

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN C-4

**EL EFECTO DE UN PROGRAMA DE PRESINCRONIZACIÓN CON  
PROSTAGLANDINAS F<sub>2</sub> α EN VACAS LECHERAS ( HOLSTEIN-  
FRIESIAN ) SOBRE LA FERTILIDAD AL PRIMER SERVICIO".**

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PRESENTA:

SERGIO MUÑOZ ACOSTA.

ASESORES:

M.V.Z. JAVIER HERNÁNDEZ BALDERAS  
Dr. FERNANDO OSNAYA GALLARDO

ASESOR EXTERNO: M.V.Z. E.P.A.B. CARLOS GARCÍA ORTIZ

CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO.

2005

m.340579



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.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Sergio Muñoz

FECHA: 25 de Octubre del 2004

FIRMA: Sergio Muñoz

052043.01



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
 P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
 Jefe del Departamento de Exámenes  
 Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

El Efecto de la Presincronización con Prostaglandina F2 alfa  
en Vacas Lecheras (Holstein-Friesian) en la Fertilidad al  
Primer Servicio.

que presenta el pasante: Sergio Muñoz Acosta  
 con número de cuenta: 9404021-0 para obtener el título de:  
Médico Veterinario Y Zootecnista.

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE  
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 8 de Noviembre de 2003

PRESIDENTE	<u>MVZ. Ruperto Javier Hernández R.</u>	
VOCAL	<u>Dr. A. Enrique Esperón Sumano</u>	
SECRETARIO	<u>Dr. Carlos Gerardo García Tovar</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>MVZ. Wilson P. Medina Barrera</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>MVZ. Rocío Silva Mendoza</u>	

## **DEDICATORIAS**

A mis padres: Zenaido Muñoz Fuentes y Casimira Acosta González por darme la vida, guiarme por el camino correcto y darme su apoyo incondicional en las buenas y las malas, muchas gracias a los dos por todo su apoyo, confianza y paciencia.

A mi esposa: Idalia López Espinoza por estar a mi lado en toda ocasión y brindarme todo su apoyo, eres la fuerza que impulsa mi tractorcito y enciende mi motor. Muchas gracias por darme un hermoso hijo y alentarme a ser mejor cada día, por siempre juntos.

A mis hermanos: Cesar, Hugo y Víctor Manuel por estar a mi lado, apoyarme siempre y compartir conmigo grandes momentos, vamos siempre adelante.

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS por permitirme llegar hasta este punto de mi vida y lograr mis metas.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan de la Universidad Nacional Autónoma de México por haber permitido mi formación profesional.

A mis asesores: MVZ Javier Hernández, MVZ Carlos García, M. En C. Fernando Osnaya, por la paciencia y el tiempo que me brindaron.

A todos mis amigos de la facultad por compartir conmigo sus conocimientos, ideas y opiniones durante el transcurso de la carrera.

A GIPEB y los médicos que laboran aquí, por haberme dado las facilidades y las armas necesarias para el desarrollo de mis conocimientos y del presente trabajo.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron para la elaboración de este trabajo.

<b>ÍNDICE</b>	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS GENERALES	18
HIPÓTESIS	19
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	20
RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	21
DISCUSIÓN	23
CONCLUSIONES	25
BIBLIOGRAFÍA	26
 ÍNDICE DE FIGURAS:	
Fig. #1: Se Muestra una Vaca en Estro y otra en Proestro.	11
Fig. #2: Se Muestra el Momento óptimo para que la Vaca Reciba el Servicio.	12
 ÍNDICE DE CUADROS:	
Cuadro #1: Parámetros Reproductivos, óptimos y Problemáticos.	16
Cuadro #2: Porcentaje de Fertilidad a Primer Servicio por cada Tratamiento.	21
Cuadro #3: Comparación de Resultados de Días a Primer Servicio Y Días Abiertos.	21

**El Efecto de la Presincronización con Prostaglandinas F2 alfa en Vacas Lecheras  
(Holstein Friesian) Sobre la Fertilidad a Primer Servicio**



## INTRODUCCIÓN.

La producción mundial de leche alcanzó globalmente la cantidad de 551.4 millones de toneladas en 1998, si bien, al igual que ocurre en la mayoría de los subsectores pecuarios, presenta grandes diferencias entre áreas geográficas y entre las diversas especies zootécnicas utilizadas para el ordeño, lo que provoca un mercado muy intenso y unas diferencias en el consumo a nivel mundial. (1,2)

Si analizamos la producción láctea por regiones podemos comprobar que Europa es la mayor productora a nivel mundial con un volumen de 214.7 millones de toneladas (39% del total de leche). Dentro de esta área destaca la Federación de Rusia como primer país productor con 33.2 millones toneladas, y la Unión Europea (UE-15), con una producción de 123.5 millones de toneladas (casi el 60% de Europa y el 22.4% mundial), lo que la sitúa en el primer lugar de "zonas productoras" de leche en el mundo. (1,2)

La importancia relativa de los distintos Estados de la Unión Europea, en lo que a producción de leche se refiere, es muy heterogénea, en tan solo cinco Estados (Alemania, Francia, Reino Unido, Italia y Países Bajos) se produce el 73.6% de toda la leche de la UE-15. Se observa, asimismo, una clara prevalencia de los países del Norte de la Unión, zonas con mayores posibilidades que las mediterráneas, situación que explicaría las tensiones existentes y las dificultades en el reparto de las cuotas de producción a los países del Sur. (1,2)

España por su parte, con una producción láctea de 6.7 millones de toneladas, ocupa el sexto lugar en importancia dentro de la Unión Europea.

