino recibe el nombre de unión tubárica.

El oviducto proporciona un medio adecuado al óvulo y espermatozoide durante la fertilización, interviene en la capacitación del espermatozoide y aloja al óvulo fertilizado durante las primeras segmentaciones antes de que llegue al cuerno uterino (Jiménez, 2003).

1.5.3 ÚTERO

El útero asienta casi enteramente dentro de la cavidad abdominal en el animal adulto. Se encuentra formado por cuerpo, cuernos y cérvix. En la vaca el cuerpo tiene sólo unos 3 a 4 cm de largo, mientras que los cuernos tienen una longitud media de 35 a 40 cm en su parte externa (Sisson y Grossman, 1982).

El útero es el sitio donde se deposita el semen durante la inseminación artificial. A partir del cuerpo uterino, el tracto reproductivo, se divide y todos los órganos continúan en pares.

La función principal del útero es proveer el ambiente óptimo para el desarrollo fetal. Aunque tiene otras funciones tales como intervenir en el transporte y capacitación de los espermatozoides, y al momento del parto contribuye con sus contracciones musculares en la expulsión del producto (Hafez, 2000).

1.5.4 CUELLO UTERINO (CÉRVIX)

Se proyecta caudalmente hacia la vagina. Es un robusto esfínter de músculo liso firmemente cerrado excepto en el periodo de celo y durante el parto. Se caracteriza por una pared gruesa y una luz estrecha, su conducto presenta varias prominencias, éstas tienen la forma de bordes transversales o alternados en espiral que se conocen como anillos cervicales. Cuando la vaca presenta celo esta estructura secreta moco claro y transparente, que sale expelido por la vulva (Frandsen, 1985).

1.5.5 VAGINA

Es un órgano fibromuscular de pared gruesa que se extiende desde el cérvix hasta la vulva, su función principal se desempeña durante la cópula, pero también interviene durante el trabajo de parto, sirviendo como canal de paso, su longitud es de unos 25 a

30 cm observándose en la preñez un incremento considerable (Sisson y Grossman, 1982).

1.5.6 VULVA

La vulva tiene unos labios gruesos y ambas comisuras son agudas. Conforman la apertura externa del aparato reproductor femenino. Tiene tres funciones principales: dejar pasar la orina, abrirse para permitir la cópula y servir como parte del canal del parto. El clítoris está compuesto de tejido eréctil, cubierto de epitelio escamoso estratificado, con terminaciones nerviosas sensoriales (Galina, 1991).

1.6 ENDOCRINOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN

Una hormona es una sustancia fisiológica, orgánica y química, sintetizada y secretada por una glándula endocrina sin conducto, que entra al sistema circulatorio para ser transportada, actúa sobre un sistema celular sensible a ella (órgano blanco) imponiendo una actividad determinada (Hafez, 2000).

Para que una hormona pueda actuar debe existir un sistema que permita el reconocimiento mutuo y específico de un órgano blanco con la hormona transportadora de un mensaje. Esto es que cada hormona tenga un sitio específico de acción en la membrana celular o en el interior de las células (receptor). Con base en este criterio, la hormona podrá ejercer su acción a concentraciones bajas y por tanto su actividad será muy específica para un tejido blanco (Oropeza, 1999).

1.6.1 HORMONAS HIPOTÁLAMICAS

El hipotálamo ocupa solo una pequeña parte del cerebro. Está localizado en la región media del cerebro situado por encima del tercer ventrículo, que se extiende desde el quiasma óptico hasta los cuerpos mamilares. Existen conexiones neurales entre el hipotálamo y el lóbulo posterior de la hipófisis a través del tracto hipotalámico-

hipofisiario. El flujo sanguíneo le da a la hipófisis el mecanismo de retroalimentación negativa para regular las funciones del hipotálamo (Hafez, 2000).

Las hormonas secretadas por el hipotálamo se pueden clasificar como:

- a) Factores liberadores (RF) u hormonas liberadoras (RH).
- b) Factores inhibidores (IF) u hormonas inhibidoras.
- c) Oxitocina y vasopresina.

La Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH). Es un decapeptido con un peso molecular de 1183 Daltons, ésta es sintetizada y luego almacenada en el hipotálamo. La GnRH proporciona un enlace humoral entre los sistema neural y endocrino. En respuesta a las señales neurales la GnRH, se libera por pulsos hacia el sistema porta hipotálamo - hipofisiario para controlar la liberación de LH y FSH en la hipófisis anterior. La GnRH actúa principalmente a nivel adenohipofisiario, aunque puede tener funciones importantes a nivel cerebral, mediando procesos de receptividad sexual.

La regulación de GnRH depende en gran número de estímulos neurales, que incluyen información humoral, sensorial, somestésica y de comportamiento (Galina, 1991).

1.6.2 HORMONAS HIPOFISIARIAS

La hipófisis se localiza en la silla turca, una depresión ósea en la base del cerebro. Se subdivide en dos partes: adenohipófisis y neurohipófisis. Las hormonas producidas por la hipófisis son:

1. Gonadotropinas:
 - a) Hormona Folículo estimulante (FSH).
 - b) Hormona Luteinizante (LH).
 2. Tirotrópica u hormona estimulantes del tiroides (TSH)
 3. Prolactina (PRL).
 4. Corticotropina u hormona adrenocorticotropina (ACTH)
 5. Somatotropina u hormona del crecimiento (GH).
-
-

1.6.3 HORMONAS GONADOTROPICAS

Desde el punto de vista del estudio de los procesos reproductivos, las hormonas más importantes son la FSH, LH y la PRL. Estas hormonas son glicoproteínas, tanto LH como la FSH, así como el resto de las hormonas hipofisiarias, están constituidas por dos cadenas peptídicas (subunidades alfa y beta).

La FSH y la LH, tienen la función principal de estimular el funcionamiento de las gónadas, tanto masculinas como femeninas. Han sido clasificadas con base a sus efectos biológicos, la hormona Folículo estimulante promotora del desarrollo dependiente de gonadotropinas del folículo ovárico y Luteinizante inductora de la ovulación y del cuerpo lúteo.

Las gónadas son la fuente principal de Inhibinas, que contribuyen a la regulación endocrina del sistema reproductor, en específico las células de la granulosa son las que producen las Inhibinas, éstas actúan como señales químicas a la hipófisis respecto al número de folículos que crecen en el ovario. Las inhibinas pueden ser parte responsable de la liberación diferencial de LH y FSH desde la hipófisis.

El líquido folicular contiene una fracción que estimula en el lugar de inhibir la secreción de FSH. Las proteínas responsables de esta actividad se denominan como activinas presentes en el líquido folicular.

La FSH es secretada activamente a través de la membrana celular de las células basófilas de la adenohipófisis hacia el lecho vascular y de aquí a la circulación general que lo conduce hasta su órgano blanco, el ovario, donde estimula el desarrollo, crecimiento y maduración folicular. Es importante considerar en el estudio de la LH y FSH a las Inhibinas y Activinas.

