



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

PRODUCCIÓN BOVINA

“CLÍNICA Y REPRODUCCIÓN DE BOVINOS
PRODUCTORES DE LECHE”

SERVICIO SOCIAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
PRESENTA:

JOSÉ ANTONIO TORRES BENÍTEZ

ASESORES:

M.V.Z. RAFAEL PÉREZ GONZALEZ
M.V.Z. FERNANDO OSNAYA GALLARDO

COASESORES:

M.V.Z. SERGIO BENÍTEZ SÁNCHEZ
M.V.Z. MARCO OROPEZA ALMAZÁN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Soy un niño campesino
que cultiva cocotero
nacido en el Carrizal
del Estado de Guerrero.

Agradecimientos.

Mi padre José Torres Mejía, gracias por tu apoyo a lo largo de mi vida. Tienes razón, la sabiduría de todos los tiempos se resume en la frase “no hay comida gratis”, aunque a tu lado no parece cumplirse del todo. Te quiero mucho.

Mi madre Jorgita Benítez Fajardo creo que si te hubiera heredado una pequeña parte de esa determinación para hacer las cosas, no tendría ninguna dificultad. Solo me resta expresarte la gran admiración que siento por ti, mamita linda.

Carol Olimpia. Si alguien sabe lo que quiere, esa persona eres tú !Viva la libertad femenina! Espero que descanses y duermas tranquila, ya terminé mi trabajo.

Mary Trini. Aunque alguna vez casi me matas de un escobazo, no te guardo rencor. Quién te conoce de verdad, puede tener la plena certeza de confiar en ti. Sé que serás muy feliz en ésta nueva etapa de tu vida.

Martha Georgina. Creo que me hace falta tratar de comprender tus acciones, solo sé que tienes una fortaleza impresionante, pero todo tiene su recompensa, ya ves como han mejorado las cosas con tus hijas. Sabes que te quiero mucho.

Tania (Mariquita) y Mariana (Estrellita) a quién Dios no le da hijos el Diablo le da sobrinos Ja ja ja. Solo necesito verlas sonreír para recordar que no se debe de tomar tan enserio las cosas malas de la vida, siempre vendrán mejores tiempos.

Perla Karina García Rodríguez mi pequeña Salamantina, todo es inevitablemente tuyo.

Karina Enríquez. Gracias por enseñarme que la libertad es la base del amor. Yo puedo esperar, me mantengo firme y te dejo libre con la esperanza de que algún día....

Octavio Arroyo. Mi gran amigo, compañero de tantas aventuras y desventuras, de ahora en adelante continuaremos esta historia en compañía de tu Dulcinea, te mereces ser muy feliz.

Jorge Guzmán. Entre tanto músculo, ya casi no te reconozco Ja ja ja. Gracias por compartir tantos años de amistad.

Raquel Martínez. Mi gran amiga, confidente de tantos secretos, espero que el destino nunca logre separar esta amistad.

Ricardo Alba, dedicación y paciencia son tus grandes atributos, gracias por enseñarme que de vez en cuando no hace daño eliminar un poco de Soberbia y trabajar más en la Humildad, lo intentaré, pero te recuerdo que si ésta no abunda entre los doctos, aún es menos frecuente entre nosotros los ignorantes.

Mario Flores. Amigo, nunca pierdas esa combinación entre inocencia y malicia que solo tú tienes.

Carlos Velarde de no haber estado presente se hubiera desatado grandes batallas, gracias por mantener al grupo unido.

Rene amigo, te recuerdo que la amistad debe ser fomentada, nunca debes de escoger entre una amistad y una relación, cada una tiene su justo valor dentro de la vida.

Anabel Aguilar, Creo que nunca había conocido a nadie que tuviera tanta entereza como tú, sabes que eres muy especial en mi vida.

Saúl y Elsa. Por favor no se pierdan tanto saben que los queremos mucho y eso no se puede cambiar de la noche a la mañana.

Sedyghe (†). Querida amiga, nos enseñaste que no hemos de preocuparnos por vivir largos años, sino de vivirlos satisfactoriamente. Gracias por los lindos momentos.

Dr. Fernando Osnaya. Gracias por su apoyo en la realización de éste trabajo.

MVZ. Rafael Pérez su colaboración para poder llegar a Tizayuca a realizar mi servicio fue de vital importancia, mil gracias.

MVZ. Sergio Benítez Sánchez y MVZ. Marco Oropeza Almazán Gracias por las asesorías brindadas en Tizayuca.

MVZ. Salvador Sánchez. Premio a la tolerancia, gracias por compartir sus conocimientos conmigo y por soportar tantas irresponsabilidades por parte mía.

MVZ. Ernesto Saldaña, espero que algún día me atreva a realizar esa anestesia intracardiaca, estuvo fenomenal, se debe tener el alma de un niño para realizar tales hazañas.

Carlos Valle, no sólo soportabas mis tediosos interrogatorios, sino además siempre estuviste dispuesto a cooperar cuando necesité de tu ayuda, Gracias.

José Francisco (Gordo), José Navarrete (Pescue) y Jorge Luís (Chibiríco). Sin ustedes la idas a Guerrero hubieran sido muy aburridas, gracias por mostrarme un nuevo modo de ver la vida.

Por último y no menos importante a la UNAM por brindarme la oportunidad de desarrollarme dentro de tus instalaciones.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

Situación general de modelos de producción ganadera.	4
Influencia del proceso reproductivo en la producción bovina	6
Parámetros reproductivos	8
Intervalo entre partos	10
Periodo de espera voluntario	10
Intervalo desde el Fin del PEV hasta el Primer servicio	11
Intervalo entre Parto – Concepción	11
Duración de la gestación	12
Servicios por concepción	12
Fisiología de la reproducción	13
Ciclo estral	13
Fisiología del Posparto	16
Principios y métodos de control farmacológico del ciclo estral	18
Usos de progestágenos	19
Uso de Prostaglandinas para el control del ciclo estral	20
Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH)	28
Combinación GnRH - PGF _{2α}	31
OBJETIVOS	32
General del programa	
Académico	
Social	

Específico

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	33
CUADRO METODOLÓGICO	37
RESULTADOS	39
DISCUSIÓN	44
CONCLUSIONES	46
BIBLIOGRAFÍAS	47

INTRODUCCIÓN

Situación general de modelos de producción ganadera

A nivel internacional la producción de leche se desarrolla de dos maneras distintas por un lado existen algunos países con sobreproducción y por lo tanto con excedentes de productos para el mercado de exportación (principalmente Estados Unidos de Norte América, la India, Rusia y el bloque de la Unión Europea) y por el otro países con un menor desarrollo económico con demandas crecientes e insatisfechas del producto lácteo, que se ven obligados a importarlo^(1,2).

Siendo México un país con un alto crecimiento poblacional, lo que ocasiona un continuo déficit en la producción láctea con relación a la demanda interna (nuestro país no satisface las recomendaciones establecidas por la Food and Agriculture Organization (FAO) de un consumo diario mínimo de 500 ml de leche al día por persona), está inmerso en la apertura comercial internacional que le significa el estar incluido en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y al Tratado de Libre Comercio con la Unión Europea^(1,2).

Se sabe que las condiciones de negociación del sector agropecuario en el TLCAN resultaron en desventaja para México, debido a enormes divergencias entre los 3 países, mientras que los Estados Unidos genera el 81.9% de la producción con 54.1% del total de inventario bovino regional, México con un 38.7% de dicho inventario, solo participa con 8.9% del total de leche producida y Canadá con 7.2% del ganado lechero, aporta 9.1% del producto. El rendimiento anual por vaca – cociente de la producción nacional total láctea, entre el inventario de vacas lecheras en lactación- obtenido en México fue de 1,214 litros, en los EE. UU fue de 7,462 litros y en Canadá de 6,089 litros^(1,2).

Respecto al TLC con la Unión Europea, dicho acuerdo no incluye ningún producto pecuario, salvo la miel de abeja, por lo que el subsector lácteo no tiene, por ahora, que temer^(1,2).

La producción de leche en México a lo largo de su historia ha experimentado una serie de altibajos en lo que respecta a los sistemas de producción lechera. En las décadas pasadas las políticas gubernamentales fomentaron el uso de tecnologías para elevar la productividad de los sistemas agropecuarios, se intentó que todos los productores del campo implementaran incondicionalmente estas nuevas tecnologías sin tomar en consideración, la diversidad cultural de los mismos^(3,4).

Nuestro país se ha caracterizado por cubrir los faltantes de leche, con fuertes importaciones de leche descremada en polvo proveniente de países con producciones subsidiadas, trasladando dichos subsidios al consumidor nacional, simultáneamente se han realizado programas de estímulo y fomento de la producción lechera nacional, nulificando el efecto benéfico que representaban tales programas e incluso agravando la situación del productor pues generalmente éste ha adquirido una serie de deudas producto de estos mismos programas^(3,4).

A pesar de los esfuerzos por tecnificar la ganadería bovina, solo se logró en algunas regiones; en la actualidad el 54% de la producción de leche la aportan los productores que poseen el 13.5% del hato lechero, esto se debe a que cuentan con sistemas tecnificados, pero que son altamente dependientes de insumos, equipo y financiamiento. Las explotaciones semiintensivas y extensivas poseen el 86.5% del ganado y aportan el 46% de la producción de leche. En la tabla numero 1 se muestran los estados principales de producción lechera^(1,2,4).

Tabla 1. Inventario de ganado bovino producción de leche (número de cabezas)

Estado	1997	1998	1999
Durango	217,996	227,292	217,585
Coahuila	183,810	201,055	200,991
Puebla	176,676	181,093	183,176
Hidalgo	163,006	167,763	169,631
Jalisco	110,346	127,555	165,892
Chihuahua	139,477	150,792	143,506
Guanajuato	133,867	139,222	142,146
Veracruz	103,401	103,918	107,642
Total Nacional	1,720,568	1,813,588	1,863,977

Fuente: Centro de Estadística Agropecuaria (CEA), con Información de las Delegaciones, SAGAR.

Influencia del proceso reproductivo en la producción bovina.

Posiblemente la función mas significativa del productor pecuario, es la producción de proteína de origen animal en adecuadas cantidades. La vaca lechera es un factor que realmente produce un gran capital económico ⁽⁵⁾.

La reproducción del ganado lechero es básica, un buen rendimiento es un paso importante debido a que afecta las utilidades por la influencia que ejerce sobre la baja producción de leche ⁽⁶⁾.

Es primordial recordar que la economía de la vaca lechera radica principalmente en el mayor número de partos y producciones lácteas que de ellos se obtengan, por lo tanto es necesario que sus partos se sucedan lo más cerca posible unos de otros. Se considera óptimo un intervalo entre partos de 12 meses para multíparas y de 13 meses para primerizas, cuando se incrementa este intervalo, los costos de producción también lo hacen, además de obtenerse un menor número de crías en la vida productiva de la hembra; teniendo así una importancia tanto económica como genética. Es por esta razón que se debe concentrar la mayor atención en el grupo de vacas que debe ser cargadas para la siguiente gestación, pues si tomamos en cuenta que en promedio la gestación dura 282 ± 6 días y no es posible inseminar a la vaca antes de los 45 días posparto, ya habrán transcurrido 325 días para cumplir un intervalo entre partos de 365 días solo nos quedan 40 días disponibles para volver a cubrir a la vaca, en ese periodo solo se presentan 2.8 celos aproximadamente y 2 ciclos; si la vaca no está ciclando después de los 45 días posparto, si no se detectan los calores o si se presentan más de 2 servicios sin quedar gestante, entonces el intervalo entre partos será mayor de los 365 días ^(6,7,8,9,10).