La segunda región del mundo con mayor producción es Asia, con casi 152.0 millones de toneladas (27.5% de la producción total). En este Continente, cinco países (India, Pakistán, China, Turquía y Japón) producen el 80.3% del total de leche, y solamente India produce el 46.17% de ésta. (1,2)

Le sigue en importancia Norte-Centroamérica, cuyo volumen de producción se eleva a algo más de 92 millones de toneladas. Al igual que ocurre en la totalidad de las producciones pecuarias, Estados Unidos es el "gran gigante", aportando el 77.5% de la producción total de leche en esta zona geográfica. (1,2)

Si comparamos los datos productivos de Estados Unidos con los de otras zonas observamos que Estados Unidos produce la misma cantidad de leche que África y Sudamérica juntas, pero, sin embargo, su producción es casi la mitad de la Unión Europea, primera gran zona productora del mundo. (1,2)

Finalmente, resaltamos que el 16.79% de la producción láctea se reparte entre Sudamérica (45.7 millones de toneladas), África (25.6 millones de toneladas) y Oceanía (21.1 millones de toneladas). (1,2)

Como se comprobó anteriormente, la producción de leche está repartida de forma muy irregular entre las diferentes áreas geográficas del mundo, sin embargo cada área presenta

una importancia relativa según sea la procedencia de la leche. (1.2)

En este sentido podemos afirmar que a nivel mundial el tipo de leche que más se produce es la de vaca con el 85.26% del total, seguida de la leche de búfala (10.76%), leche de cabra (2.24%), leche de oveja (1.5%) y en último lugar leche de camella cuya producción supone el 0.23%. (1.2)

La producción de leche en Europa es en mayor volumen la leche de vaca, seguida de la de oveja y cabra, con 209.4; 2.7 y 2.3 millones de toneladas respectivamente. Estas cuantías representan el 44.5, 37.5 y 18.9% de la producción mundial de leche de vaca, de oveja y de cabra respectivamente. (1.2)

En Asia también es la producción de leche de vaca la que presenta mayor volumen con 83.6 millones de toneladas, seguida de la leche de búfala con 57.1 millones de toneladas, leche de cabra con 7.0 millones de toneladas y leche de oveja con 3.89 millones de toneladas. Sin embargo, Asia a nivel mundial es la primera productora de leche de oveja (47.1% del total), de leche de cabra (57.0% de total) y de leche de búfala (96.3% del total), por el contrario es la tercera productora de leche de vaca. (1.2)

También en África la principal producción láctea se basa en la leche de vaca, pero, en realidad, si consideramos la producción total en este Continente es la leche de otras especies (fundamentalmente cabra) las que poseen un mayor peso relativo, ya que África es la segunda productora mundial de leche de cabra y búfala y la tercera productora de leche de oveja. Sin embargo, es el área geográfica que menor producción de leche de vaca presenta a nivel mundial. (1.2)

Finalmente, queremos resaltar que tanto en el Continente americano (Norte-Centroamérica y Sudamérica) como en Oceanía su producción láctea se basa casi en exclusiva en la leche de vaca, careciendo de importancia el resto de producciones. (1.2)

Al igual que cualquier otra actividad humana, la agricultura en general y la producción lechera en particular no han escapado a los rigores y las consecuencias de los desarrollos recientes de la tecnología. Nuevos acontecimientos y habilidades, facilidades y recursos han creado mercados y productos alimenticios, nuevos métodos de producción y una competencia en constante aumento. (3)

Mientras que la concentración de una actividad individual puede ofrecer beneficios considerables y proveer posibilidades adicionales para el profesionalismo floreciente, el productor lechero todavía necesita dominar una serie de habilidades para tener éxito. Aparte de que el apareamiento, la concepción, la gestación y la parición son características indispensables de la producción lechera, todos los productores se enfrentan perpetuamente con decisiones complejas en cuanto a la cría, primero con el establecimiento del hato y posteriormente con su reposición y perpetuación. El logro de un desarrollo efectivo de el hato y de un programa de mantenimiento, requiere la solución óptima de tres cuestiones a saber: cuando actuar, que material genético emplear y que materia retener para su uso futuro. (3)

Históricamente el bovino fue empleado y explotado como fuente de trabajo, transporte, vestimenta, medicina, deporte, combustible, abono y símbolo religioso. Hasta hace poco, su otra función como fuente de carne y productos lecheros para el consumo humano representa más bien un subproducto útil, estrictamente temporario, que se obtenía generalmente, pero no siempre, después de haber satisfecho todas las demás necesidades. Sujeto a frecuentes reveses por luchas, conquistas y desastres naturales, cualquier éxito logrado en extender la vida útil de los animales domesticados o en mejorar su fertilidad ha servido para liberar fuentes financieras y animales adicionales y proveer mayores posibilidades para que otras demandas y preferencias emerjan y se complementen. (3)

La vaca lechera es la unidad básica de la producción, en la industria lechera, industria que existe porque los consumidores demandan leche y productos lácteos. Esta industria utiliza en forma eficiente los recursos y ofrece oportunidad de ganancia a quienes se dediquen a la producción, elaboración y distribución de leche y productos lácteos. (4)

La vaca lechera es un animal muy eficiente para convertir la proteína y la energía del forraje. Como rumiante, también puede obtener hasta el 70% de su alimentación de fuentes alimentarias no humanas tales como forrajes y nitrógeno no proteico. Esto sitúa a la vaca lechera en una posición privilegiada como la principal suministradora de alimento para los humanos, de alta calidad. (4)

Pero todo esto se ha logrado en conjunto con el mantenimiento de un alto nivel de salud en el rebaño, en el control y erradicación de enfermedades como son: brucelosis, leptospirosis, fiebre carbuncular, rinotraqueitis infecciosa bovina, diarrea viral bovina, parainfluenza 3 y otras tantas. Esto es un medio para proteger la salud de los hatos lecheros. La nutrición, la medicina preventiva y en conjunto con tratamientos eficaces han reducido las pérdidas por fiebre de leche. La alimentación de vacas secas y de las recién paridas disminuyó la frecuencia de acetonemia. El problema de las mastitis es el más difícil de resolver. En este caso los programas basados en mejores prácticas de ordeño, inmersión de los pezones en desinfectantes, tratamientos de las vacas secas y mejoras en la genética del hato son la mejor solución. (4)

La leche es uno de los alimentos más completos para el ser humano dados las características de sus nutrientes; como las proteínas, que contienen gran cantidad de aminoácidos esenciales para la alimentación. Por ello, organismos internacionales como la FAO y la UNESCO han recomendado el consumo indispensable para la nutrición humana, principalmente para el consumo de niños hasta la senitud en la OMS. <sup>1</sup>