En las hembras, después de un aumento en su concentración plasmática provoca la ovulación o ruptura del folículo ovárico dominante, gracias a los receptores que adquiere

para la LH, es activa en esta fase y provoca un cambio en la forma de las células que se llenan de una sustancia lipóide la que le imprime un color desde amarillo claro hasta anaranjado rojizo; de aquí que se le llame Cuerpo Amarillo aunque es más propio el nombre de CL (Hafez, 2000).

Tiene una vida media de 30 minutos. Los niveles tónicos o basales de la LH actúan conjuntamente con la FSH para inducir la secreción de estrógenos del folículo ovárico dominante. La oleada preovulatoria de LH es la causa de la ruptura de la pared folicular y de la ovulación (Jubiz, 1996).

Un aumento en la concentración de los estrógenos circulantes tiene un efecto de retroalimentación positiva en el hipotálamo, induciendo una oleada repetida de liberación de GnRH, la cual se acompaña por la oleada preovulatoria de LH y FSH durante seis a 12 horas y son responsables de la ovulación.

Durante el ciclo estral se libera LH y FSH de manera tónica o en oleadas. La secreción tónica no es estable, sino que se caracteriza por oscilaciones más o menos cada hora; se sabe que en el ganado vacuno, la estimulación del clítoris acelera el inicio de la secreción de LH y la ovulación.

Los niveles de estradiol disminuyen después de las oleadas de LH y FSH, y consecuentemente reducen con esto las manifestaciones físicas de estro (Hafez, 2000).

1.6.4 HORMONAS GONADALES

El ovario produce: estrógenos, progesterona, relaxina; la primera es secretada por la teca interna y las células de la granulosa y las dos últimas por las células lúteas del cuerpo lúteo, la placenta y las glándulas suprarrenales (Cunningham, 1992).

Estrógenos

Hormonas esteroides de 18 carbones, los principales son el estradiol (para la vaca, perra y humano), en la yegua principalmente la estrona y el estriol. Durante la maduración folicular existe la síntesis de estrógenos, principalmente 17- β -estradiol, que es transformado de los andrógenos (testosterona y androstenediona).

En los folículos antrales grandes, a diferencia de lo que ocurre en los pequeños el líquido contiene concentraciones grandes de 17- β -estradiol en la fase folicular, y progesterona conforme se aproxima la ovulación. Las hormonas esteroides circulan en la sangre ligados a proteínas de unión (transportadoras). De todos ellos, los estrógenos tienen el rango más amplio de funciones fisiológicas.

Entre estas funciones se pueden mencionar: actúan sobre el sistema nervioso central para inducir el comportamiento estral de la hembra además de proveer de las características secundarias a las mismas, actúan en el útero para aumentar la amplitud y la frecuencia de las contracciones potenciando los efectos de la oxitocina, estimulan el crecimiento de los conductos galactóforos y por tanto contribuye al desarrollo de la glándula mamaria, además ejerce el control de retroalimentación positiva y negativa en la liberación de LH y FSH a través del hipotálamo.

(Jubiz, 1996).

En la hembra los tejidos blancos de los estrógenos son los órganos sexuales primarios y secundarios: glándula mamaria, endometrio, miometrio, tejidos corporales en general, cerebro y glándulas endocrinas.

Los estrógenos como se mencionó anteriormente son indispensables para las manifestaciones psíquicas del estro, además de provocar el crecimiento glandular del endometrio, y cambios histológicos en el epitelio vaginal debido a un aumento en riego sanguíneo (efecto estrogénico), son de utilidad para facilitar el transporte de gametos para la fecundación, así como el óvulo una vez fecundado para la implantación embrionaria (Hafez, 2000).

Progesterona

La progesterona (P_4) es una hormona producida de forma natural por el ovario, sus niveles aumentan después de la ovulación y llega a su punto máximo junto con el desarrollo del cuerpo lúteo y decrece con la degeneración de éste; permitiendo el inicio de otro ciclo.

Es un esteroide de 21 carbonos, que se caracteriza por ser liposoluble, termo estable y además no se inactiva por vía digestiva, es secretada por el cuerpo lúteo, la placenta y las glándulas adrenales; es el progestágeno natural por excelencia. La secreción de progesterona es estimulada principalmente por la LH.

Las principales funciones de la P_4 son: preparar el endometrio para la implantación y mantenimiento de la preñez aumentando la actividad de las glándulas secretoras del endometrio e inhibiendo la motilidad del miometrio, actúa sinérgicamente con los estrógenos para inducir el comportamiento estral, desarrolla el tejido secretor (alvéolos) de las glándulas mamarias, en concentraciones altas inhibe el estro y la oleada preovulatoria de LH mediante un mecanismo de retroalimentación negativa sobre la liberación de la hormona liberadora de gonadotropinas, también es importante en la regulación del ciclo estral.

Para ejercer su efecto, los progestágenos requieren de una sensibilidad previa con los estrógenos, con lo cual logran un efecto sinérgico en su acción. P_4 ejerce un efecto directo sobre el útero, pues lo aquieta y promueve la secreción de la leche uterina por las glándulas endometriales, lo que se logra haciéndolas más ramificadas y tortuosas para incrementar su capacidad fisiológica (Fuentes, 2002).

Uno de sus efectos más importantes es que retarda la ovulación, a través de la inhibición de la secreción de gonadotropinas FSH y LH, esto último se ha aprovechado por la Biotecnología para sincronizar estros.

Actualmente se dispone de progestágenos sintéticos para sincronizar el ciclo estral, los cuales actúan de manera similar a los naturales esto es: inhibiendo la secreción de gonadotropinas por la hipófisis. Las vías de administración pueden ser en el alimento (aprovechando su resistencia a descomponerse dentro del aparato digestivo) o directamente en la vagina como un dispositivo intravaginal en ambos casos por un periodo equivalente a un ciclo estral. Al suspender el tratamiento los animales mostraran estro y ovularán 48 a 78 horas más tarde (Hafez, 200).

Relaxina

Hormona polipeptídica que consiste en subunidades alfa y beta que están conectadas por dos enlaces disulfuro. Tiene un peso molecular de 5 700 Daltons; y es secretada por el cuerpo lúteo durante la gestación.

La principal acción biológica de la relaxina es observada durante la última parte de la gestación donde promueve la dilatación del cuello uterino y la vagina, también la relajación de los ligamentos pélvicos; y estimulación del crecimiento de las mamas en conjunto con progesterona y estrógenos.

La relaxina como se mencionó anteriormente es de particular interés en el momento del parto, ya que el cervix permanece cerrado durante toda la gestación, éste debe abrirse antes del parto para permitir la salida del crío lo más rápido posible (Hafez, 2000).