Por ello es necesario conocer las diferentes etapas reproductivas del ganado bovino y crear un programa integral de manejo reproductivo aprovechándolo de la mejor forma para maximizar la vida reproductiva y productiva de los animales. Es prioritario recordar que el efecto de lo que se haya hecho, o en su caso se deje de hacer, se va a ver directamente reflejado en el rendimiento futuro de la explotación ganadera^(5,7).

Los productores con frecuencia aceptan bajos promedios del comportamiento reproductivo, debido a que las pérdidas reproductivas no se perciben de manera inmediata, las pérdidas económicas que ocurren por las pérdidas reproductivas son artificiosas y se esconden por semanas o meses a partir del tiempo en el que ocurrió la falla, además ocasionan un incremento en los costos y frenan el progreso genético⁽⁷⁾.

Parámetros reproductivos

Un programa para alcanzar una óptima eficiencia reproductiva debe ser creado para cada explotación en específico, es indispensable llevar diversos parámetros en torno a la reproducción, con objeto de evaluar correctamente la situación reproductiva del hato⁽⁸⁾.

A la representación numérica o estadística de cada uno de los valores cuantificables que arrojan los eventos del proceso reproductivo se les llama “Parámetros” o “Estándares Reproductivos”, a través de ellos se puede conocer el comportamiento y la situación de eventos aislados del proceso. Estos parámetros han sido creados con base en un ideal de explotación zotécnica (la medida comparativa del comportamiento reproductivo de un animal con lo considerado como óptimo para su especie), de acuerdo a los diferentes períodos reproductivos por los cuales pasa un animal durante su vida reproductiva como son: Gestación, Parto, Puerperio, Lactación, etc⁽⁹⁾.

Estos parámetros pueden variar ya que dependen del criterio del Médico Veterinario que los selecciona en función a las necesidades particulares de información en cada explotación y solamente él es quien cuenta con los recursos físicos y profesionales adecuados para lograr los objetivos fundamentales del trabajo reproductivo de los hatos lecheros manejados ^(5,6,9,10,11).

Las metas típicas que resultarán en un intervalo entre partos de 12.5 a 13 meses son las que se muestran en la tabla 2^(5,6,9,10,11).

Edad al primer servicio	13–15 meses
Edad al primer parto	24 meses
Peso al primer parto	545 Kg.
Periodo de Espera Voluntario	50–60 Días
Eficiencia de detección de celo	60–80%
Intervalo a primer celo observado	< de 45 días
Intervalo parto a primer servicio	< de 80 días
Días abiertos	< de 110 días
Intervalo entre partos	12.5 a 13 meses
Servicios por concepción	< de 2
Abortos	< del 5%
Retención placentaria	< del 8%
Infección uterina	< del 10%
Quistes ováricos	<del 15%
Vacas repetidoras	< de 20%

Modificado a partir de los datos publicados por Salvador Ávila Téllez⁽¹¹⁾ y Fernández de Córdoba⁽⁹⁾.

Intervalo entre partos

Es el periodo de tiempo que existe entre dos partos, se considera como la característica más importante de la medida de fertilidad del ciclo reproductivo pasado, nos lleva a un diagnóstico tardío de fertilidad del hato. Un Intervalo entre partos dentro del rango ideal (12 meses para multíparas y de 13 meses para primerizas), resulta en un incremento de producción láctea, mayor número de terneros y en términos generales incrementa la vida productiva de la vaca. Por el contrario, se ha calculado que un aumento sobre esta cifra le supone al ganadero un costo adicional por día, esta pérdida financiera genera un incremento en los costos, dado que las vacas pasan una proporción más grande de su vida dentro del hato en etapas menos productivas de la curva de lactancia^(6,7,9,11,12,13).

El intervalo entre partos puede dividirse en 2 componentes: El primer componente es el Intervalo desde el parto a la concepción: Se trata del tiempo que transcurre entre el parto al establecimiento de la próxima gestación, es el principal determinante del periodo entre partos y por lo tanto, suele ser el parámetro que se utiliza con más frecuencia para intentar establecer el tiempo ideal de partos. Este a su vez se subdivide en: Periodo de espera voluntario (PEV), Intervalo desde el Fin del PEV hasta el Primer servicio y el Intervalo entre Parto-Concepción^(13,14).

a).- Periodo de espera voluntario (PEV)

Es el intervalo que tiene que transcurrir desde el parto hasta que la vaca está apta para su primer servicio. Como su nombre lo dice, la duración de este intervalo es voluntaria (una decisión de manejo) y puede variar entre 40 y 70 días, el PEV es parte del periodo de transición después del parto y representa un riesgo para la salud y productividad futura de la vaca. El PEV debe ser suficientemente largo para comenzar a inseminar en el tercer calor posparto con una involución completa, es necesario tener conocimiento el número de ciclos estrales manifestados y de acuerdo a los días transcurridos después del parto se determinará el momento óptimo para realizar el primer servicio^(14,15,16).

b).- Intervalo desde el Fin del PEV hasta el Primer servicio

Se define como el tiempo en días que transcurre desde el Fin del PEV hasta el momento en que se efectúa la primera inseminación o servicio. Muchos factores afectan al intervalo desde el parto a la subsecuente concepción (días abiertos), el factor dominante es el intervalo a el primer servicio, este solo factor afectará en más del 70% de la variación de los días abiertos^(13,14,17,18).

c).- Intervalo entre Parto-Concepción

Es el periodo de tiempo que tarda una vaca en preñarse desde la fecha del último parto al servicio en que queda gestante, es una buena medida en la fertilidad, pero necesita que se realice también el diagnóstico de gestación preciso; está influenciado por dos factores: Momento en que se realizó la IA después del parto y momento en que se diagnosticó como gestante, expresándose de la siguiente manera^(5,6,15,19).

$$IPC = A + B$$

En donde:

A = Intervalo medio desde el parto al primer servicio.

B = Intervalo del primer servicio hasta el servicio fértil.

Debiendo ser.

$$IPC = 65 \text{ días} + 20 \text{ días} = 85 \text{ días}$$

Este parámetro es considerado el mejor indicador de la reciente conformación reproductiva del hato, la duración de éste intervalo no debe ser mayor a 100 días, para realizar éste cálculo sólo se toman en cuenta las vacas que fueron diagnosticadas como gestantes⁽¹⁹⁾.

El segundo componente del intervalo entre partos es la duración de la gestación, El promedio en vacas Holstein Friesian es de 281.2 ± 4.5 días para animales inseminados artificialmente y 282.0 ± 4.6 días para los cubiertos en forma natural. Presumiblemente, esa diferencia surge por que la vaca inseminada artificialmente pierden un día como resultado de haberse inseminado al final del periodo de calores o, posteriormente, más que al comienzo del estro que es lo normal si el toro convive con ella. Solamente puede acortarse en un grado muy limitado mediante la inducción artificial al parto^(11,14).

Servicios por concepción

Es el número de inseminaciones necesarias para producir un ternero vivo y considerado como una de las medidas más útiles para evaluar la eficiencia reproductiva presente, es utilizado generalmente como un indicativo que nos ayuda a determinar la fertilidad de los animales, ya que al dar varios servicios a una vaquilla y no quedar gestante, nos indica la existencia de un problema del cual se debe establecer su origen o causa, ya sea por parte del animal o del sistema de manejo y corregirlo, con el fin de evitar mayores pérdidas económicas en el establo^(6,10,11,12,13,17).

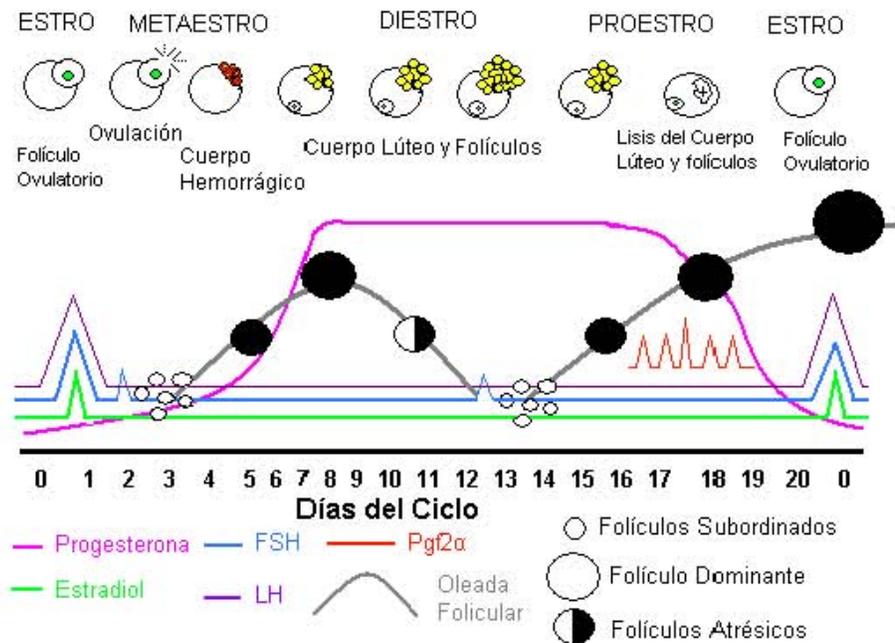
Fisiología de la reproducción: Ciclo Estral

En los animales domésticos que presentan periodos limitados de receptividad sexual se utiliza el término ciclo estral ésta definición comprende el período entre un estro y el siguiente, en este proceso se involucran acciones y transformaciones de diversa índole que suceden en orden estricto y producen cambios funcionales y conductuales en la hembra bovina⁽⁹⁾.

El ciclo se presenta a partir de la pubertad y una vez que se han establecido éstos continuarán indefinidamente (Poliéstricas), interrumpiéndose solamente en los casos de gestación (anestro fisiológico) y/o alteraciones fisiológicas (anestro patológico), el ciclo estral tiene una duración de 21 días \pm 2 días, aunque puede ser ligeramente mayor en vaquillas^(12,20,14).

Durante el ciclo estral, los principales acontecimientos son el desarrollo folicular, la ovulación, la luteinización y la regresión del cuerpo lúteo. Para fines descriptivos el ciclo estral se dividió en cuatro etapas, Proestro, Estro, Metaestro y Diestro. Sin embargo con frecuencia se puede describir el ciclo en relación con el comportamiento, indicando si los animales se encuentran en estro (sexualmente receptivos) o no, incluyendo las fases de Proestro, Metaestro y Diestro. También se puede describir al ciclo con referencia a la actividad de las gónadas, al hacer una identificación y diferenciación entre los folículos y el cuerpo lúteo. En términos de Influencia Hormonal, se puede describir que está formada por dos componentes, la Fase Folicular o de Dominancia Estrogénica (Proestro y Estro) y la Lutéica (Metaestro y Diestro) caracterizada por la constante secreción de Progesterona por parte del Cuerpo Lúteo (figura 1)^(20,21,22).

Figura 1. Cambios ováricos y hormonales durante el ciclo estral de la hembra bovina.