La producción de leche de bovino en México es muy heterogénea desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico, incluyendo la gran variedad de climas regionales y características de tradiciones y costumbres de las poblaciones. <sup>1</sup>

En México, la producción lechera se desarrolla en todo su territorio, pero durante el periodo

---

<sup>1</sup> Análisis de La Leche. Boletín Informativo Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), México, Abril 2002.

analizado 1992-2001 (Análisis de la leche; Boletín informativo SIAP, México, Abril 2002) se concentró en seis estados; Jalisco, Durango, Coahuila, Sinaloa, Querétaro y Guanajuato. Los que contribuyeron conjuntamente con el 56% de la producción nacional (destacándose Jalisco, Durango y Coahuila, quienes conjuntamente participaron con el 26%). Cabe destacar que en estas dos últimas entidades se encuentra ubicada la Región Lagunera, que es la más importante cuenca lechera del país, y que ocupa el primer lugar en producción a nivel nacional. (1)

México ha tenido que recurrir a las importaciones de leche y diversos productos lácteos para complementar la producción nacional, provocando un déficit permanente en la balanza comercial con otros países. En los últimos diez años las importaciones de leche en México han ido disminuyendo, debido a factores como: el aumento de la producción nacional de leche fresca (que aumentó 19% en el periodo que va de 1992 a 2001) Asimismo, la importación de leche fluida disminuyó en 50% en el 2001 cuando alcanzó tan solo 30 millones de litros, cifra muy inferior a lo importado durante 1992 (66 millones de litros) y a lo alcanzado en 1994, su mejor año (90 millones de litros). (1)

En México la principal causa de déficit en la producción de leche es el deshecho de vacas de los hatos por problemas reproductivos. Esto equivale a un 30% de las vacas desechadas debido a bajas en sus índices reproductivos. Los bajos índices de reproducción traen como consecuencia una reducción en la producción total de leche y un ternero menos en la vida de la vaca. Las vacas que siguen abiertas pasados los 100 días después del parto producen una pérdida de \$2.50 a \$3 dólares por vaca y día (dato en USA, Análisis de La Leche SIAP México, Abril 2002).<sup>1</sup>

Las partes esenciales de un programa exitoso de gestión reproductiva para un rebaño lechero incluye: (1) metas para el ciclo reproductivo; (2) involución uterina; (3) sistema de detección de calores; (4) diagnóstico de gestación; (5) periodo interpartos; (6) programa de alimentación equilibrado; y (7) programa de medicina preventiva. (5)

Por lo cual se debe de estudiar con detalle todos los procesos que se desencadenan en las vacas lecheras antes y durante su desarrollo reproductivo, para poder dar hincapié a una mejora de los programas reproductivos en nuestro país. Así como mejoras de genéticas auxiliados con un programa de selección y apareamiento para tener mejores animales en las próximas generaciones. (5)

La vaca presenta un ciclo ovárico continuo (poliestrónica continua). El inicio de la vida reproductiva de la vaca ocurre con la entrada de la pubertad, que se define como la edad en la cual muestra el primer estro o calor evidente, porque se detectan fácilmente los signos del estro (5), y / o el tiempo en que empieza la función gonadal cíclica. Una característica clave de este proceso es un aumento progresivo en la cantidad de estrógenos que parece empezar a temprana edad en la mayoría de las especies, ayudando al desarrollo de las características sexuales secundarias, el comportamiento materno y con la ayuda de la progesterona aumentan la masa endometrial y miométricas, cuando son producidos por la placenta su función principal es de ayudar a la relación feto-placentaria. (8) Mas aun, las

gónadas de animales prepuberres son capaces de respuestas superovulatorias ante la estimulación exógena de gonadotropina, aun cuando se suministren estrógenos hipotálamicos mucho antes de la edad normal de pubertad. Así, la pubertad puede considerarse como una serie de acontecimientos endocrinos que dependen de la liberación de la represión hipotalámica por la presencia de LH y FSH (- sobre el centro de secreción hipotalámica y + sobre el centro preovulatorio). Esta liberación ocurre cuando se llega a una etapa apropiada de desarrollo somático. Algunas especies domésticas, como la vaca y la oveja, sufren uno o mas estros u ovulaciones "silenciosos o quietos" antes de mostrar conducta estrual total y de que se establezca el patrón característico de la actividad cíclica de la hembra. (5)

Los nutrientes, componentes básicos de los alimentos, que afectan directa o indirectamente a la capacidad reproductiva son a grandes rasgos: energía, grasa, proteína, vitaminas y minerales. (6)

Las vías por las cuales los nutrientes se relacionan con la reproducción son:

- Metabólica: aportando precursores o intermediarios necesarios (Ej. grasa-->progesterona).
- Hormonal: estimulando los mecanismos hormonales a diferentes niveles (Ej. energía-->gonadotropinas). (6)

Ambas vías están estrechamente unidas y a través de ellas la alimentación puede ejercer su influencia positiva o negativa en los resultados reproductivos. A continuación se explicará como afectan a la reproducción cada nutriente. (6)

#### Energía:

La energía es el nutriente más limitante al comienzo de la lactación. La ingestión de energía no compensa las necesidades de mantenimiento y de producción durante las primeras semanas de lactación debido a la alta demanda energética para producción de leche y a la limitada capacidad de consumo de alimentos. En consecuencia, las vacas movilizan sus reservas corporales de energía (grasa y proteína en menor medida) para minimizar el déficit. (6)

En estas circunstancias se dice que las vacas se hallan en balance energético negativo y la principal señal del mismo es la pérdida de condición corporal. El tiempo que los animales pasan en balance energético negativo variará en función de la velocidad con que se incrementa el consumo de alimentos en las semanas posteriores al parto. Dicho incremento depende de factores tales como: alimentación recibida durante el período de secado, patologías sufridas en el parto, calidad de la ración, etc. (6)