Prostaglandinas

Son derivados de ácidos grasos generados dentro del organismo, donde se le observan profundos efectos fisiológicos. Estructuralmente se consideran derivados del ácido prostanoico, sin ser éste su precursor, y presentan un anillo ciclo pentano perhidrofenentrenno y dos cadenas laterales, se clasifican en nueve series que se designan con letras mayúsculas (PG como abreviatura de prostaglandina) de la A a la I: PGA, PGB, PGC, PGE, PGF, PGG, PGH y PGI. (Oropeza, 1999). En veterinaria las

prostaglandinas más importantes son la PGE_2 y la $\text{PGF}_{2\alpha}$, su uso e importancia se centran en el aparato reproductor.

A pesar que se descubrieron hace más de 60 años, su aplicación a la medicina veterinaria se inicio a mediados de los 70. Se forman en casi todos los tejidos de los vertebrados. Son consideradas autacoides u hormonas de acción local, ya que se producen y actúan en el mismo tejido por lo tanto no son producidas y almacenadas en glándulas para ser secretadas posteriormente a la circulación general y actuar a distancia.

Las prostaglandinas sintéticas de uso veterinario son: Cloprostenol, dinoprost, fenprontaleno, luprostiol y tiaprost. Causan regresión morfológica y funcional del Cuerpo Lúteo asociado con el ciclo estral o con la preñez.

La regresión del cuerpo lúteo (CL) es importante en los animales domésticos no preñados ya que permite que éstos vuelvan a entrar en un estado potencialmente fértil tan pronto como sea posible. La $\text{PGF}_{2\alpha}$ es sintetizada y liberada por el útero y es la responsable de la regresión del cuerpo lúteo al final del ciclo estral y antes del parto (Cunningham, 1992).

Un aumento en estrógenos, que promueve el crecimiento del miometrio en el útero, estimula la síntesis y la liberación de $\text{PGF}_{2\alpha}$. En animales preñados, el embrión en desarrollo manda una señal al útero (reconocimiento materno de la preñez), previniendo los efectos lúteo líticos de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ (Hafez, 2000).

La forma para la transferencia de la $\text{PGF}_{2\alpha}$, desde el útero hacia el ovario, es un evento que se realiza por un mecanismo local de contracorriente. La transferencia por contracorriente involucra el movimiento de moléculas a través del sistema sanguíneo, desde concentraciones mayores en el efluente venoso (vena útero-ovárica), hacia una área de menor concentración (arteria ovárica).

La capacidad de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ para inducir lúteo lisis, ha sido aprovechada para manipular el ciclo estral. La administración $\text{PGF}_{2\alpha}$ entre los días 6 y 16 del ciclo estral produce la regresión del CL, presentándose el estro de las siguientes 28 a 120 horas. El estro inducido de esta forma, tiene las mismas características endocrinas que el estro natural, así como la fertilidad obtenida cuando se insemina en el estro observado, es similar a la que se obtiene en el estro natural.

Actualmente la $\text{PGF}_{2\alpha}$ se utiliza para la sincronización del estro en grupos de vacas para que puedan ser inseminadas en un periodo corto, o también es frecuente utilizarla de forma individual (Cunningham, 1992).

1.7 FISIOLÓGÍA DE LA REPRODUCCIÓN

1.7.1 CICLO ESTRAL

Se conocen dos términos de ciclos reproductivos: estral y menstrual. El termino ciclo estral se desarrollo con el fin de resaltar ciertas características externas para la identificación exacta de una fase en particular en el ciclo reproductivo y, sobre todo, relacionarlo con el momento de la ovulación (Cunningham, 1992).

El estro, en la vaca como en la mayor parte de las especies domesticas las funciones reproductivas son de carácter cíclico; y se le da el nombre de ciclo estral por la preparación periódica del animal para la monta.

Desde el punto de vista endocrinológico el ciclo estral se puede dividir en dos etapas: fase folicular o estro génica y fase luteinica o progestacional; o bien, desde el punto de vista anatomofisiológico por las que atraviesa el aparato reproductor: proestro y estro (que corresponden a la fase estrogénica) y meta estro y diestro (incluidas dentro de la fase progestacional). En la vaca la duración del ciclo estral dura en promedio 21 días, éste empieza cuando una vaca esta en celo (día 0) (Oropeza, 1999).

PROESTRO

Este periodo (duración de 1- 3 días) es de preparación para la monta, en éste todo el sistema esta en desarrollo y excitación, principalmente por el incremento en la concentración de estrógenos plasmáticos. La mucosa endometrial se empieza a engrosar iniciando la secreción de moco por las glándulas uterinas.

En esta etapa la hipófisis secreta grandes cantidades de FSH, que induce el crecimiento de folículos en el ovario, a medida que los folículos se desarrollan secretan cantidades crecientes de estrógenos, que serán transportados por la sangre a todas las partes del cuerpo, causando algunos cambios en vulva y vestíbulo mostrándolos ligeramente congestionados, en cuanto al comportamiento la vaca se acerca y huele a otras compañeras, además manifiesta inquietud (Jiménez, 2003).

ESTRO

En la vaca tiene una duración 10-12 horas, el periodo de estro, calor o celo se define como la etapa en que la hembra es receptiva para la monta a causa del efecto psíquico de los estrógenos. El animal es excitado y acepta al macho, el cérvix esta abierto, el miometrio presenta una marcada turgencia y existe en general bastante vascularización del tracto genital, durante el estro la hembra esta en condición y aceptará los avances del macho para el apareamiento (McDonald,1991).

En este momento el folículo contendrá un óvulo maduro y listo para ser ovulado y también estará produciendo estrógenos. Por lo tanto durante esta etapa el folículo alcanza su mayor tamaño y su máxima secreción de estrógenos que en este período provocan que el útero sea más sensible a estímulos y participa en el transporte de espermatozoides después de la monta o Inseminación Artificial, también provocan que el cérvix secrete un moco viscoso que fluye y lubrica la vagina, siendo además el responsable de los signos externos del celo (Jiménez, 2003).

METAESTRO

Tiene una duración 1-4 días, en esta etapa tanto los progestágenos como los estrógenos son bajos y el animal esta preparándose para una posible preñez. En este periodo la hipófisis secreta LH que, además de inducir la ovulación, estimula la formación del cuerpo lúteo (CL).

A medida que el CL crece también secreta progesterona, lo que bloquea la liberación de FSH y LH, inhibiendo el desarrollo y la ovulación de más folículos. El útero se torna flácido y sin tono lo que facilita la implantación del embrión. (Hafez, 2000).

DIESTRO

Los progestágenos son elevados y existe calma entre un ciclo y el siguiente. En los casos en que no hay fecundación, o no hay implantación embrionaria por múltiples causas, al final del diestro el útero libera $\text{PGF}_{2\alpha}$, a la circulación sanguínea la que provoca regresión o lisis del CL.

Las concentraciones sanguíneas de progesterona caen, siendo éste un estímulo a la hipófisis anterior para iniciar nuevamente la liberación de FSH y con ello nuevamente el ciclo estral. En promedio tiene una duración de 14-18 días (Oropeza, 1999).

1.7.2 DINÁMICA FOLICULAR

El avance en el conocimiento de la fisiología reproductiva de los bovinos, especialmente en lo referente en las características de desarrollo folicular ha contribuido a entender de manera más completa el funcionamiento del ciclo estral.