Modificado a partir de Joel Hernández Cerón⁽²⁰⁾

El ciclo estral se divide en cuatro etapas, éstas se desarrollaron con el fin de utilizar ciertas características externas para la identificación exacta de una fase en particular en el ciclo reproductivo y sobretodo, relacionarlo con el momento de la ovulación⁽²²⁾.

Estro- Periodo de receptividad sexual (día 0).

Un poco antes de la ovulación la vaca muestra un “comportamiento estral” que es cuando ella atrae y acepta el macho, se muestra extraordinariamente inquieta, llega bramar con mucha frecuencia, la vulva se presenta hinchada, la mucosa vaginal enrojecida y algunas veces aparece una ligera mucosidad que cuelga de la vulva^(20,21,22).

Existe una estrecha relación entre los acontecimientos ováricos y los de comportamiento, lo que asegura que la hembra es sexualmente receptiva en el periodo fértil. Los cambios del periodo estral se utilizan para indicar el tiempo adecuado de practicar la inseminación. Normalmente el estro (día 0) dura entre 6 y 30 horas, depende de diversos factores entre los que se encuentra la edad, estación del año y el ritmo circadiano, apareciendo más estros por la noche^(20,23).

Metaestro- Ocurre la ovulación y se desarrolla el cuerpo lúteo (día 1-4).

Se considera que el día 1 del ciclo es cuando se rompe el folículo antral maduro y acontece la liberación del óvulo sin fertilizar, así como su entrada en el oviducto. Sin embargo, al igual que sucede con la aparición y el cese del comportamiento estral, es muy difícil de establecer el tiempo exacto en que ocurren estos acontecimientos. La bibliografía es unánime al afirmar que la ovulación ocurre unas horas después de la aparición del estro, generalmente de 11 a 12 horas después del fin del estro y tienen un rango de 2 a 22 horas. Durante este periodo es característico que se presente un ligero sangrado conocido como “Sangrado Metaestral”^(20,23,24).

Diestro- Durante esta etapa el cuerpo lúteo mantiene su plena funcionalidad. (días 5-18)

La función principal del cuerpo lúteo es secretar progesterona, la cual prepara al útero para el inicio y el mantenimiento de la preñez. El cuerpo lúteo se forma a partir de la pared del folículo, el cual se colapsa y se pliega después de la ovulación, cuyas funciones dominan el ciclo desde el día 4 hasta el día 17. Durante esta fase lútea los altos niveles de progesterona, secretada por el cuerpo lúteo, inhiben la maduración de los nuevos folículos a través del efecto que ejercen aquellos sobre el hipotálamo y la hipófisis anterior^(20,23,24,25,26).

Proestro- Desarrollo y maduración del folículo ovulatorio (días 18-21).

Alrededor del día 17 comienza a regresar el cuerpo lúteo, bajo la influencia de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ uterina, proceso que se conoce como luteólisis. Con el progreso de la luteólisis comienza a madurar un nuevo folículo preovulatorio^(20,23,24,25,26) (Figura 1).

Fisiología del posparto

El puerperio se define como el período que transcurre entre el parto y el restablecimiento de las condiciones del tracto genital a su estado pregrávido. Este periodo, se caracteriza por los cambios anatómicos que sufre el útero hasta regresar casi a su tamaño normal, en general la involución macroscópica de los cuernos uterinos se completa entre las tres y cinco semanas después del parto, aunque desde un punto de vista microscópico la involución continua hasta las siete u ocho semanas en forma normal⁽²⁷⁾.

La involución uterina no se puede considerar un proceso aséptico e incluso está considerado que entre el 85–90% de las vacas tienen una infección uterina 2 semanas después del parto, pero bajo condiciones normales el organismo puede eliminar la infección ya que solamente del 5 al 9% se encuentran infectadas entre los días 45–60 después del parto. Esto puede explicarse por los mecanismos tisulares de defensa influidos por el sistema endocrino. En el celo y bajo la influencia de los estrógenos se produce un incremento de la circulación sanguínea al útero, esto conlleva una migración de los leucocitos desde los vasos sanguíneos al interior de la luz uterina, lo que permite la fagocitosis activa contra las bacterias, mientras que bajo la influencia de la progesterona se incrementa la susceptibilidad a la infección lo que puede permitir a los contaminantes no específicos convertirse en patógenos^(28,29).

Se puede subdividir el desarrollo fisiológico del periodo puerperal en tres etapas:

1. Período Temprano. Aquí se incluye la eliminación de membranas fetales (tercera fase del parto), los cambios estructurales y funcionales, así como la regresión a su tamaño original de los ligamentos sacrociáticos y de la arteria uterina media. En esta etapa la glándula hipófisis se torna sensible a la GnRH entre los días 7 y 14 postparto; las hormonas folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH) se encuentran en bajas concentraciones sanguíneas, además de que los ovarios parecen ser refractarios a su efecto, por lo que el crecimiento folicular y la ovulación no se realiza. La concentración plasmática de $\text{PGF2}\alpha$ se va incrementando después del parto, obteniéndose su máximo nivel a los 4 días^(13,18,20,27,28).
2. Período Intermedio. En este período suceden los cambios de tamaño en el útero y el reinicio de la actividad cíclica del ovario, éste es variable y se encuentra relacionado con el factor nutricional, tipo de parto, infecciones, etc. La primera ovulación tiene lugar a los 15 días y generalmente no va acompañada de estro conductual o bien los signos de estro son poco aparentes. La relación entre útero-ovario es interdependiente y la salud e integridad del útero pueden influir grandemente en la actividad ovárica^(13,18,20,27,28).
3. Periodo Postovulatorio. Se inicia con la primera ovulación y se prolonga hasta completarse la involución uterina, existen varios factores responsables de las apariciones de los ciclos ováricos en el período posparto; los más importantes son: el efecto de la succión o del ordeño, la cantidad de leche producida, el estado nutricional del animal y la época del año; algunos de estos factores pueden fácilmente confundirse con otros, dificultando la exactitud para predecir la duración del período acíclico. Es frecuente que la mayoría de las vacas no se observen el calor, aunque ellas se encuentren ciclando, el promedio el primer celo observado es a los 46.6 días después del parto^(13,18,20,27,28).

Principios y métodos de control farmacológico del ciclo estral

Instituir programas para manejar la producción de un hato lechero requiere de un conocimiento profundo del ciclo estral, de los componentes del proceso reproductivo así como de los métodos con los que se cuenta para manejarlos y controlarlos⁽¹⁰⁾.

El control farmacológico del ciclo reproductor de las hembras bovinas se refiere al uso de hormonas exógenas para regular el estro y la ovulación. Con fines beneficiosos y convenientes para el ganadero. Por este motivo es conveniente generar herramientas alternas que si bien no resuelven el problema de origen, pueden permitir la reducción de pérdidas derivadas de las fallas reproductivas^(14,18).

Las hormonas pueden ser valiosas herramientas para el manejo reproductivo de las vacas lecheras, estas han favorecido el desarrollo de diferentes sistemas y métodos de tratamientos para controlar el ciclo estral. El control del ciclo estral es dependiente de la manipulación de las variaciones hormonales que ocurren durante el ciclo ovárico, el factor que controla el desarrollo del folículo ovárico, al punto de producir la ovulación en una vaca cíclica, es el proceso de la luteólisis o el descenso de la secreción de progesterona que aparece entre los 17-18 días del ciclo normal^(20,30,31,32).

La caída de la concentración periférica de progesterona se puede manipular artificialmente de dos maneras:

1. Hormonal para prolongar la fase lútea del ciclo simulando artificialmente la presencia de un cuerpo lúteo funcional, mediante la aplicación exógena de progesterona o progestágenos sintéticos, que logran mantener niveles sanguíneos circulantes de esa hormona en concentración suficiente para bloquear la descarga de las gonadotropinas hipofisarias, en forma similar como lo haría la progesterona endógena producida por el cuerpo lúteo, inhibiendo el desarrollo folicular y la ovulación en tanto no se retire la fuente exógena de la hormona (supresión drástica)^(15,20,30,31,32).

2. Hormonal para eliminar la actividad del cuerpo lúteo, acortando el ciclo por medio de la Inducción artificial de la luteólisis utilizando sustancias luteolíticas como la prostaglandina $f2\alpha$ o sus análogos sintéticos, la administración exógena de $PGF_{2\alpha}$, durante la mitad de la fase lútea del ciclo conduce a la luteólisis prematura y consecuentemente a la caída de la concentración de progesterona periférica, lo que da comienzo un nuevo ciclo estral con desarrollo folicular y ovulación^(21,25,26,30,33).

La "sincronización" indica agrupamiento, ya que su propósito es reunir un evento fisiológico reproductivo particular en un lapso determinado de tiempo, la terapia hormonal tiene como objetivo agrupar la presentación del estro en un número considerable de vacas en un período de corta duración preestablecido. Si se considera el modo de explotación continua y uniforme que se requiere en la producción lechera, los métodos de sincronización no se aplican en estos casos, ya que, para mantener un volumen constante de leche, se necesita también una distribución constante de los partos durante el año^(34,35,36).

Uso de progestágenos

Éste método de controlar el ciclo, es estimular la función del cuerpo lúteo mediante la administración de progesterona o alguno de sus derivados, se suprime la liberación de gonadotropinas y por lo tanto, la maduración folicular hasta que se suspenda la administración de progesterona. Si un grupo de vacas lo tratamos con progesterona y suprimimos el tratamiento simultáneamente en todas las vacas, teóricamente tendrá la ovulación sincronizada^(8,14,20,21,33).

Con el fin de sincronizar el estro de un grupo de vacas cíclicas al azar es necesario tratarlas con progesterona durante períodos equivalentes a la duración de la fase lútea del ciclo; o sea, al menos 16 días. Esto se debe al hecho de que la progesterona exógena tiene poco o ningún efecto sobre la vida del cuerpo lúteo y por ello en algunos casos, el cuerpo lúteo natural puede sobrevivir a un corto tratamiento de progesterona, lo que resultará en un fallo en la sincronización. Sin embargo los tratamientos prolongados de progesterona pueden provocar cambios adversos en el ambiente intrauterino que inhibe el transporte de los espermatozoides, lo que proporciona pobres ritmos de gestación. Por otra parte, el tratamiento o corto plazo no controla adecuadamente el ciclo, es por ésta razón que si el tratamiento se comienza al principio del ciclo, el cuerpo lúteo natural puede sobrevivir al tratamiento con progesterona ^(9,12,14,21,32).

Uso de prostaglandinas para el control del ciclo estral.

La primera prostaglandina ($PGF_{2\alpha}$) fue descubierta por Kaurzok y Lieb ellos observaron que el semen estimulaba contracciones del tejido uterino. Von Euler (1934) demostró que extractos de semen humano podían inducir la actividad de diversas preparaciones de músculo liso aislado, supuso que estas sustancias provenían de la próstata, proponiendo el nombre de prostaglandinas. Sin embargo Eliasson (1959) demostró que la casi totalidad de las prostaglandinas del semen provenían de las vesículas seminales y no de la próstata, pero el nombre de prostaglandinas ya se encontraba establecido, Bergstron las logra sintetizar puras en el año 1957^(13,17,25,34,35,36,37).

Las prostaglandinas son sustancias orgánicas extremadamente potentes, que se sintetizan en las células según se precise de ellas, por lo que no quedan almacenadas en el organismo^(12,14,21,22,37).