Se ha comprobado que la capacidad de ingestión durante el posparto está más correlacionada con la pérdida de condición corporal que la producción de leche; es más, las vacas que consumen más sustancia seca durante las primeras seis semanas de lactación son las que producen más leche y pierden menos condición corporal. (6) Con todo lo anteriormente expuesto se ha querido señalar la importancia de balance energético ya que la duración del mismo es el principal factor que determina el retorno de los ovarios a su

función normal tras el parto. (6)

Se calcula que la ovulación se retrasa 2.75 días por cada 1 Mcal de balance energético negativo de la media durante los primeros 20 días posparto. El momento en que ocurre la primera ovulación determina el número de ciclos estrales para unos determinados días abiertos. Por tanto, cuanto más temprano en el posparto ocurra la primera ovulación, habrá mayor número de ciclos y mayores posibilidades de conseguir que la vaca se quede preñada dentro de ese período. (6)

Son las vacas de peor recuperación del consumo o mayor balance energético negativo las que tienen mayor número de días abiertos. Debido a que el coste energético requerido para el crecimiento folicular, fertilización del óvulo e implantación del embrión es ínfimo comparado con las necesidades de producción de leche y mantenimiento del organismo, se deduce que el problema no es una falta de energía para los gastos reproductivos sino más bien que el estado energético repercutirá en la concentración de metabolitos y en la concentración y actividad de las hormonas metabólicas y reproductivas (6)

### Grasa

Cuando el nivel de concentrados en la ración alcanza un límite por carbohidratos no fibrosos y / o almidones, pueden utilizarse grasas para aumentar la concentración energética de la ración.

La capacidad de absorción intestinal de ácidos grasos en los rumiantes es lineal hasta 1.200 gr. / día, lo que representa entre un 4 y un 5% de la ingesta de materia seca. (6)

Normalmente, las raciones no suplementadas contienen un 1-2% de grasa. Por tanto, las posibilidades de concentrar la ración usando grasas, sin que se afecte la eficiencia de su utilización, son amplias. (6)

Más allá de los 150 días de lactación no se observan diferencias entre raciones con y sin grasa suplementaria.

Los diferentes resultados reproductivos obtenidos en diversas pruebas experimentales con el uso de grasa suplementaria se achacan a la presentación de la grasa utilizada (jabón, prill, semillas oleaginosas, etc.) y al efecto particular de su composición en ácidos grasos saturados e insaturados.(6)

Para comprender estos efectos hay que conocer las rutas por las cuales la grasa afecta la función reproductiva:

Balance energético. Aunque las grasas aumentan la concentración energética de la ración ejercen un efecto depresor sobre la ingesta de materia seca (a nivel intestinal). Esto unido al aumento simultáneo de la producción lechera contrarresta cualquier efecto sobre el balance energético y la condición corporal, al menos durante las 3 primeras semanas posparto. Por tanto, hay que concluir que durante las primeras semanas de lactación las grasas ejercerán su efecto sobre la función reproductiva por otras vías independientes del balance energético. (6)

Producción de hormonas esteroideas y otras sustancias. El efecto de las grasas sobre la producción de hormonas y otros mediadores bioquímicos justifica muchos de los efectos observados sobre la reproducción. Al aumentar el consumo de grasa, se incrementa la concentración de progesterona en sangre, probablemente debido más a un efecto secundario por reducción de la síntesis de prostaglandina prostaglandina F<sub>2</sub> alfa que por aumento de los precursores derivados del colesterol. (6)

En los días inmediatamente posteriores al parto se detectan elevadas concentraciones en plasma de metabolitos de las prostaglandinas, lo que se asocia con la regresión del cuerpo lúteo de gestación y la involución de los tejidos uterinos; en 2 semanas los niveles retornan a la normalidad para variar cíclicamente de acuerdo con el ciclo estral. (6)

Las grasas ejercen un efecto sobre la síntesis de prostaglandinas diferente según su contenido en ácidos grasos insaturados. Dichos ácidos grasos pueden servir como precursores o inhibidores de la síntesis de prostaglandinas (ácido araquidónico), dependiendo de la concentración de cada ácido graso, en particular en los tejidos donde se sintetizan aquellas. (6)

Los niveles de estrógenos son inferiores en vacas que reciben raciones con grasa suplementaria. Ya que bajas concentraciones de estrógenos reducen la sensibilidad del cuerpo lúteo a la Prostaglandina F<sub>2</sub> alfa, impidiendo la regresión del cuerpo lúteo, asociándose con una reducción de la tasa de muerte embrionaria temprana.

### Proteína

Cada vez parece más demostrado que las raciones ricas en proteína, formuladas para una mayor producción lechera, se correlacionan negativamente con los parámetros reproductivos. (6)

Los mecanismos por los cuales la proteína afectaría negativamente la reproducción son varios:

-Eje ovario-hipófisis. Se ha hipotetizado que la concentración de LH, y por tanto de progesterona, podrían verse afectadas por elevados niveles de proteína en la ración. Sin embargo, vacas alimentadas con raciones de 16 a 19% de proteína bruta tiene similares concentraciones de LH. Si la ración tiene menos del 13% de proteína bruta, los niveles de progesterona sí son mayores. (6)

La principal relación de un exceso de proteína bruta con la concentración de progesterona sería a través de una exacerbación del balance energético negativo en vacas al comienzo de la lactación, por el gasto de precursores de la glucosa y el consumo energético extra que supone transformar el amoníaco en urea (este hecho sólo se relaciona con la proteína degradable). (6)

Esto ocasionaría reducción del balance energético y de la glucemia, lo que sería captado por la hipófisis como una señal negativa para la liberación de LH.