En casi todas las especies de mamíferos no hay división mitótica de la célula germinal femenina después del nacimiento, por lo tanto, el número de ovocitos presentes en el nacimiento representa el total disponible durante la vida del animal.

En el feto femenino bovino, la ovogonia se desarrolla de las células primordiales germinales que han migrado hasta el ovario durante la embriogénesis temprana y prolifera alrededor del día 50 hasta el día 130 de la gestación.

Un proceso de la degeneración de la ovogonia comienza alrededor del día 95 de la vida fetal y la mayoría de los ovocitos producidos durante este período (40% o más) son eliminados del ovario antes del parto (Fernández, 2003).

La folículo-génesis es el proceso de la formación de folículos maduros capaces de ser ovulados del grupo de folículos primordiales que yacen estáticos en el ovario. (Paul, 2003).

Cuando un folículo primordial entra en el grupo de crecimiento, éste será conducido a uno de dos caminos: la degeneración por atresia o la ovulación alcanzada por muy pocos. El intervalo requerido para la activación de un folículo primordial hasta su ovulación ha sido estimado en 180 días (Fernández, 2003).

Las gonadotropinas FSH y LH, son las responsables de la emergencia de las ondas foliculares y la selección de un folículo dominante. Se sabe que elevaciones de la concentración plasmática de FSH son responsables de la emergencia de una onda folicular, que posteriormente es suprimida por productos de los folículos en crecimiento. 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.

Los folículos de bovinos se desarrollan en ondas y que en cada ciclo estral se producen 2 ó 3 ondas foliculares, éstas consisten en que un grupo de folículos antrales inician un crecimiento hasta los 4 mm, y a partir de allí se produce una selección de un folículo dominante, que continua con su crecimiento, mientras que los demás folículos como se mencionó anteriormente se convierten en subordinados e inician un proceso de atresia.

La emergencia de la primera onda folicular, sea en ciclos de dos ó tres ondas, ocurre inmediatamente después de la ovulación, mientras que la segunda onda ocurre entre los días 9 ó 10 en ciclos de dos ondas y en los días ocho ó nueve en los ciclos de tres ondas, con una tercera onda emergiendo en los días 15 y 16 (Huanca, 2002).

Durante el ciclo estral hay cambios característicos en la morfología de la actividad ovárica. Cerca del momento del estro el folículo a ovularse alcanza un gran tamaño y produce cantidades importantes de estradiol, hasta inducir el pico preovulatorio de LH (Olivera, 2003).

La secreción de progesterona por el CL suprime la acción de la LH y como consecuencia, hace que el folículo dominante cese en sus funciones metabólicas y que sufra regresión; sin embargo, cuando ocurre lúteo lisis, permite un incremento de la frecuencia de pulsos de LH y unido a altas concentraciones de estradiol facilita la ovulación (Fernández, 2003).

1.8 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FERTILIDAD

Dentro de los sistemas de producción que se encuentran en el estado la eficiencia en la producción de leche es indispensable para asegurar la rentabilidad de los mismos. (Aceves, 2004)

La modernización y consolidación de la industria lechera en el siglo pasado ha creado muchos desafíos. Un reto que indudablemente está afectando la industria lechera es el descenso en fertilidad y eficiencia reproductiva en las vacas (Gómez, 2004). Para maximizar el rendimiento productivo de hatos lecheros las vacas no preñadas necesitan ser inseminadas lo más pronto posible después del periodo de espera voluntario (60 días post parto), de igual manera, aquellas que son diagnosticadas como no gestantes, deben de ser re-inseminadas lo más pronto posible.

Las vacas lecheras continúan aumentando su producción, algunos hatos mantienen su fertilidad. Sin embargo la mayoría tiende a disminuir a porcentajes de concepción de 35% o menos.

La baja producción láctea y el desecho de animales por infertilidad, son las principales causas de los altos costos en los sistemas de producción en el ganado bovino lechero cuyo promedio de vida es de cinco años, con dos partos y dos lactaciones. En los hatos bien manejados, el 5% de las hembras no conciben cada año y por tal motivo son reemplazadas; a su vez, los problemas reproductivos son multifactoriales y constituyen la causa mas frecuente de desecho (Gallegos, 2004).

El manejo reproductivo no es fácil, se tiene que poner atención en un excelente manejo y sobre todo ser capaces de identificar que factores están afectando la reproducción. Es importante marcar que factores tienen más influencia y que cambios positivos como alternativa de solución pueden ser realizados a favor de la reproducción.

Ávila (2004), hace una división sobre los principales factores que intervienen en la reproducción, éstos pueden ser divididos en tres grupos:

- I. Controlados por el hombre.
- II. Controlados por el sistema reproductivo de la vaca.
- III. Natural de cada hato o vaca.

Los factores controlados por el hombre tienen un impacto significativo en la fertilidad, con un buen manejo que incluya detección correcta de celos, calidad del semen, manejo y aplicación correcta del mismo. Otros como instalaciones, piso de cemento o tierra, y corrección de problemas de patas, pueden mejorar significativamente la reproducción Ávila (2004).

Los factores inherentes al aparato reproductivo de la vaca a veces son difíciles de controlar porque influyen directamente en el proceso reproductivo como son: distocia, placenta retenida, metritis, ovarios quísticos, muerte embrionaria y partos gemelares.

En el siguiente cuadro se marcan los factores que son comunes en establos lechero y que causan pérdidas económicas.

Cuadro N°1. CAUSAS QUE INFLUYEN EN LA FERTILIDAD

FACTORES DE FERTILIDAD	% ESPERADO
Eficiencia en la detección de celos	40-60%
Errores en la detección de celos	5- 30%
Destreza de los inseminadores	40-63% Fertilidad al primer servicio
Fertilidad de los toros utilizados en la I.A	40-60% Inseminación Artificial
Manejo y conservación del semen	Normal, si las condiciones son adecuadas
Medio ambiente, estrés calórico, pisos	50% de la reducción en la fertilidad
Vacunaciones	Adecuado, si es completa y consistente
Nutrición y producción	Adecuado, si las recomendaciones para las vacas lactantes y secas son correctas

Fuente: (Avila, 2004).

1.8.1 CLIMA

En climas cálidos, la fertilidad es disminuida durante el verano. La mayor causa de este problema es la reducción de la sobre vivencia embrionaria inducida por el estrés térmico, debido al efecto negativo del incremento de la temperatura corporal sobre el desarrollo del embrión.

La exposición del ganado a altas temperaturas ambientales durante la maduración del óvulo y ovulación o durante los primeros 3 a 7 días de la preñez disminuye la viabilidad y desarrollo del embrión.

El estrés calórico también reduce la longitud e intensidad del estro. Estos cambios en la actividad causada por el estrés calórico disminuye la probabilidad de la detección del estro por parte del personal responsable de ello (Correa, 2004).