Las prostaglandinas se dividen en cuatro grandes grupos denominados A, B, E y F. Desde el punto de vista químico son ácidos grasos no saturados de 20 carbonos con un anillo ciclopentano que se sintetizan a partir de un precursor común, el ácido Araquidónico Prostanico. Aparecen naturalmente a partir de diversos estímulos físicos, químicos, hormonales y neurohumorales. Dichos estímulos transforman el ácido en 2 líneas principales de prostaglandinas^(21,22,37).

1. Derivados de la Lipooxigenasa- cuyas acciones son de orden inmunitario y de activación de los macrófagos.
2. Derivados de la Ciclooxygenasa- que dan origen a las prostaglandinas de las series E, F, G y H.

Mecanismo de acción

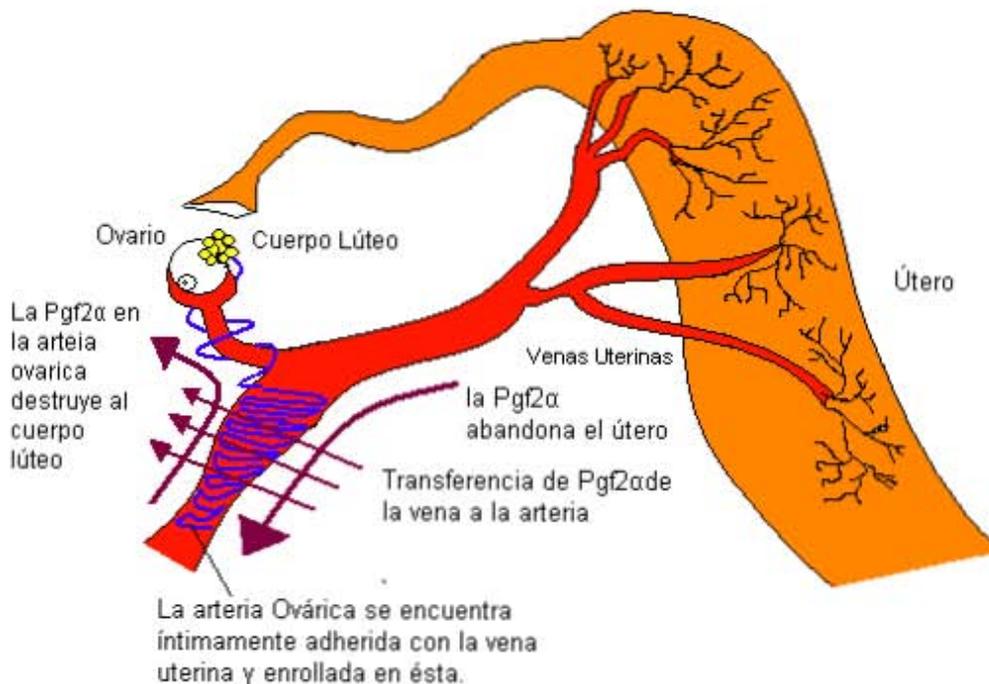
Al igual que todas las hormonas peptídicas y las catecolaminas, las prostaglandinas transmiten su mensaje hormonal utilizando el modelo de receptor móvil dentro de la membrana. Se postula que la prostaglandina se acopla a su receptor en la membrana celular y que induce en ésta un cambio electromagnético que le permite desplazarse entre las 2 capas fosfolipídicas de la membrana hasta acoplarse con la enzima adenilciclase que se encuentra normalmente incluida en la membrana. El complejo formado por la prostaglandina-receptor-adenilciclase induce a la activación de cAMP en un proceso que exige gasto de energía. El cAMP actúa como segundo mensajero dentro de la célula de modo que activa los sistemas enzimáticos de las proteincinasas; esto da lugar a la respuesta fisiológica de la célula. Dicha respuesta puede incluir la síntesis de esteroides u hormonas polipeptídicas, alteraciones en la permeabilidad y aumento de la actividad linfocitaria. El efecto del cAMP está limitado por procesos de biotransformación llevados a cabo por la enzima fosfodiesterasa en presencia de iones de magnesio. Antes de ser metabolizado, el cAMP promueve la liberación de prostaglandina, con lo cual se establece una retroalimentación positiva a nivel celular^(21,22,37).

Síntesis, transporte y liberación

La fuente de $\text{PGF}_{2\alpha}$ está en el útero, ya que la histerectomía trae la desaparición completa de su secreción. Además se ha establecido que es en las carúnculas donde se efectúa esencialmente su síntesis. El miometrio y el endometrio intercaruncular no producen más que débiles cantidades de $\text{PGF}_{2\alpha}$ ^(21,25).

El modo de transferencia de $\text{PGF}_{2\alpha}$ uterina hacia el ovario puede suceder por contracorriente local o por transferencia sistémica. La contracorriente local podría ocurrir por el movimiento de las moléculas a través del sistema vascular, desde la sangre venosa con alta concentración de prostaglandina (vena uteroovárica) hacia un área de baja concentración (arteria ovárica) como se muestra en la figura 2. La transferencia sistémica implica el paso de las moléculas a través del sistema circulatorio general^(21,22,25).

Figura 2. Vía postulada por medio de la cual la prostaglandina secretada por el útero presensibilizado con progesterona es capaz de entrar a la arteria ovárica y destruir el cuerpo lúteo.



Modificado a partir de Hafez⁽²¹⁾

El patrón de síntesis y liberación de $\text{PGF}_{2\alpha}$ es esencial para que se produzca su efecto luteolítico, la secreción de $\text{PGF}_{2\alpha}$ debe realizarse en forma pulsátil y los pulsos ocurrir en intervalos aproximados de seis horas con el fin de que se origine la luteólisis completa. Si los intervalos en los pulsos aumentan de manera significativa antes de que ocurra este efecto, entonces el cuerpo lúteo se puede recuperar y continuar su función, aunque sea aún nivel bajo en cuanto a su actividad sintética de esteroides (progesterona)^(21,22,25).

Usos prácticos en medicina veterinaria

Las prostaglandinas han sido producidas sintéticamente en forma parcial o total, y se han clasificado en dos tipos:

- Naturales o sea que su fórmula química estructural es idéntica a aquellas que se encuentran en forma natural en el organismo, de tal manera que este no necesita crear nuevos mecanismos de metabolismo, transporte y excreción.^(34,35)
- Análogos esto significa que son prostaglandinas con una fórmula estructural modificada o derivada, las cuales no se encuentran en los organismos vivientes en condiciones normales⁽³⁷⁾.

Se han realizado gran cantidad de estudios fisiológicos, de seguridad, toxicológicos, farmacológicos y metabólicos, tanto en humanos como en animales domésticos, en los cuales se ha demostrado que la $\text{PGF}_{2\alpha}$ no se almacena en los tejidos, su existencia en el cuerpo es sumamente corta y se considera atóxica ya que administrada a dosis altas (incluso 250 mg), solo produce efectos secundarios leves, tal como la elevación de la temperatura corporal que varía de 0.5 a 1.5 °C^(25,33,37).

Las ventajas de los análogos de las prostaglandinas son dobles: Generalmente son más potentes que el agente natural y difieren en sus efectos secundarios. Por ejemplo, el análogo Cloprostenol es más potente que la $PGF_{2\alpha}$ y difiere en su acción sobre la musculatura lisa. No obstante, la $PGF_{2\alpha}$ natural así como los análogos tienen amplios márgenes de tolerancia y seguridad tanto para los animales como para las personas que manejan los preparados^(34,35).

Al administrar prostaglandinas, sea cualquier vía empleada se debe recordar que el tratamiento es capaz de terminar con gestaciones de hasta 5 meses, por lo que se requiere un especial cuidado de que los animales gestantes no sean tratados por equivocación. Con la aplicación de estos sistemas no aumenta la fertilidad del hato, su utilidad es concentrar los celos. Los índices de concepción serán los normales en una primo inseminación, la estación de servicio se puede reducir hasta en unos 15 días, según el sistema aplicado, ya que una gran parte de las hembras quedarán preñadas en el primer día de inseminación^(9,12,14,20,25,35,36,37).

La regresión rápida del cuerpo lúteo es un evento crucial en el ciclo estral bovino, es importante en los animales no preñados con el fin de que vuelvan a entrar en un estado potencialmente fértil tan pronto como sea posible^(12,25,36,37).

La propiedad más importante de la $PGF_{2\alpha}$ en la reproducción es la capacidad de provocar la regresión morfológica y funcional del cuerpo lúteo, por sus efectos venoconstrictores que producen hipoxia. A partir de este conocimiento, su utilización en la práctica reproductiva se ha incrementado paulatinamente (desde 1975 se utiliza como un medio de inducir la regresión del cuerpo lúteo en la vaca), ya que aún cuando no compensa deficiencias nutricionales, sí reduce la duración del ciclo estral^(20,21,22,25,34,35,36).

La $\text{PGF}_{2\alpha}$ se utiliza en algunos procesos reproductivos, tales como:

- Controlar efectivamente el tiempo del estro.
- Tratamiento del sub-estro o calor silencioso
- Sincronización del ciclo estral
- Inducción de aborto
- Inducción del parto después del día 270 de la gestación
- Tratamiento de piometra y metritis
- Expulsión de fetos macerados y momificados
- Cuerpos lúteos persistentes
- Transplante de embriones.

Se sabe que sus propiedades terapéuticas son debidas principalmente al efecto luteolítico de la $\text{PGF}_{2\alpha}$, por lo que todos los usos terapéuticos descritos anteriormente se basan en la destrucción de un cuerpo lúteo; por lo que generalmente se recomienda utilizarla solamente en vacas que tengan un cuerpo lúteo funcional^(20,21,22,25,34,35,36).

Es importante señalar que la inducción del estro con $\text{PGF}_{2\alpha}$, sólo se realiza en presencia de un cuerpo lúteo maduro y funcional, por esta razón, la principal determinante de la respuesta al tratamiento con $\text{PGF}_{2\alpha}$ es la etapa del Diestro en que se encuentran los animales, Diestro temprano (día 5-7 del ciclo estral), Diestro medio (día 8-11) o Diestro tardío (día del 12-15). Por lo tanto existen períodos durante los cuales la administración del producto no manifiesta ningún efecto luteolítico (tabla 3)^(34,35,36).

Tabla 3. Desarrollo y Sensibilidad a $PGF_{2\alpha}$ por parte del cuerpo lúteo

Características	Duración	Sensibilidad	Observaciones
Cuerpo lúteo en desarrollo	4-5 días	No sensible	Animales tratados en este período no manifestarán ninguna respuesta, pero 10 a 12 días después se encontrarán en el período sensible.
Cuerpo lúteo funcional	aproximadamente 12 días	Sensible	Animales tratados durante este período responderán positivamente. En ellos se producirá una ovulación y 10 a 12 días más tarde se encontrarán nuevamente en el periodo sensible.
Cuerpo lúteo en regresión	4 a 5 días	No sensible	Un tratamiento en este período no tendrá efecto, ya que el cuerpo lúteo está regresando naturalmente y el desarrollo folicular está en sus comienzos. También estos animales se encontrarán en el periodo sensible 10 a 12 días más.