La mortalidad embrionaria precoz (antes del día 7) se asocia significativamente con un pH uterino reducido y menores concentraciones de magnesio, potasio y fósforo en el ambiente uterino. Las vacas con altos niveles de urea en leche tienden a ser repetidoras cíclicas con bajos niveles de progesterona el día 21 posinseminación, este hecho podría deberse a un aumento de la producción de prostaglandina F<sub>2</sub> alfa que comprometería la viabilidad del cuerpo lúteo. En resumen, el exceso de proteína afecta negativamente la función reproductiva bien empeorando el balance energético, bien afectando la supervivencia del embrión directa o indirectamente. (6)

### Vitaminas y minerales

En ocasiones, los aportes extras de vitaminas y minerales han mejorado los parámetros reproductivos. Los más estudiados son:

-Vitamina A y beta-caroteno. La deficiencia de vitamina A y beta-caroteno se relaciona con aumento del número de abortos, retenciones placentarias y nacimiento de terneros débiles o muertos. A largo plazo ocurre daño en la hipófisis y ovarios. (6)

No se sabe con certeza si el efecto del beta-caroteno sobre la reproducción es como precursor de la vitamina A o es por otros mecanismos independientes. La suplementación con beta-caroteno mejora los resultados reproductivos en torno al 50% de las ocasiones. (6)

La utilización del beta-caroteno durante más de 90 días posparto en situaciones de estrés por calor podría mejorar los resultados reproductivos al proteger el embrión de la mayor producción de radicales libres que ocurre en dichas circunstancias. (6)

-Vitamina E y selenio. Además de su papel como antioxidantes en el organismo, la vitamina E y el selenio podrían tener un papel específico en el mantenimiento de la salud reproductiva. Los tejidos reproductivos y las glándulas asociadas a la función reproductiva acumulan selenio. (6)

Las vacas suplementadas con vitamina E y selenio tienen mejor tasa de concepción, mejor transporte del esperma por aumento de las contracciones uterinas hacia el tubo uterino y menor incidencia de patologías como metritis, retención placentaria y quistes ováricos. (6)

A veces la aplicación de uno solo de los compuestos mejora la función reproductiva, lo que hace suponer que también existen vías de actuación independientes entre ellos. (6)

-Otros minerales. Los minerales que se relacionan en mayor medida con el mantenimiento de la función reproductiva son:

Manganeso: vacas alimentadas con raciones deficientes en este mineral tienen celos de menor intensidad, requieren más servicios por concepción y tienen mayor tasa de muerte embrionaria. Su efecto se asocia con la actividad de enzimas antioxidantes. (6)

Zinc: es necesario para la activación de los precursores de la vitamina A. También es



necesario para la actividad de enzimas antioxidantes (6)

Cobre: al igual que el zinc interviene en la conversión enzimática de los precursores a vitamina A y en la actividad de las enzimas antioxidantes. (6)

Yodo: la deficiencia a largo plazo provoca ciclos irregulares, menor tasa de concepción y retención placentaria. (6)

Concluyendo, las vitaminas y minerales ejercen un efecto positivo sobre la reproducción que podría ser debido principalmente a un efecto antioxidante de los sistemas enzimáticos en que participan. (6)

Algunos de los factores que afectan la pubertad son: la interacción con el sexo opuesto, efectos de la nutrición, clima favorable, cría e influencias genéticas, etc... La cría e influencias genéticas se refiere a las diferencias existentes genéticamente entre las diversas razas lecheras, por ejemplo; las vaquillas Jersey tienen una edad promedio de pubertad de ocho meses; las Guernsey y las Holstein de once meses y las Ayrshires de 13 meses. Los efectos climáticos, principalmente los climas templados, incluyendo la interacción de temperatura, humedad, variación diurna y luz diurna, favorecen la pubertad temprana en todos los animales. El efecto nutricional, es que a una buena nutrición una pubertad más temprana y a la inversa con una nutrición baja, pero una nutrición baja no pueden evitar el inicio de la pubertad, aunque pueden causar retrasos graves hasta el grado de que puede duplicarse la edad a la pubertad. (5)

En la pubertad se desarrolla en la hembra un patrón rítmico de acontecimientos fisiológicos, que inducen cambios morfológicos detectables en el sistema reproductor y en la conducta del animal. Estos cambios fisiológicos y conductuales son cíclicos y repetitivos, a menos que se interrumpan de modo normal por gestación o anormal por diversas condiciones patológicas. El intervalo interestro es el tiempo que transcurre desde el principio de un estro hasta el inicio del siguiente. Es convencional el designar el día o días estro como Día 0 del estro, sin importar si la duración de el estro es mayor o menor de un día (5). La duración del ciclo estral en la vaca es de 21 días, siendo de menor tiempo en las novillas que en las adultas, considerándose normales los ciclos que caen entre los 18 y 24 días. La duración del estro se define arbitrariamente como el intervalo durante el cual un animal acepta que lo monte una vaca o un toro. La duración media del estro tanto para vacas de carne como lecheras es de 18 horas y se consideran normales los periodos entre las 12 y 24 horas, pero en novillas tiene una duración de menor tiempo. El ganado europeo en climas subtropicales tiene una duración de estro de 12 a 13 horas. La ovulación ocurre al final del estro en la vaca, y se hace referencia al primer día en que la hembra rehúsa el apareamiento como el día del diestro o día 1 del ciclo (5). La ovulación se produce a las 10 a 11 horas de terminado el estro tanto en razas de carne como las lecheras, considerándose normales intervalos de 5 a 15 horas. Los cuerpos luteos persisten durante toda la preñez y al parecer producen progesterona hasta los últimos días del periodo de gestación. La placenta bovina no produce cantidades grandes de progesterona por lo cual se considera que el cuerpo luteo es esencial durante toda la preñez, la cual dura 280 días, variando por la raza, estación, sexo fetal y genotipos de la hembra y el toro. La duración media del intervalo entre el parto y el primer estro es muy variable: oscilando entre los 32 y 79 días. Las endometritis y las

subalimentación prolongan claramente el intervalo. Los exámenes postmortem indican que la primera ovulación, no acompañada de estro, puede producirse en algunos animales entre las dos y tres semanas después del parto y que el siguiente ciclo se acorta entre 5 y 11 días, alargándose más en vacas viejas y subalimentadas. Muchos estudios indican que el óptimo de fertilidad se obtiene en las vacas de razas lecheras inseminadas artificialmente 50 a 90 días después del parto.(8)