1.8.2 DETECCIÓN DE CELOS

La baja eficiencia en la detección de estros, es el factor limitante más importante en la eficiencia reproductiva de vacas lecheras. La eficiencia en la detección de celos se define como el porcentaje de vacas en estro que son identificadas. En México la eficiencia es baja ya que en promedio se detecta el 44% de los celos (Leyva, 2004).

Este problema se debe principalmente a errores humanos como son:

- 1) Poco tiempo dedicado a esta actividad.
- 2) Personal no experimentado.
- 3) Malas instalaciones.

1.8.3 ERRORES EN LA DETECCIÓN DE CELOS

Son definidos por la proporción de vacas que son inseminadas y que no están en celo. Estos errores son comunes y han sido detectados entre un 5 a 30%. La presión sobre las personas encargadas de detectar celos, o estímulos económicos por celo detectado pueden causar estos errores que incrementan los días abiertos y costos por pérdida de semen (Ávila, 2004).

1.8.4 DESTREZA DEL INSEMINADOR

La habilidad del técnico inseminador tiene un alto grado de relación con la fertilidad, la colocación del semen en el lugar correcto (cuerpo uterino) ha demostrado ser importante para tener alta fertilidad.

Existe una gran variación entre la destreza de los inseminadores. Existe una diferencia entre un 5-20% en la primera inseminación entre diferentes técnicos, el semen debe ser colocado en el cuerpo del útero y no en el cervix, mucho semen se pierde en forma retrógrada cuando es colocado en el cervix, una revisión y reentrenamiento de las técnicas puede mejorar la preñez (Leyva, 2004).

1.8.5 NUTRICIÓN

Buena nutrición debe proveer de suficiente energía, proteínas, minerales y vitaminas. Resultando en una mejor producción de leche, pero también en mejores porcentajes de fertilidad. Es muy difícil ajustar el consumo diario de materia seca de la vaca, especialmente en las vacas muy altas productoras y sobre todo en las primeras semanas después del parto, y como consecuencia tenemos un déficit de energía en este tiempo que afecta al primer ó segundo servicio de inseminación artificial, por baja de condición corporal (Ávila, 2004).

1.8.6 PRODUCCIÓN Y GENÉTICA

La producción de leche en sistemas intensivos ha ido aumentando en los últimos 20 años debido al mejoramiento genético, a una excelente nutrición, así como un gran manejo de la salud animal e instalaciones.

La genética es factor imprescindible para tener una productividad aceptable, ya que la manifestación del fenotipo de un animal, dependen de la calidad genética que éste contenga, pero además para que dichos genes se manifiesten se les debe proporcionar el medio ambiente adecuado.

A mayor producción los parámetros reproductivos se alteran, los días abiertos se han incrementado de 120 días a 156 días abiertos, la dosis por concepción también se ha incrementado de 1.5 a 3 servicios por concepción, el intervalo entre partos de 12.5

meses a 14.5 meses, la tasa de concepción a disminuido de 60-35% de concepción o menos en algunos hatos (Correa, 2004).

1.9 MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO

1.9.1 SINCRONIZACIÓN DE ESTRO

Para hablar de sincronización de estro, es necesario tener buenas bases nutricionales, de manejo, salud y conocimiento de los aspectos fisiológicos que ocurren en los bovinos con respecto al quehacer reproductivo.

El ciclo estral del ganado frecuentemente es modificado por hormonas, lo que produce una variación en la sincronización, que puede incrementar la posibilidad de que los animales sean inseminados artificialmente durante un periodo determinado lo que ayuda a mejorar la eficiencia reproductiva.

Los tratamientos hormonales deben relacionarse con el problema reproductivo que se halla identificado por medio de la historia clínica del animal (registros) y para ser más precisos el diagnóstico por ultrasonografía ha resultado ser una herramienta segura.

El uso estratégico de hormonas puede ser usado para incrementar el número de animales en el grupo sexualmente activo. Esto va estimular la interacción animal incrementando la probabilidad de que una monta sea observada (Frazer, 2002).

Conociendo los elementos para inducir el estro en un animal, se puede trabajar de tal manera, que se logre sincronizar el estro de varios animales para que se presente en todos los seleccionados en una forma predeterminada.

Los tratamientos sincronizadores en bovinos se basan en la lisis del cuerpo lúteo mediante la administración de $\text{PGF}_{2\alpha}$, o en la simulación de la presencia de un cuerpo lúteo funcional utilizando progestágenos.

Por tanto existen dos métodos básicos para sincronizar los ciclos estrales, los cuales dependen de la inhibición de secreción de LH o de acortar el tiempo de vida del CL y del inicio subsecuente del estro y la ovulación (Hafez, 2000).

1. Simular la presencia de un Cuerpo Lúteo Funcional. Este método de inducción y sincronización de celos se desarrolló a principios de los años setenta. Se basa en la aplicación de dispositivos liberadores de progestágenos o progesterona los cuales se mantienen en un periodo de 7-10 días y al retirarlo los animales presentan celo entre las 36 y 48 horas siguientes (Fernández, 2003).

Mediante la aplicación de progestágenos se logran mantener niveles sanguíneos circulantes del producto con una concentración suficiente para bloquear la secreción de gonadotropinas hipofisiarias, en forma similar como lo haría la progesterona endógena producida por el CL, inhibiendo el desarrollo folicular y la ovulación en tanto no se retire la fuente de la hormona. Cuando se retira el progestágeno se observa crecimiento folicular estro y ovulación (Hafez, 2000).

En el mercado se expenden varios métodos para administrar progestágenos. Estos incluyen progestágenos activos por vía oral, esponjas, implantes subcutáneos en la oreja y dispositivos intravaginales.

El CIDR es un dispositivo intravaginal que contiene progesterona natural. La progesterona se libera por difusión desde una cápsula de silicón sobre una espina de nylon, la cual está adaptada para retener el dispositivo dentro de la vagina. El Dispositivo contiene de 1.9 gramos a 1.38 gramos de la hormona natural progesterona, impregnada en una matriz elástica de silicón que es encapsulada sobre una espina de nylon.

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

2. Eliminar la actividad del Cuerpo Lúteo. El cuerpo lúteo maduro en el ovario es la fuente principal de progesterona endógena. Uno de los tratamientos más comunes de sincronización de celo es mediante el uso de $\text{PGF}_{2\alpha}$ o sus análogos sintéticos, que provocan la lisis del CL, en consecuencia se abate la producción de progesterona y da comienzo un nuevo ciclo estral (Huanca, 2002).

Son varios los análogos de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ disponibles comercialmente y que presentan diferencias estructurales que se reflejan en sus propiedades farmacológicas y farmacocinéticas, pudiendo tener influencia tanto en los resultados perseguidos con su aplicación, como en la aparición de efectos secundarios.

Mediante síntesis o transformaciones químicas se pueden obtener análogos que presentan diferencias estructurales respecto a la molécula original, las cuales tienen como consecuencia cambios en su actividad y potenciación o reducción de sus acciones farmacológicas y modificación de la vida media (Oropeza, 1999).