Medina Torres⁽³⁵⁾

Los eventos hormonales que se manifiestan después de la administración de prostaglandinas se corresponden con los que aparecen durante un estro natural. Si la sustancia no controla el ciclo con eficacia; como se muestra en la tabla 2 la efectividad del tratamiento depende del grado de desarrollo del cuerpo lúteo, si se administra el tratamiento antes del día 5 o después del 18; o sea, durante un tercio de la duración del ciclo, en un hato ganadero todas aquellas vacas que se encuentren dentro de estos días no presentan efecto por estar cerca de presentar el estro o acaban de presentarlo (2 días antes o 4 después del estro) y la inyección de $PGF_{2\alpha}$ no es luteolítica en este grupo por que no tienen cuerpo lúteo funcional, pero si se hace un segundo tratamiento 10 días después, éstas vacas estarían entre los días 4 y 17 del ciclo estral. Los dos tercios de las vacas que inicialmente están entre los días 4 y 17 del ciclo, la primera inyección de $PGF_{2\alpha}$ causará luteólisis en ellas y el estro, se esperará entre los dos y cinco días siguientes al tratamiento (aunque se presenta con mayor frecuencia entre las 72 y 96 horas posteriores^(20,25,31,35)).

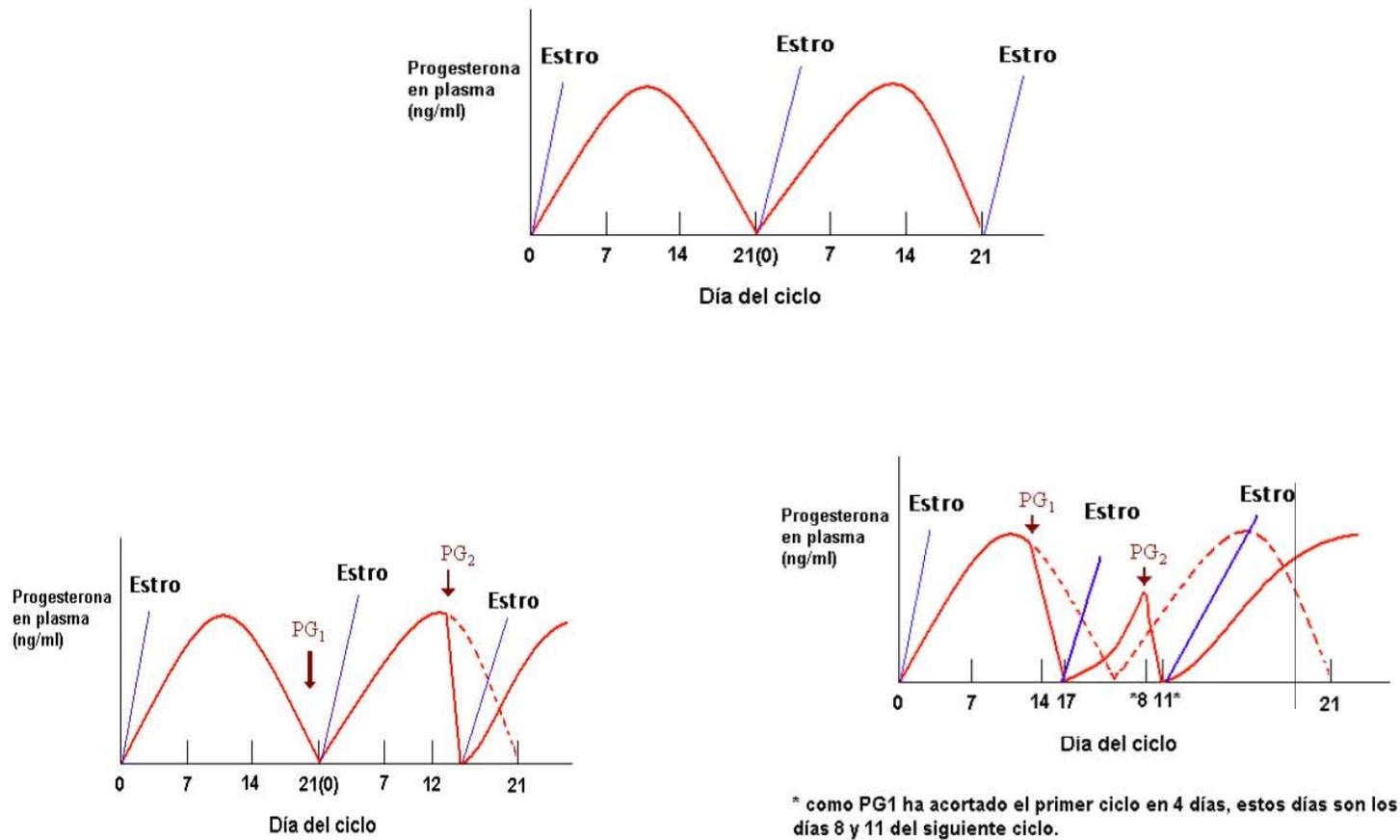


Figura 3. Principios de la utilización de prostaglandinas, en la figura superior se observan los cambios en las concentraciones de progesterona durante dos ciclos estrales naturales; en la parte inferior se muestran los efectos que causa la aplicación de prostaglandinas en las distintas fases del ciclo estral. Izquierda Fase Lútea y derecha Fase Folicular. PG₁ Primera aplicación de prostaglandina, PG₂ segunda aplicación de prostaglandina. Línea continua perfil de progesterona, Línea discontinua perfil de progesterona si no se administra tratamiento⁽¹²⁾.

Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH)

La GnRH es un decapeptido sintetizado en la porción medio basal del hipotálamo, es secretado de forma pulsátil por las células neurosecretoras hipotalámicas, que estimulan a las células específicas llamadas "Gonadotropas", localizadas en la hipófisis anterior. La GnRH se une a receptores gonadotrópicos de alta especificidad, para estimular la liberación y biosíntesis de LH y FSH que a su vez provocan la síntesis de esteroides gonadales y gametogénesis. De esta forma, la GnRH juega un papel crucial al regular la actividad ovárica durante el ciclo estral normal de la vaca, así como el de iniciar la actividad gonadal antes de la aparición de la pubertad y después de los periodos de anestro^(20,21,22,26,37,38,39,40,41).

El uso clínico del GnRH deberá estar basado en una completa comprensión de los efectos que induce en el sistema reproductivo, este efecto comprende la liberación de LH y FSH⁽³⁸⁾.

La GnRH ha estado disponible en forma comercial por aproximadamente 20 años, alteraciones en la estructura química de la molécula natural de GnRH han llevado a la manufactura de potentes agonistas de GnRH. La potencia varía con la secuencia de los aminoácidos y con la substitución en la posición de ellos con otros aminoácidos específicos^(37,39).

En la vaca en anestro, frecuentemente se administra una sola dosis de GnRH para inducir la ovulación, el resultado de este tratamiento depende de la presencia de un folículo con cierto grado de desarrollo. El error más frecuente consiste en que este tratamiento se aplica a vacas que están amamantando, de menos de 60 días posparto y subalimentadas, las cuales se encuentran en anestro funcional con ausencia de desarrollo folicular apreciable, en estos casos el GnRH es incapaz de estimular el inicio de la actividad ovárica. Si bien esta hormona puede estimular el desarrollo folicular y posteriormente la ovulación solo lo logra si se administra en forma pulsátil a intervalos de una a dos horas durante 48 a 72 horas, lo cual es totalmente impráctico^(32,41).

Son muy populares los tratamientos con GnRH al momento de la inseminación. Esta forma de enfrentar la falla en la concepción se fundamenta en el concepto de que las hormonas sincronizan la ovulación con el momento de la inseminación mejorando las tasas de concepción, previenen problemas de ovulación retardada y mejora el desarrollo del cuerpo lúteo^(39,40,41).

La sobrevivencia embrionaria depende de una correcta sincronía entre el embrión y la madre. Para que la gestación se desarrolle normalmente, se debe establecer un efectivo mecanismo para el reconocimiento materno que evite la regresión del cuerpo lúteo durante los días 15 a 17 posinseminación, para lograrlo el embrión produce sustancias específicas que previenen la luteólisis lo que de otra forma podría desencadenar el fin del ciclo estral. El embrión produce y libera una proteína específica de la gestación, el interferon τ (INF τ). El mecanismo de la inhibición de la luteólisis por el INF τ implica la inhibición de los receptores de oxitocina en el epitelio luminal del útero y la inducción de la síntesis de un inhibidor de prostaglandinas^(39,40,41).

Si se retrasa el desarrollo embriológico ocurre que el crecimiento del embrión y el progreso del ciclo estral materno no están sincronizados, Esto se puede presentar por dos razones, un retraso en la ovulación que da como resultado la fertilización de óvulos envejecidos provenientes de un período de dominancia folicular prolongado, ocasionando una menor fertilidad del óvulo y por realizar una inseminación tardía provocando una menor capacidad de desarrollo embrionario el cual se asocia con una insuficiente producción del interferon τ y por lo tanto falla en la inhibición de la luteólisis y pérdida del embrión^(39,40,41).

Se ha propuesto que uno de los factores que contribuye a la falla en la concepción es la incapacidad del embrión para evitar la regresión del cuerpo lúteo. La inhibición de la cascada de la secreción de $\text{PGF}_{2\alpha}$ podría mejorar los porcentajes de concepción, ya que al embrión se le daría más tiempo para alcanzar el estado óptimo de desarrollo que le permita establecer eficientemente el mecanismo de reconocimiento materno de la gestación. Este es el principio de los tratamientos con GnRH durante los días 12 – 14 posinseminación^(39,40,41).

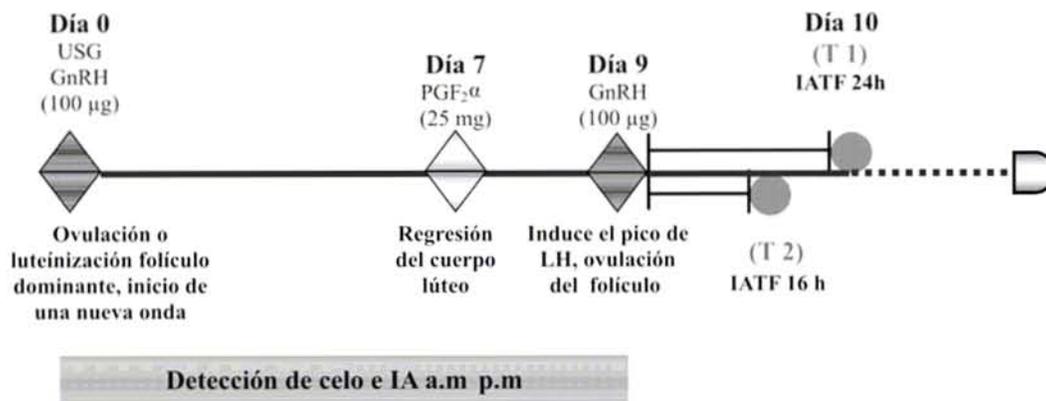
Una de las estrategias para incrementar la sobrevivencia de embriones retrasados en su desarrollo estriba en demorar la regresión natural del cuerpo lúteo, proporcionando más tiempo al embrión para que alcance el desarrollo requerido y genere por él mismo el reconocimiento materno de la gestación. Uno de los tratamientos propuestos radica en la eliminación de la fuente de estradiol mediante la luteinización de los folículos estrogénicos lo que se consigue a través de la administración de GnRH. Estos tratamientos han demostrado eficacia en la luteinización folicular; sin embargo no ha habido un efecto significativo sobre el alargamiento de la fase lútea y mejoramiento en la fertilidad^(38,40,41).