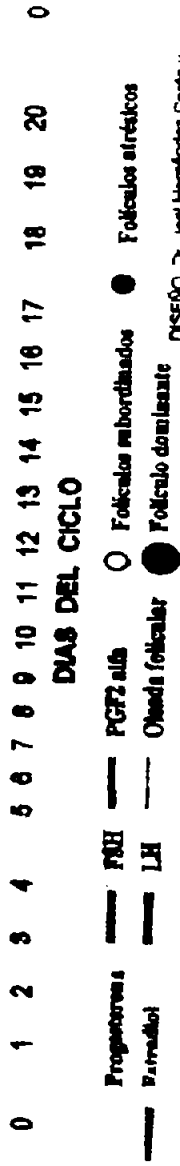
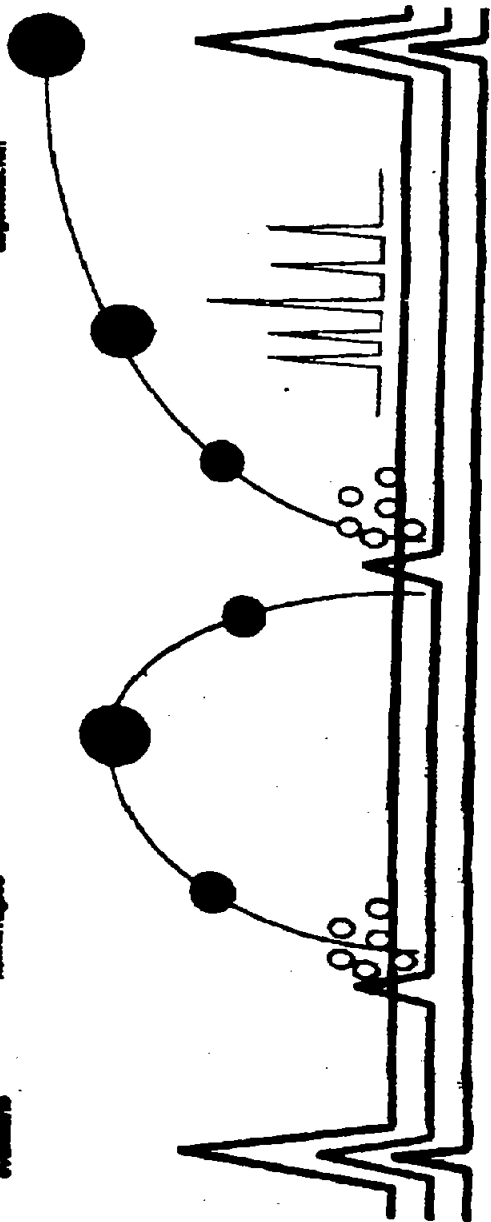
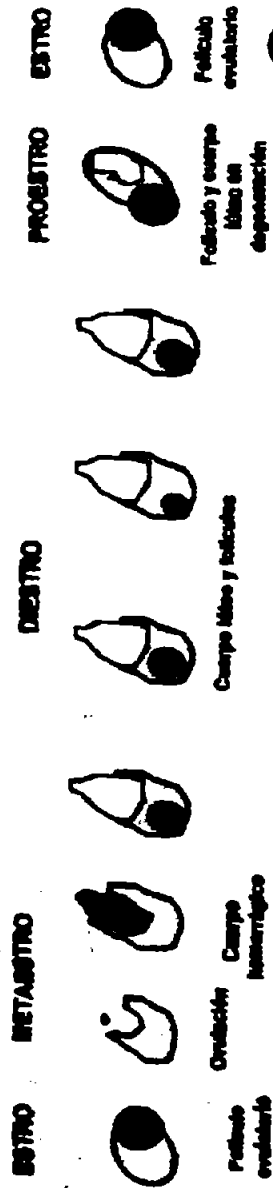
El ciclo estral en los animales domésticos consta de cinco etapas, las cuales son: proestro, estro, metaestro, diestro y anestro: El proestro, es el periodo de crecimiento folicular rápido bajo estimulación gonadotrópica, y el periodo durante el cual regresa el cuerpo luteo del periodo anterior de especies poliestricas. En este periodo, el animal esta expuesto y su conducta responden al incremento progresivo de los estrógenos secretados en los folículos en desarrollo (5). Durante esta fase maduran uno o varios folículos ováricos bajo la influencia de FSH y LH, provocando un aumento en la producción de hormonas foliculares (estrógenos) por las células de la granulosa de lo cual resulta la aparición de la segunda fase, el estro. El proestro tiene una duración en vacas de 2 a 3 días (7). Este periodo también va asociado con la baja de progesterona debido a la regresión del cuerpo luteo del ciclo precedente (5). En la figura 1 se muestra una monta en la cual la vaca que se deja montar esta dentro del periodo de estro y el animal que esta montando esta en la etapa de proestro.



Fig. #1: Se muestra la conducta estral de la vaca pasiva y la etapa del proestro de la vaca montando.

El estro, se define como el periodo de receptibilidad sexual, durante el cual ocurren el apareamiento y la ovulación en la mayor parte de las especies y empieza a formarse el cuerpo luteo (5). En la vaca el celo tiene una duración aproximada de 16 a 32 horas, y su

# Cambios ováricos y hormonales durante el ciclo estral



DISEÑO: Dr. José Hernández Cerdán y

manifestación se presenta como: agitación, los animales tratan de montar sobre otros y perdida de apetito, físicamente se observa aumento de los labios vulvares con hiperemia, apertura de el cuello uterino para dar paso a los espermatozoides, en el suelo de la vagina se acumula una secreción de tipo mucoso, primero filante y después más líquida, alcanzando un máximo en el punto culminante del celo. Uno o dos días después de terminado el celo puede observarse un ligero derrame mucoso o mucosanguinolento. (7)