Con una sola inyección de $\text{PGF}_{2\alpha}$ natural o su análogo (Cloprostenol) hay regresión del CL, por lo general en cuestión de 24 a 72 h, y el estro y la ovulación se presenta dentro de los dos a tres días. El CL es sensible a los agentes luteolíticos durante solo algunas etapas de su desarrollo. Estos agentes no causan regresión del CL en los primeros cuatro a seis días (Hafez, 2000).

2. OBJETIVOS

Objetivo General:

Estimular la actividad ovárica en vacas y vaquillas del sector de bovinos productores de leche de la FMVZ-UMSNH, con problemas reproductivos utilizando hormonas exógenas.

Objetivos particulares:

Conducir la actividad ovárica de vacas y vaquillas con el uso de progestágenos y luteolíticos, externos y mejorar los indicadores reproductivos del hato.

Caracterizar el efecto de los dos luteolíticos sobre la manipulación reproductiva en vacas adultas y vaquillas con disfunción ovárica.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

La Posta Zootécnica se localiza en el municipio de Tarímbaro, Michoacán, en el kilómetro 9.5 de la carretera Morelia-Zinapécuaro. Ubicada al norte de la ciudad de Morelia, se extiende sobre una superficie de 100 hectáreas, se encuentra a una altura de 1860 msnm, el clima es generalmente templado; siendo la temperatura media anual entre 18-29° C, en la región existe una precipitación media anual de 760 mm³ (Reséndiz, 1988). El trabajo se realizó en el Sector de Bovinos Productores de Leche de La Posta Zootécnica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

3.2 ANIMALES

Se utilizaron 10 hembras bovinas en anestro, distribuidas en dos grupos:

Primer grupo (tratamiento A): cuatro hembras, dos de raza Suizo Americano, una de raza Holstein Friesian y una criolla, edad entre 19-21 meses de edad, con peso promedio de 370 kg y una condición corporal promedio de 3.5, en escala de 1-5 (Manazza, 2006).

Segundo grupo (tratamiento B): seis hembras de raza Holstein Friesian, entre 1-3 partos y con más de 300 días abiertos, un peso de 553 kg; 62 meses de edad y una condición corporal de 3.5 en promedio misma escala del grupo A.

Se hizo evaluación del estado reproductivo de los animales por palpación recto-vaginal y ultra sonido, en base a los registros reproductivos de los dos grupos en donde ninguna se encontró gestante. El rango establecido en el hato en estudio para considerar el indicador de días abiertos es de más de 90 días posparto.

3.3 INSTALACIONES

El Sector de Bovinos está dividido en espacios y de acuerdo a la producción lechera de los animales se ubican en: altas, medias, bajas productoras, reemplazos y gestantes.

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el trabajo se utilizaron Dispositivo de liberación Interna Controlada de Droga (CIDR) y PGF2 α en ambos grupos.

El protocolo de tratamiento para el grupo “A” fue el siguiente: implante del CIDR durante 7 días, al día 6 de administrado el implante, se aplicó PGF2 α natural y en el día 7 se retiró el dispositivo a cada uno de los animales.

Para el grupo “B” el tratamiento fue: implante de un CIDR durante 7 días, en el día 6 se aplicó un análogo de la PGF2 α (Cloprostenol) a cada uno de los animales, en el día 7 se les retiró el dispositivo.

La detección de celo en ambos grupos, se hizo mediante observación visual en el transcurso de las siguientes 12, 24, 36 y 48 horas después de retirado el CIDR. A los animales que manifestaron celo se les inseminó artificialmente.

3.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos se analizaron mediante estadística descriptiva, tanto para los signos de celo y el tiempo de manifestación del mismo, en ambos grupos.

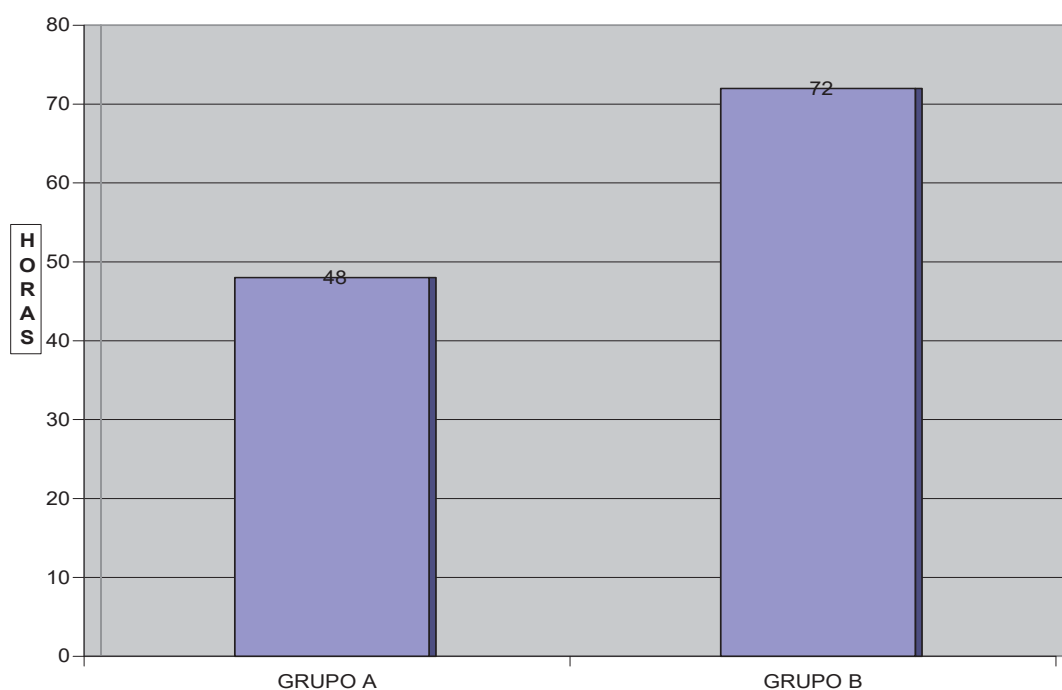
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los signos de celo en los dos grupos animales después del tratamiento hormonal corresponden a lo reportado por diversos autores (Galina *et al.*, 1991; Cunningham, 1999; Hafez 2000; Frazer, 2002).

Al comparar la presentación de celo, se observó una diferencia de 24 h, entre ambos grupos, siendo incipiente la manifestación de celo del grupo “A”, a las 48 h, esto es consecuencia de la vida media de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ natural, por ser menor a la $\text{PGF}_{2\alpha}$ sintética, lo que influye en el desarrollo folicular y en el tiempo de ovulación después de la aplicación.