Combinación de GnRH - PGF_{2α}

La sincronización del estro con GnRH seguida por prostaglandina en un intervalo de 7 días es una opción adicional para la crianza controlada. El GnRH exógeno puede jugar un papel regulador programando el desarrollo folicular por la inyección de un análogo de GnRH y la regresión del cuerpo lúteo por medio de la inyección de PGF_{2α}. Tal programa reduce la probabilidad de que el estro inducido sea consecuencia de que un folículo estrogénico que haya sido retenido en el ovario por un periodo considerable de tiempo el cual podría conducir a una reducción en la fertilidad. El tratamiento de 7 días es un conveniente para visitar semanalmente las granjas con un programa de manejo reproductivo saludable^(10,12,16,20,21,31,32,35,39,40,41).

Tratamiento practicado por Pursley, abarca a vacas y vaquillas con estados aleatorios del ciclo estral, según el protocolo mostrado en la figura 4.

FIGURA 4. Representación Esquemática del protocolo OVSYNCH, tiempo y propósito de las inyecciones hormonales y momento de la inseminación artificial.



Pursley⁽¹⁴⁾

La primera inyección de GnRH está indicada para inducir a la ovulación y a la formación de un nuevo o accesorio cuerpo lúteo y una nueva onda folicular. Los cuerpos lúteos que surjan luego están destinados a regresar por la prostaglandina y el animal ovula un día después de la segunda inyección de GnRH^(9,10,12,14,16,20,21,31,32,35,39,40,41).

OBJETIVOS

Objetivo general del programa de servicio social titulación.

Obtener una capacitación Teórico-Práctica especializada en el área de reproducción bovina, para comprender de manera objetiva las prácticas y actividades que se realizan con el fin de mejorar las variables de evaluación reproductiva.

Objetivo académico

Aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación académica, para formar un criterio apropiado en la evaluación reproductiva del ganado bovino productor de leche.

Objetivo social

Proporcionar a los productores una herramienta adicional que permita mejorar las condiciones reproductivas en sus explotaciones para mantener una saludable situación financiera.

Objetivo específico

Analizar el efecto que tiene el uso de tratamientos hormonales aplicados en el postparto temprano en un hato productor de leche especializado y su repercusión sobre la eficiencia reproductiva por medio de la obtención de los siguientes parámetros reproductivos:

- Días a primer servicio.
- Porcentaje de fertilidad a primer servicio.
- Días al servicio fértil.
- Número de Servicios por Concepción.

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Las actividades se realizaron dentro de las instalaciones del Complejo Agropecuario Industrial S.A. (CAITSA), en el municipio de Tizayuca, el cual se localiza al sur del Estado de Hidalgo.

La ubicación exacta del municipio de Tizayuca, según sus Coordenadas geográficas son: Al Norte 19° 54', al Sur 19° 47' de latitud norte; al Este 98° 54' y al Oeste 99° 01' de longitud oeste. Se encuentra a una Altitud de 2260 m.s.n.m^(42,43).

El municipio de Tizayuca colinda al Norte con el municipio de Tolcayuca; al Este con la Villa de Tezontepec; al Sur y al Oeste con el Estado de México^(42,43).

Su Clima es de tipo Cw, según la clasificación de Köepen (C, Templado húmedo. w, Subtipo de Templados Subhúmedos con lluvias en verano) que es el clima característico del altiplano de la Republica Mexicana. La temperatura media anual va de 14.9°C a 16.3°C, con una mínima de 3.4°C y una máxima de 33.0°C^(42,43).

Las actividades se llevaron a cabo en el Área de Reproducción de lunes a viernes en un horario de 8:00 a.m. a 2:00 p.m. Asistiendo a los Médicos Veterinarios Zootecnistas Marco Antonio Oropeza Almazán y Sergio Benítez Sánchez, quienes son miembros del Grupo Impulsor Pecuario Especialistas en Bovinos (GIPEB).

Debido a que en los sistemas intensivos de producción de leche, se requiere de programas estrictos, conducentes a lograr la meta reproductiva más importante que es: "lograr que las vacas tengan un parto cada 12 – 12.5 meses". Para alcanzar esta meta las vacas tienen que quedar gestantes en los siguientes 90 a 105 días posparto; esta meta tan ambiciosa depende de cuatro factores fundamentales 1.- El reinicio de la actividad ovárica posparto, 2.- El tiempo necesario para completar la involución uterina, 3.- La eficiencia en la detección de estros y 4.- La fertilidad obtenida en cada servicio.

Con el fin de que estos cuatro elementos ocurran dentro de los tiempos y parámetros ideales, los médicos encargados del manejo reproductivo deben de hacer un seguimiento desde el momento del parto hasta que se logre establecer una nueva gestación. Es por esta razón que en cada establo se revisan rutinariamente cuatro grupos de vacas.

1. Vacas posparto
2. Vacas en anestro
3. Vacas para diagnóstico de gestación
4. Vacas problema

Para incluir a las vacas en uno de estos cuatro grandes grupos, en cada establo y con un día de anticipación, se revisan las tarjetas de control individual, en donde se encuentran registrados todos los eventos reproductivos relevantes. Los criterios que se tomaron para seleccionar a las vacas que serán objeto de revisión fueron:

- Vacas con 20 días posparto.
- Vacas con retención placentaria.
- Vacas con puerperio patológico (Metritis, Piometra).
- Vacas para diagnóstico de gestación (40 días post-servicio).
- Vacas con gestación confirmada (7 meses).
- Vacas problema (que han recibido mas de 3 servicios).

En el día y hora en que fué programada la visita, el encargado del establo separa en el corral de manejo a todas aquéllas vacas seleccionadas previamente, también fué necesario tener a disposición las tarjetas de control reproductivo de cada vaca, así como los todos los materiales y medicamentos que utilizaremos durante la visita.

Al llegar al establo se procede a identificar la tarjeta de control de la vaca en turno y se lee en voz alta la última anotación hecha en ella para orientar al médico sobre la situación o problema que pudiera presentar el animal. La descripción de los hallazgos al examen tocológico por parte del MVZ se describe mediante claves reproductivas que se registran en las tarjetas de control reproductivo. Basándonos en estos hallazgos se aplica el tratamiento indicado por el médico, el mismo que debe ser también anotado en la tarjeta de control. Este procedimiento se realiza a cada uno de los animales seleccionados.

Se realizó el examen tocológico en las vacas con la finalidad de familiarizarse con las diferentes estructuras anatómicas del aparato reproductor de la hembra bovina, para comprender su funcionamiento y poder realizar de forma adecuada su exploración.

En animales que presentaron alguna afección uterina se realizó el examen tocológico para determinar el tipo de inflamación que presentaba y se aplicaba un pequeño masaje al útero para identificar el tipo de contenido presente. El tratamiento de la endometritis clínica es la utilización de $\text{PGF}_{2\alpha}$ (500 mcg de Cloprostenol sódico^(*1) o 25 mg de Dinoprost Trometamina^(*2) ⁽⁵¹⁾). La teoría que justifica su utilización es que si se administra durante la fase luteal del ciclo ovárico, acelera el retorno del celo y al mismo tiempo reduce el periodo durante el cual el sistema genital está bajo la influencia de la progesterona. Antes de cada tratamiento es importante que se haga la palpación por vía rectal de los ovarios para identificar la presencia del cuerpo lúteo.

La infusión intrauterina de Oxitetraciclina^(*3) a dosis de 1.5 gr/infusión, administrando 30 ml sin diluir, es el antibiótico más utilizado y eficaz para resolver la endometritis ya que no la inhibe la presencia de exudado o sangre, por vía intrauterina tiene escasa absorción hacia el organismo. En aquellas vacas con retención placentaria se intentó el retiro manual, si esto no era posible solo se recortó y enseguida se aplicó un tratamiento similar al aplicado para la endometritis pero en lugar de utilizar la infusión se colocaron de 4-6 bolos intrauterinos^(*4) (18,19).

Se apoyó en la resolución de algunos partos distócicos que se presentaron durante el servicio. Para emitir un diagnóstico certero, es necesario realizar un examen obstétrico minucioso, para recopilar el mayor número de datos que nos permitan determinar si la distocia es el resultado de alteraciones maternas o fetales. Si al examen tocológico rectal se comprobó que el problema es originado por la estática fetal se intentó su resolución utilizando las maniobras obstétricas básicas, cuando la aplicación de dichas maniobras resultó insuficiente para corregir dicho problema entonces, como último recurso procedíamos a realizar la operación cesárea.

(*1) Sincrocio® Laboratorio Ourofino

(*2) Lutalyse® Lab. Pharmacia & Upjohn Dinoprost

(*3) Emicina Líquida®. 50mg/ml. Laboratorios Pfizer

(*4) Bolos uterinos sulfa-urea®. Laboratorio Aranda

CUADRO METODOLÓGICO

La presente evaluación se realizó en el Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca (CAITSA), ubicado en el km 57 de la carretera federal número 85 México-Pachuca en el Estado de Hidalgo. En CAITSA, tradicionalmente se trabaja bajo un sistema de producción intensiva.

Se seleccionó uno de los establos con la finalidad de conocer cuales eran las ventajas de la aplicación de productos hormonales al ganado durante el posparto y para mejorar la eficiencia reproductiva. Lo anterior para responder al interés del propietario.

Se utilizaron los registros reproductivos de un total de 82 vacas Holstein Friesian que parieron entre octubre del 2005 y enero del 2006 de las cuales se conformaron 3 grupos de acuerdo al tipo de administración hormonal recibida durante el posparto. Grupo 1.- Control (n = 29) Sin tratamiento hormonal; Grupo 2.- (n = 37) Aplicación de GnRH^(*6) y PGF_{2α}^(*1) y Grupo 3.- (n = 16) Aplicación de PGF_{2α}^(*1).

En el Grupo 1 se utilizaron los registros reproductivos de vacas sin desórdenes reproductivos durante el posparto e inseminadas bajo la presencia de celo natural después del periodo de espera voluntario (PEV = 60 días). En relación a grupo 2, se seleccionaron los registros reproductivos de vacas que recibieron la aplicación de . 100 mcg GnRH^(*6) entre los días 50 – 55 posparto y 7 días después la aplicación de 500 mcg de PGF_{2α}^(*1) e inseminadas a estro detectado. Las tarjetas reproductivas del grupo 3 contenían la información de la aplicación de 500 mcg de PGF_{2α}^(*1) entre los días 7 y 14 posparto y con intervalos de 11 días para las siguientes aplicaciones hasta el PEV.

Los parámetros reproductivos evaluados fueron: Días a primer servicio (DPS) y porcentaje de fertilidad (% F) al primer servicio, Así como los Días al servicio fértil (DSF) y número de servicios por concepción (NSC).

(*6) Libera-Gon[®], Laboratorios Virbac

(*1) Sincrocio[®], Laboratorio Ourofino

Análisis estadísticos

Las variables dependientes fueron analizadas, mediante un diseño con diferente número de observaciones utilizando el procedimiento del Modelo Lineal General (GLM) y las medias fueron comparadas por el procedimiento de Fisher de Diferencia de Mínimos Cuadrados con la opción PDIFF, utilizando el paquete Statistical Analysis System SAS (1988). Para evaluar los DPS, DSF y NSC, se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_i = \mu + A_i + e_i$$

en donde: Y_i . = Variable dependiente
 μ = Media de la población.
 A_i . = Efecto del i-ésimo tratamiento.
 e_i . = Error experimental.