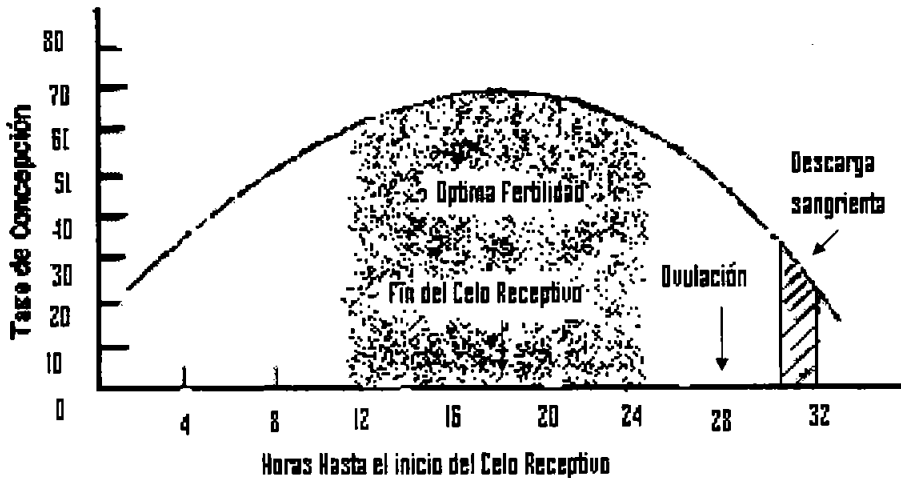


Fig. #2: Se muestra una gráfica del momento óptimo para que el animal reciba la monta o el servicio.

El metaestro, es el periodo en que se produce la ovulación, en promedio después de las 12 horas del metaestro, y desarrollo total del cuerpo luteo, como se puede ver en la figura anterior (Fig. #2). Durante el metaestro, el sistema reproductor cambia de un dominio de estrógenos por el dominio de la progesterona (5), el cual a los 6 a 10 días alcanza la categoría de glándula secretora (7). En la vaca, la fase del metaestro forma parte de la fase del diestro. (5). El metaestro tiene una duración de 4 a 5 días.

El diestro, es la fase del ciclo durante la cual el cuerpo luteo se desarrolla en forma total y los órganos reproductores se encuentran bajo el dominio total de la progesterona, pues tarda de 13 a 16 días, dependiendo de la presencia o ausencia de la gestación (5). Si no hay gestación el cuerpo amarillo se degenera entre el noveno y décimo día posterior a la ovulación. La presencia de los "cuerpos luteos persistentes", dado que es raro que se trate de cuerpos luteos periódicos, formado durante el transcurso de un periodo normal, sino que lo más normal es que se trate de un cuerpo luteo de falsa gestación que no haya regresado durante el anestro o que no lo haya hecho durante la muerte precoz del embrión, que puede presentarse hasta después de 30 días de la fecundación (7). El anestro es una etapa normal de la función reproductiva de animales prepuberes y viejos de todas las especies. El anestro es también normal en animales preñados en todas las etapas, de hecho la gestación es la causa más común de anestro en especies poliestricas. (5)

El anestro puede ocurrir como condición patológica causada por una variedad de factores, incluyendo deficiencias nutricionales, influencias del ambiente que provocan desequilibrios endocrinos, persistencia del cuerpo lúteo, enfermedades infecciosas que causan muerte embrionaria temprana o aborto. Todos estos factores dan como resultado pérdidas económicas debidas al fracaso de la reproducción, transformándola de algo normal a ser una patología reproductiva. (5)

La Histología de los ovarios de los animales domésticos inmaduros consta de una corteza de estroma de tejido conectivo en el que se encuentran, los folículos primarios que contienen los oocitos primarios rodeados por una capa simple de células epiteliales, y una medula que contiene tejido conectivo y numerosos vasos sanguíneos y nervios. La superficie del ovario esta cubierta por una capa de células conocida como epitelio germinal. El estrógeno producido por la teca interna puede estimular un crecimiento adicional de las células de la granulosa, que segregan líquido folicular, lo que da lugar a la formación del atrio en el folículo. A menudo se aplican a los folículos los términos de primordial (primarios), en crecimiento (secundarios) y de Graaf (vesiculosos). Los folículos primordiales o primarios consisten en un oocito rodeado por epitelio cuboidal aplanado. Los folículos en crecimiento o secundarios tienen dos o mas capas de epitelio, pero no han desarrollado un antrum y no tienen capa tecal. Los folículos de Graaf o vesiculosos tienen un atrio y una capa tecal diferenciada en interna y externa. (8)

En la vaca, el folículo alcanza un diámetro de unos 2 cm antes de la ovulación, pero debe resaltarse que el tamaño folicular es en el momento de la ovulación muy variable en todos los animales domésticos. Este diámetro folicular aumenta hasta el día 18, alcanzando un máximo de aproximadamente 9 mm. Dos o tres días antes del estro crecen rápidamente los folículos definitivos, la teca interna se hipertrofia y se produce la disolución parcial del cúmulos oophorus, de forma que el óvulo queda casi libre en el líquido folicular. (8)

La ovulación comprende el rompimiento de la pared del folículo ovárico y la liberación de su contenido, inclusive del oocito maduro. Un área transparente florece en la membrana folicular, cerca del ápice, cuando la ovulación es inminente. El punto de la ovulación puede reconocerse por el cuerpo luteo resultante durante días después de la ovulación, ya que las áreas hemorrágicas desarrolladas en la red vascular de la membrana folicular y se presenta extravasación de sangre en el líquido folicular cerca del momento de la ovulación. Se pierde la unión celular a medida que el folículo se acerca a la ovulación, probablemente por disociación de la unión celular. El oocito y las células del cúmulo, que en este momento se proyectan dentro del atrio folicular, se separan del pedículo del cúmulo y se liberan en el fluido folicular del antro. Las células de la capa de la granulosa revelan signos de luteinización debidos a estímulos gonadotropicos, principalmente de la LH. El tejido conectivo de las capas tecales se disocia durante el periodo preovulatorio y las capas tecales exteriores se separan durante los cambios preovulatorios finales. El cuerpo luteo se desarrolla hasta el día 16 del ciclo y los primeros signos de regresión y disminución en el contenido de progesterona se producen entre los días 17 y 18 del ciclo estral. (5, 8)

El cuerpo luteo es un órgano temporal endocrino, que en la mayor parte de los animales domésticos, funcionan únicamente pocos días en el animal cíclico preñado, en la vaca al día 16 (5), se sugiere que la LH, además de promover la ovulación, es la principal hormona responsable del crecimiento de la luteinización, mantenimiento y funcionalidad del cuerpo luteo, así como de la secreción de progesterona en la vaca. (8)