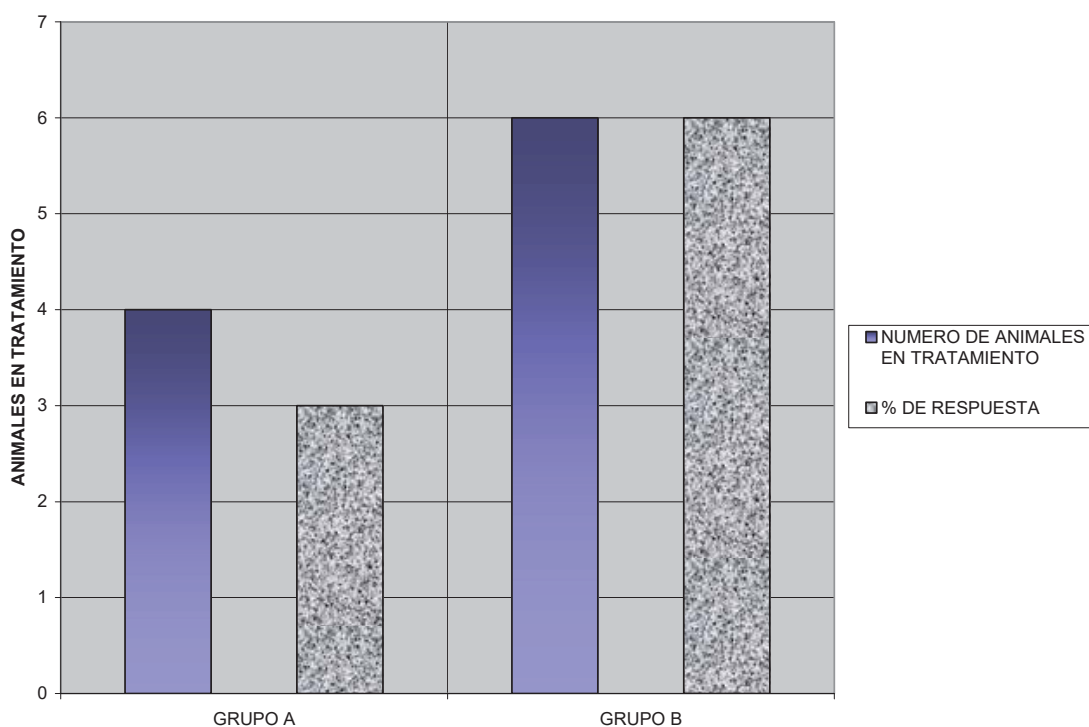
Sin embargo, los resultados también encuadran en el margen de tiempo de presentación de celo reportado por otros autores a 72 h, después de aplicada la $\text{PGF}_{2\alpha}$ natural y sintética (Pfizer, 2005). Ver gráfica 1.

Figura 1. DIFERENCIA EN LA APARICIÓN DEL CELO A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE $\text{PGF}_{2\alpha}$



Es trascendental destacar que en los bovinos la presentación del celo es importante por la duración del mismo (12 horas promedio), considerando que dentro de un programa de inseminación artificial el tiempo de presentación y duración del estro son cruciales para obtener un buen porcentaje de fertilidad.

Figura 2. ANIMALES QUE PRESENTARON CELO



En lo que respecta al número de animales que presentaron celo se encontró más efectivo el tratamiento B (100%), en comparación con el tratamiento A (75%); esto puede ser atribuido a que los animales del tratamiento A por la edad aun la actividad ovárica no es constante como en los animales el tratamiento B, ya que estos por lo menos ya han tenido un parto y los animales del tratamiento A presentaron sus celos de manera irregular, y como consecuencia la respuesta al tratamiento fue menor.

Los resultados son importantes ya que si bien los animales tratados en ambos grupos presentaron celo, en grupos mayores con condiciones reproductivas similares el número

de animales sin presentarlo puede afectar económicamente cualquier manejo reproductivo. Es importante destacar que aunque los grupos son pequeños, posiblemente los resultados en grupos mayores podrían repetirse.

En este trabajo, se encontró una diferencia biológica en los dos protocolos, ya que los animales tratados con $\text{PGF}_{2\alpha}$ natural presentaron celo a las 48 horas después de su administración y el grupo de animales tratados con el análogo (Cloprostenol) presentaron celo 72 horas después de la aplicación del citado fármaco, esto podría explicarse debido a que el cloprostenol a diferencia de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ natural tarda más en ser inactivado y por tanto, tiene una vida media mayor (Goodman y Gilman 1991, Oropeza, 1999).

De los resultados obtenidos, se descarta la posibilidad que las condiciones reproductivas en que se encontraron los dos grupos puedan influir en los resultados, ya que la variación se puede atribuir a las propiedades farmacológicas que existen entre $\text{PGF}_{2\alpha}$ natural y su análogo el cloprostenol.

A diferencia de otros autores (Luna *et al*, 2004; Muñoz *et al*, 2004; Vázquez *et al*, 2004), con los tratamientos expuestos en este trabajo, se busca sincronizar la actividad ovárica por encima de la actividad conductual de celo, característico en protocolos donde se usan hormonas que garantizan un elevado número de hembras en celo pero no garantizan el crecimiento folicular, y por tanto la efectividad reproductiva.

5. CONCLUSIONES

La biotecnología es una herramienta que puede usarse en la reproducción para solucionar problemas asociados a la reproducción, relacionados con el mejoramiento genético.

En los programas de manejo reproductivo, anteriormente se alcanzaban respuestas elevadas de comportamiento en la sincronización de calores, sin embargo, en la actualidad es más importante optar por la activación ovárica.

Las hembras bovinas incluidas en los programas de manipulación reproductiva, con el uso de análogos de $\text{PGF2}\alpha$, (cloprostenol) garantizan un porcentaje elevado de presentación de calores, que en aquellos donde se utilizan $\text{PGF2}\alpha$ natural.

La biotecnología reproductiva, se debe aprovechar para corregir los problemas reproductivos, sobre todo aquellos relacionados con la falta de detección de celos.

En el presente trabajo las manifestaciones de celo de los animales fueron evidentes con ambos protocolos, por lo que la inseminación artificial o monta natural puede realizarse en un periodo establecido (tiempo fijo).

6. LITERATURA CITADA

Aceves, G. J. M., Luna, M. P., Olivas, C. L. A., Efecto de la aplicación de somatotropina bovina (STB) sobre la producción de leche en vacas Holstein, XXVIII congreso de Buiatria, Morelia, Michoacán, México. 11, 12, 13, 14 de agosto de 2004.

Avila, G. J., Factores que influyen en la fertilidad, XXVIII congreso de Buiatria, Morelia, Michoacán, México. 11, 12, 13, 14 de agosto de 2004.

Correa C. A., Castellanos, M. C. A., Leyva, C. J. C., Avendaño, R. L., Pérez, M. A. Verdugo, Z. F. J., González, W. M., Luna, P., Tarazón, H. M. Evaluación de un protocolo de inseminación artificial a hora fija y un periodo de enfriamiento sobre la respuesta reproductiva y fisiológica en vaquillas Holstein en verano, XXVIII congreso de Buiatria, Morelia, Michoacán, México. 11, 12, 13, 14 de agosto de 2004.