Y para determinar el porcentaje de fertilidad a primer servicio posparto se utilizó la técnica estadística de **Ji cuadrada**, que es útil en el análisis de frecuencias.

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

RESULTADOS

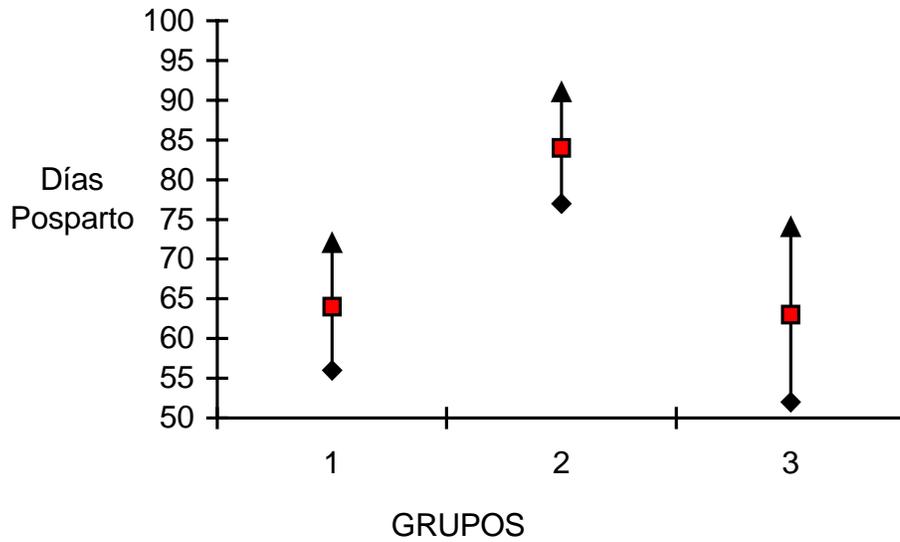
En el Cuadro 1 se presenta el resumen general del número de días transcurridos al primer servicio posparto y el porcentaje de Fertilidad correspondiente en los diferentes grupos de acuerdo a la información obtenida de las tarjetas reproductivas.

Cuadro 1.- Promedio de los días al primer servicio posparto y porcentaje de fertilidad en vacas Holstein Friesian tratadas con hormonales durante el posparto.

	Grupos		
	1	2	3
Número de registros	29	37	16
Días a primer servicio	64a ± 4.30	84b ± 3.80	63a ± 5.78
Porcentaje de fertilidad	55.17a	45.95b	25.00c

Letras diferentes en el mismo renglón presentan diferencias estadísticas (P<0.05)

A partir de los registro reproductivos se determinó que de manera general que las vacas fueron inseminadas por primera vez a los 73 días posparto y que se presentaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$), en donde las vacas incluidas en el grupo 2 recibieron la primera inseminación posparto en un tiempo más tardío en comparación con los otros grupos (Gráfica 1).



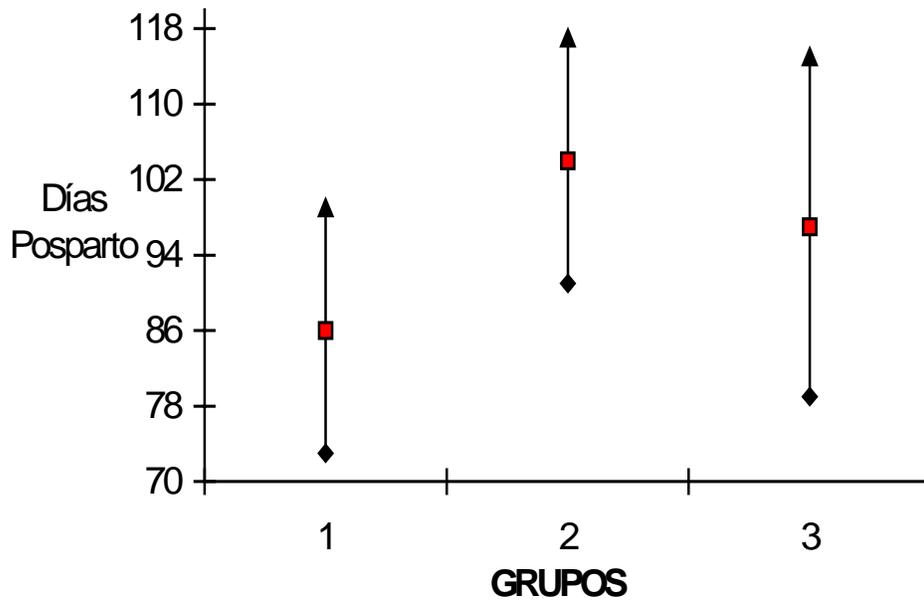
Gráfica 1.- Días al Primer Servicio posparto en vacas Holstein-Friesian

La información relacionada con la eficiencia reproductiva general a través de los parámetros días a primer servicio, servicio fértil y número de servicios por concepción se detalla en el Cuadro 2.

	Grupos		
	1	2	3
Número de registros	29	37	16
Días a primer servicio	64a ± 4.30	84b ± 3.80	63a ± 5.78
Días al servicio fértil	86 ± 6.68	104 ± 6.81	97 ± 9.27
Servicios por concepción	1.5 ± 0.15	1.5 ± 0.15	2.0 ± 0.21

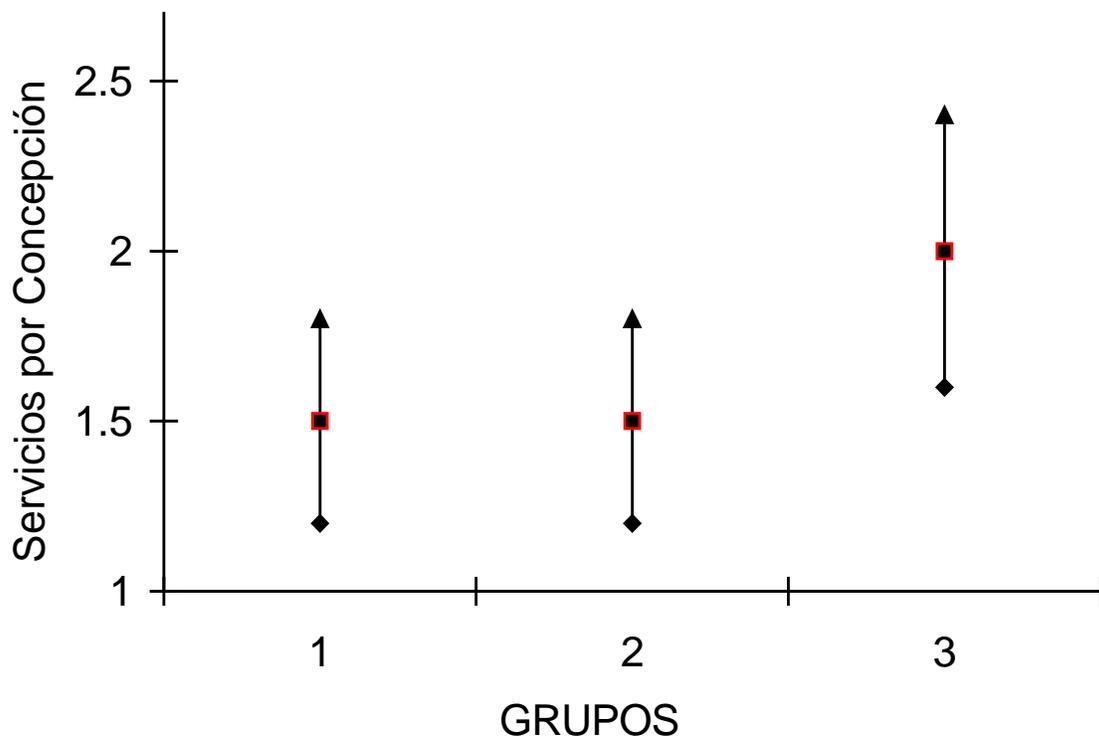
Letras diferentes en el mismo renglón presentan diferencias estadísticas (P<0.05)

En lo que concierne al número de días transcurridos desde el último parto al servicio fértil, el promedio general obtenido fué 95 días, los resultados no muestran diferencias estadísticas significativas a un nivel ($P > 0.10$) entre grupos (Gráfica 2).



Gráfica 2.- Días al servicio fértil en vacas Holstein-Friesian

El promedio general obtenido para el número de servicios por concepción fue 1.6 servicios, en donde no se presentaron diferencias estadísticas, entre los tres grupos y las variaciones de los resultados no dependieron del tipo de tratamiento aplicado ($P > 0.10$) (Gráfica 3).



Gráfica 3.- Servicios por concepción en vacas Holstein- Friesian

DISCUSIÓN

El análisis integral de los resultados obtenidos de las tarjetas de control reproductivo indica que existió diferencia estadística relacionado al tipo de tratamiento recibido en los animales. El promedio general de la primera inseminación fue a los 73 días, en el grupo 2 ésta se realizó 20 días después, lo que nos indica que una proporción de animales tratados con la combinación GnRH- PGF_{2α} no mostraron calor al final del tratamiento, datos similares fueron reportados por Sepúlveda⁽⁴⁶⁾ en el 2003 en donde el grupo sincronizado recibió el Primer Servicio 31 días después en comparación con su grupo control. Por otra parte Lozano⁽⁴⁷⁾ utilizando un tratamiento similar reporta 64 días al Primer Servicio, el Ideal recomendado por Salvador Ávila⁽¹¹⁾ es de 70 días. De acuerdo a la clasificación descrita por Domecq⁽⁴⁴⁾ en 1991 el establo se ubica con un nivel adecuado para el grupo 1 y 3 mientras que el grupo 2 presenta problemas ligeros.

Las investigaciones han demostrado que las tasas de concepción son reducidas cuando las vacas son servidas antes de los 50 días posparto, estas se incrementan un poco después de los 50 días tiende a estabilizarse hasta en un 60% en los ciclos ocurridos después de 60 días posparto. En nuestro estudio el grupo 1 de animales sin problemas al posparto obtuvo un 55.17%. Sepúlveda⁽⁴⁶⁾ reporta un 50% para animales sanos y un 47.5% para animales sincronizados con GnRH y 7 días después PGF_{2α}. Nosotros en el grupo 2 obtuvimos un 45.95% y en el grupo 3 un 25% cabe resaltar que Zain⁽⁴⁸⁾ en el 2003 describe un 27% para animales con varias dosis de prostaglandinas y problemas durante el posparto temprano.

Los animales incluidos en este estudio en promedio quedan gestantes a los 95 días posparto, los tratamientos no manifestaron influencia en este parámetro, aún así no se rebasa el intervalo de 95 – 115 días rango que es considerado como óptimo para no alargar el intervalo entre partos.

Algunos autores como Alba⁽¹⁰⁾, clasifican a los servicios por concepción en cuatro categorías que van de Excelente cuando es menor a 1.5 servicios, Bueno cuando va de 1.5 a 1.9 servicios, Medio cuando es de 2 a 2.3 servicios y Malo cuando es mayor a 2.4 servicios. La media nacional es de 2.1 servicios por concepción y para el ganado bovino lechero del altiplano mexicano y de 2.7 como promedio⁽⁴⁵⁾. Rodríguez y Arizmendi⁽¹³⁾ reportan 2.19 y Guerrero⁽³⁰⁾ reportaron 2.7 para la cuenca lechera de Tizayuca. Por lo tanto aunque no se manifestó diferencia estadística para este parámetro los datos obtenidos se mantienen dentro de un rango aceptable.