Cunningham, G., 1999, Fisiología Veterinaria, 2ª edic., Ed., McGraw-Hill, México, D. F., p. 510-521.

Del Valle, R. M.C., Álvarez, M. A.G., 1997. La Producción de leche en México y la incrujiada de la crisis y los acuerdos del TLCAN. UNAM., México, p. 2-6.

El Campo abandonado. *Semanario*, Guadalajara, Jalisco. México. 5 de Agosto de 2001.

Fernández, T. A., 2003, Dinámica Folicular, Departamento de Reproducción Animal, Facultad de Veterinaria, Uruguay. p. 8-11.

Frandsen, R. D., 1985. Anatomía y Fisiología de los animales Domésticos, 3ª Edic., Ed., Interamericana, México D. F. (México). p. 368-366.

Frazer, G., 2002, Detección de calores y pérdidas embrionarias, OSU College of Veterinary Medicine, Extencionismo Veterinario-Reproducción, Columbus. p. 35-36

Frías, P.H., 2002. La Leche. México, p 5-8.

Fuentes, O. V., Farmacología Veterinaria, Centro Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México. p. 423-425

Galina, C., Saltiel, A., Valencia, J., Becerril, J., Bustamente, G., Calderón, A., Duchateua, Fernández, S., Olgún, A., Páramo, R., Zartco, L., 1991. Reproducción de Animales Domésticos, Ed. Limusa, México, D. F. (México) p. 25-33.

Gallegos, H. M. P., Nájera, R. C. I., Martínez, C. M. L., Quintes, S. J. S., 2004, Condición corporal y nivel sericos de Ca, P, Mg, Na y K en el periodo pre y postparto en vacas Holstein-Friesian, XXVIII congreso de Buiatria, Morelia, Michoacán, México. 11, 12, 13, 14 de agosto de 2004.

Gamarra, M.I. 2001. Situación y perspectivas de la ganadería lechera en la cuenca de Lima. p. 1-3

Gómez, G. A., Porcentaje de no retorno en vacas Holstein después de la inseminación cornual, XXVIII congreso de Buiatria, Morelia, Michoacán, México. 11, 12, 13, 14 de agosto de 2004.

Goodman y Gilman's. 1991. Las Bases Farmacológicas de la Terapéutica. 8ª Edic. McGraw-Hill Interamericana. Mexico, D. F. (México) p. 658-670

Hafez, E. S. E., 2000. Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. 7ª Edic., Ed. McGraw-Hill Interamericana. Mexico, D. F. (México) p. 13-28.

Huanca, W., 2002, Inseminación artificial a tiempo fijo en vacas lecheras, Laboratorio de Reproducción, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. p. 3

Importantes avances en materia de ganadería y agricultura. *Cambio de Michoacán*. Morelia, Michoacán. México. 7 de Agosto de 2005.

INEGI, Estadísticas de producción nacional por entidad federativa de leche. México censo 2000.

Jiménez, T. A., Salas, R. G., 2003. Manual de Inseminación Artificial en Ganado Lechero. Instituto de investigaciones Agropecuarias Forestales, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. México. p 4-10, 11-14.

Jubiz, W., 1996, Endocrinología Clínica, 3ª edic., Ed. manual moderno, México, D. F., México. p. 8, 172.

Leyva, O. C., Medrano, G. A., Álvarez, M. E., Morales, J. L., Barraza, A. S., Elizondo, V. C., Baja dosis de estradiol a los 20 días pos-servicio, disminuye las vacas vacías al diagnóstico y no afecta la gestación, XXVIII Congreso Nacional de Buiatria, Morelia, Michoacán, México. 11, 12, 13, 14 de agosto de 2004.

Luna, N.P., Aceves G. J. M., Icedo N.S., Aplicación de dos programas para la presincronización de la ovulación y su efecto sobre el comportamiento reproductivo en ganado bovino lechero lactante, XXVIII Congreso Nacional de Buiatria, Morelia, Michoacán, México. 11, 12, 13, 14 de agosto de 2004.

Manazza J. 2006, INTA Balcarce. Condición corporal en ovinos. www.e-campo.com.-info@e-campo.com.

McDonald E. L., 1991, Endocrinología Veterinaria y Reproducción, 4ª edic., Ed. McGraw-Hill interamericana, México, D. F., p.294-337.

Méndez, C.M.D., Tzintzun, R.R., Val, A.R., 2000. Evaluación productiva del efecto ambiental y problemas relevantes en explotaciones lecheras de pequeña escala. División de Estudios de Posgrado, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. México.

p. 1.

Muñoz A. S., Hernández B. J., Osnaya G. F., Fausto R. E. El efecto de la presincronización con PGF2 α en vacas lecheras (Holstein-Friesian) sobre la fertilidad al primer servicio, XXVIII Congreso Nacional de Buiatria, Morelia, Michoacán, México. 11, 12, 13, 14 de agosto de 2004.

Olivera, A. M., Lina, M. C., 2003, Comportamiento durante el calor y dinámica folicular interestral en vacas, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Oropeza, A. R., 1999, Las Prostaglandinas en la Reproducción de la Vaca y la Cerda, (Servicio Profesional) Facultad de Medicina Veterinaria Y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Paul, M. F., 2003, Aplicación práctica del ultrasonido para el manejo reproductivo en el ganado lechero, Departamento de Ciencia Lehera, Universidad de Wisconsin-Madison, Madison, Estados Unidos. p. 1-6.

Pfizer Salud Animal, 2005, Programas Reproductivos, México.

Reséndiz, A. S., 1988, Michoacán y sus Municipios: guía socioeconómica, Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo. México.

SAGARPA, Estados con mayor población de ganado bovino en México. México, 2001. p.1.

SIAP, Análisis de la Leche. Boletín Informativo, México, 2002.

Sisson, S., Grossman, D. J., 1982. Anatomía de los animales domésticos. 5ª Edic. Ed. Salvat Ciencia y Cultura Latinoamericana. México, D.F. p 1049-153.

Sumano L. S. H., Ocampo, C. L., 1997, Farmacología Veterinaria, 2ª edic., Ed. McGraw-Hill Interamericana, México, D. F., México. p. 445-449.

Vatti, G., 1980. Ginecología y Obstetricia Veterinaria. 4ª Edic., Ed. Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana. México D. F. (México). p. 10-14.

Vázquez, I.D.I., Basurto, C.H., Ávila G.J., Pérez R.H., y Alonso D.M.A. Comparación de dos tratamientos superovulatorios para la producción de embriones en novillonas

brahman. Memorias XXVIII Congreso Nacional de BUIATRIA. Morelia Michoacán, 11, 12, 13, 14 de agosto 2004.

Wallerstein, I. 1997. La Supuesta Globalización y sus Avatares Principales. Ed. Folha, Sao Paulo, Brasil. p 9-19.

Wolter, W., Castañeda, H. V., Clopper, B., Zschöck M. 2004. Mastitis Bovina Prevención, Diagnóstico y Tratamiento. Ed. Universitaria de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México. p 16-18.