CONCLUSIONES

Los tratamientos hormonales (GnRH- $\text{PGF}_{2\alpha}$ y $\text{PGF}_{2\alpha}$), parecen no mostrar efectos benéficos si estos son implementados en el posparto temprano e incluso su uso, resulta poco o nada rentable, si se desea establecer este tipo de tratamientos en forma rutinaria para todos los animales como medida de medicina preventiva. Sin embargo, no se debe subestimar los efectos benéficos que el uso de estas herramientas representa, pues aplicados de forma racional, representan un gran aliado para reingresar al proceso reproductivo a todas aquéllas vacas que hayan tenido complicaciones durante el posparto.

Cabe mencionar que el informe de mi servicio social titulación refleja solo una parte formativa en el área reproductiva de los bovinos productores de leche, es importante resaltar que la experiencia práctica adquirida durante este periodo tiene un valor incalculable.

BIBLIOGRAFÍAS

1. Dávalos JL. La producción de leche en México: Un enfoque Socioeconómico. Imagen Veterinaria 2001: 1; 3: 11-21.
2. Cano HG., Escamilla GI. Situación de la ganadería lechera en México. Memorias del XVI Congreso Nacional de Buiatría Asociación Memorias del XVI Congreso Nacional de Buiatría. 1991 Agosto, Veracruz México. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos AC, 1991.
3. García LA. Las importaciones mexicanas de leche descremada en polvo en el contexto del mercado mundial y regional. USA: Dairy Export Council, 1996.
4. Boltivnik J., Hernández LE. Pobreza y distribución del ingreso en México. México Siglo Veintiuno, 1999.
5. Bath L. Donald. Ganado lechero. Principios, prácticas, problemas y beneficios. 2da edición. Editorial Nueva Editorial Interamericana. México, 1985.
6. Galina C., Valencia J. Reproducción de animales domésticos. Limusa Noriega. México 1986.
7. Cavazos F. Criterios para evaluar la eficiencia reproductiva. Acontecer lechero. 2004; III, 8: 36-40.
8. Cano L. Manual práctico de manejo del hato lechero (Tesis Licenciatura). Estado de México (Cuautitlán) México: UNAM, FES Cuautitlán, 2000.
9. Fernández de Córdoba L. Reproducción aplicada en el ganado bovino lechero. Editorial Trillas. México. 1993.
10. Alba J. Reproducción animal. Ediciones Científicas, La Prensa Médica Mexicana SA: México, 1985.
11. Ávila S. Producción intensiva de ganado lechero. Compañía Editorial Continental. 5ª impresión México DF, 1990.
12. Peters AR., Ball DJH. Reproducción del ganado vacuno. Editorial Acribia: Zaragoza España 1991.
13. Rodríguez A., Arizmendi NE. Producción bovina. (Área reproducción). Informe de servicio social, licenciatura UNAM, FES Cuautitlán México 1995.

14. Gordon I. Reproducción controlada de Ganado vacuno y búfalos. Edit. Acribia. Zaragoza España. 1996.
15. James DF., Galligan DT. Reproduction in dairy herds. Proceedings Danish Veterinary Society. Askov. Denmark 1994.
16. Cavazos F. Manejo reproductivo de hatos lecheros bajo sistemas intensivos. Memorias del X Curso Internacional de Reproducción Bovina. Mayo 17-19. UNAM, FMVZ, México DF 2004: Memorias en formato electrónico CD.
17. Cervantes JM. Producción bovina. Evaluación reproductiva de un establo productor de leche de la cuenca lechera de Tizayuca, Estado de Hidalgo (Informe de servicio social, licenciatura). Estado de México (Cuautitlán) México: UNAM, FES Cuautitlán, 1996.
18. Luna-Orozco SA., Melgarejo-Velásquez JP., Ávila-García J. Disminución de los días abiertos en el ganado lechero que presenta metritis mediante la aplicación de estrógenos o prostaglandinas a los 30 días postparto. Memorias del XVI Congreso Nacional de Buiatría. Veracruz México. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos AC, 1991.
19. Villeda L. Producción Bovina. Análisis de la eficiencia reproductiva en vacas con afección uterina en el periodo del puerperio. Informe de servicio social, Licenciatura, UNAM, Cuautitlán Izcalli. Estado de México 1998.
20. Aréchiga C., Galina C., Hernández J., Porras A., Rangel L., Saharrea A., Valencia J., Zarco L. Mejoramiento Animal, Reproducción, Bovinos. 2da edición; UNAM, FMVZ, División Universidad Abierta a Distancia y Educación Continua (SUAED): México, DF. 2005.
21. Hafez ESE. Reproducción e inseminación artificial en animales. 6ta edición. McGraw-Hill Interamericana. México 1993.
22. Cunningham G. Fisiología veterinaria. 3ra edición. Editorial. Elsevier España 2003.
23. Gallegos S., Escobedo F., Tejada S., Pérez R. Dinámica folicular durante el periodo postparto en vacas. Memorias del X Curso Internacional de Reproducción Bovina. Mayo 17-19. UNAM, FMVZ, México DF 2004: Memorias en formato electrónico CD.

24. Zarco LA., Hernández J. Momento de ovulación y efecto del intervalo entre el inicio del estro y la inseminación artificial sobre el porcentaje de concepción de vaquillas Holstein. Veterinaria México. 27:279-283. 1996.
25. Ruiz JA., Hernández J., Guarneros J., Ortiz O. Regresión del cuerpo lúteo y presentación del estro en vacas Holstein tratadas con D-Cloprostenol. Sexto curso Internacional de Reproducción Bovina. Centro médico Nacional "Siglo XXI" 1995.
26. Peters A., Lamming E. Hormone patterns and reproduction in cattle. In Practice. Aspectos reproductivos de los bovinos productores de leche. FMVZ mayo 1985.
27. Posadas E., Quiroz MA., Olguín A., Reza LC., Cano P., Cruz F. Sistema de producción animal I. Vol. 2. 2da Edición. México. UNAM. FMVZ. SUAED. 2002.
28. Hernández M., Briseño R., Raigosa G. Pérdidas económicas debidas al aspecto reproductivo en hatos de la comarca lagunera. Memorias del XIX Congreso Nacional de Buiatría; 1995 agosto 24-26 Torreón (Coahuila) México. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, A C 1995.
29. Ptaszynska M. Psychopathology and therapeutic in bovine puerperium, criteria for selection of endometritis treatment. Memorias del II Simposio Nacional de Infertilidad en la Vaca Lechera y III Congreso Internacional de Médicos Veterinarios Zootecnistas Especialistas en Bovinos de la Comarca Lagunera; noviembre 6-8; UNAM, FMVZ, Asociación de Médicos Veterinarios Zootecnistas Especialistas en Bovinos de la Comarca Lagunera, AC: México DF, 2003.
30. Guerrero C. Producción Bovina. Evaluación reproductiva en seis hatos de ganado Holstein localizados en la Cuenca Lechera de Tizayuca, Estado de Hidalgo. Informe de Servicio Social, Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM. 1996.

31. Ptaszynska M. Strategies for improvement of fertility in cattle. Memorias del II Simposio Nacional de Infertilidad en la Vaca Lechera y III Congreso Internacional de Médicos Veterinarios Zootecnistas Especialistas en Bovinos de la Comarca Lagunera; noviembre 6-8; UNAM, FMVZ, Asociación de Médicos Veterinarios Zootecnistas Especialistas en Bovinos de la Comarca Lagunera, AC: México DF, 2003.
32. Santos JE. Estrous detection and methods to maximize reproductive performance in dairy cattle. Memorias del XXIX Congreso Nacional de Buiatría; 2005 agosto 11-13 Puebla, México. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC 2005.
33. Hernández J., Morales JS. Falla en la concepción en el ganado lechero: Evaluación de terapias hormonales. Veterinaria México 2001.
34. García JG. Evaluación de un programa reproductivo en base a la aplicación de un análogo sintético de la Pgf_{2α} (Cloprostenol), en vacas Holstein durante el posparto En la cuenca lechera de Tizayuca Hidalgo. (Tesis Licenciatura). Estado de México (Cuautitlán) México: UNAM, FES Cuautitlán. 1997.
35. Medina A. El uso de las prostaglandinas en la sincronización del estro en bovinos y un estudio sobre sus posibilidades de aplicación en nuestra industria ganadera. (Tesis Licenciatura). UNAM, FMVZ, México DF 1978.
36. Sánchez N. Inducción del estro con prostaglandinas en vacas Holstein Friesian en el Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca Hidalgo (Tesis licenciatura) UNAM. FMVZ. DF México. 1980.
37. Sumano H., Ocampo L. Farmacología Veterinaria. 2da Edición. McGraw-Hill Interamericana. México. 1997.
38. Drost M. Gonadotropin releasing hormone. Therapy in cattle. VI curso de reproducción bovina. México DF 1999.
39. Carrizal JE., Posadas ME., Ávila GJ. La Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH) y Prostaglandina sintética en el posparto temprano sobre la eficiencia reproductiva en vacas Holstein Friesian. Memorias del XIX Congreso Nacional de Buiatría; 1995 agosto 24-26; Torreón (Coahuila). México (DF) Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC, 1995.

40. Moller K., Fielden ED. Pre-mating injection of analogue of gonadotropin releasing hormone and pregnancy rates to first insemination. Nz Vet. J. 29 1981.
41. Stevenson JS., Schmidt MK., Call EP. Gonadotropin-releasing hormone and conception of Holstein. J. Dairy Science 67: 140-145. 1984.
42. Tizayuca Estado de Hidalgo. Cuaderno Estadístico Municipal, Edición 1995. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Hidalgo Gobierno del Estado. H. Ayuntamiento Constitucional de Tizayuca. México 1996.
43. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. División Territorial del Estado de Hidalgo de 1810 a 1995. INEGI, Edición 1996: 3.
44. Domecq J., Nebel R., Pasquino A. Expert system for evaluation of reproductive performance and management. Journal Dairy Science 74:3446 1991.
45. Enciso OR., Martínez OA., Muñoz-Mendoza C., Medina DR., Córdova IA. Evaluación analítica de la eficiencia reproductiva de un hato lechero a partir de registros reproductivos. Memorias del VIII Curso Internacional de Reproducción Bovina UNAM, FMVZ24-27 mayo, México DF 1999.
46. Sepúlveda N., Risopatrón J., Rodríguez F., Rodero E. Fertilidad en vacas lecheras asociada a la sincronización de celos e inseminación a tiempo fijo utilizando GnRH y PGF_{2α}. Revista Científica, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Zulia 13 (3) 182-186 Maracaibo Venezuela 2003.
47. Lozano DR. Factor liberador de las gonadotropinas y las prostaglandinas en el posparto temprano de vacas lecheras. Memorias del XXI Congreso Nacional de Buiatría; 1997 Julio, Colima, México.
48. Zain AE. Effect of combined use of GnRH and PGF_{2α} on reproductive efficiency in dairy cows with puerperal endometritis. Assiut Veterinary Medical Journal 49 (96) 262-274 Assiut, Egypt, Faculty of Veterinary Medicine, Irbid, Jordan 2003.