Después de la ovulación, hay una extravasación considerable de sangre en la cavidad folicular, en especial en la yegua y la vaca, para que se desarrolle un coagulo de sangre, a este foliculo lleno de sangre y desprovisto del oocito ahora se denomina comúnmente cuerpo hemorrágico. Este coagulo sirve como marco fisico y medio nutriente para la proliferación rápida de las células de la granulosa y tecales, las cuales, por su diferenciación en células luteínicas, son las principales responsables del desarrollo rápido de este órgano endocrino, y en tres a cuatro días el coagulo es invadido por una gran cantidad de células luteínicas perdiendo su coloración oscura. Las células de la granulosa restantes en el foliculo colapsado y las células tecales sacadas de la teca interna por capilares invasores empiezan a hipertrofiarse, toman material lipídico y se vuelven células luteínicas de cuerpos luteos maduros. Los capilares nutren a las nuevas columnas de células durante su actividad metabólica y denominándose ahora cuerpo luteo gestacional cuando el animal queda gestante y el cuerpo luteo continúa funcionando. En el animal cíclico no preñado, el órgano recién formado se llama cuerpo luteo cíclico, dado que tiende a su regresión. Los cambios luteínicos de regresión son primero microscópicos y después se tornan visibles, las células se degeneran con rapidez y presentan vacuolización y núcleos picnóticos. Entonces los cuerpos disminuyen de tamaño con la degeneración de capilares, este cuerpo no funcional avascular en degeneración se llama cuerpo luteo blanco o simplemente cuerpo albicans. (5)

Inversamente, se ha observado que la irritación y dilatación uterinas inhiben el desarrollo de la función normal del cuerpo luteo cíclicos de vacas y ovejas. Este mecanismo puede desempeñar un papel dando lugar a infertilidad bajo muchas condiciones prácticas (8)

#### Las Prostaglandinas.

Los precursores de las prostaglandinas son los ácidos grasos esenciales en la dieta. Los nombres comunes de las prostaglandinas están por letra y numero en subíndice. Esta clasificación se les dio por sus diversas funciones como: PGE<sub>2</sub> y PGF<sub>2</sub> alfa que inducen trabajo de parto, aborto y luteolisis; PGA<sub>1</sub>, inhibe la secreción gástrica y vasodilatación y diuresis; PGE<sub>1</sub> y PGE<sub>2</sub>, dilatación bronquial, y PGE<sub>1</sub>, inhibición de la agregación plaquetaria. La prostaglandina F es soluble en fosfato y la prostaglandina E en éter. Las prostaglandinas en general se metabolizan rápido en el cuerpo, es decir en pulmones. Su efecto en la luteolisis es un efecto natural en la mayoría de las especies domesticas. Entre las hipótesis de los mecanismos para explicar la actividad luteolítica de la prostaglandina F<sub>2</sub> alfa están los siguientes: 1) constricción de los vasos útero-ováricos, lo cual causa isquemia y extravasación de las células tecales; 2) interferencia en la síntesis de progesterona; 3) competencia con la LH por el lugar receptor; 4) destrucción de los lugares receptores de la LH. La prostaglandina se secreta gracias a la baja en el útero de progesterona y el aumento de la secreción de los estrógenos. (5)

La arteria ovárica esta replegada y sigue un curso tortuoso a lo largo de las ramas mayores (oveja y vaca), y menores (yegua, perra y gata) de la vena útero y ovárica que drenan el útero. La arteria ovárica esta entrelazada y en yuxtaposición cercana con una compleja red vascular de venulas de la vena útero y ovárica. Esta disposición vascular favorece la transferencia de sustancias desde la sangre venosa que drena al útero hacia las arterias que abastecen al ovario, de hecho se considera que las sustancias luteolíticas llegan al ovario en la vaca y la oveja por transferencia, difusión o algún otro medio, de circulación venosa eferente a la arteria afluyente.<sup>(5)</sup> La forma de transporte de las prostaglandinas del útero hacia el ovario es un evento que se realiza por mecanismos locales de contracorriente de una área de concentración mayor (vena útero y ovárica) a un área de concentración menor (arteria ovárica). Los niveles de prostaglandinas se vuelven normales a las 6 a 12 horas después de que los niveles de progesterona se tienden a ser normales. (11, 12, 18)

En animales domésticos poliestrículos, los cuerpos lúteos se desarrollan después de la ovulación y funcionan solo de 14 a 18 días a menos que ocurra una gestación que indique al cuerpo luteo que continué funcionando. La LH es quizá la sustancia luteotrópica de la mayor parte de los animales domésticos, aun cuando el simple acto de ovulación favorece el desarrollo luteo en casi todas las especies. Estudios en varias especies indican que el útero no preñado produce una sustancia, probablemente prostaglandina F<sub>2</sub> alfa que ejerce una fuerza lítica sobre el cuerpo luteo. Puede concluirse entonces que las sustancias luteolíticas, tal vez la prostaglandina F<sub>2</sub> alfa del útero no preñado induce la regresión del cuerpo luteo al final del ciclo, manifestando su influencia máxima sobre el cuerpo luteo cuando se encuentra bajo la influencia máxima de progesterona del cuerpo luteo.<sup>(5)</sup>

La prostaglandina F<sub>2</sub> alfa exógena induce de manera eficaz la regresión lutea y acorta el ciclo estrual sólo cuando el cuerpo luteo esta totalmente formado y secreta progesterona, funciona bien después del octavo día de la ovulación, pero si se aplica durante los primeros días del diestro no tiene el mismo efecto sobre el cuerpo luteo. <sup>(5)</sup>

La capacidad de la prostaglandina F<sub>2</sub> alfa para inducir luteolisis en vacas, yeguas, y otras especies ha estimulado su estudio como agente para controlar y sincronizar el estro en las diversas especies. <sup>(7)</sup>

Lo más importante para un Programa Reproductivo son las metas, nos estamos refiriendo a lograr optimizar la vida reproductiva de la vaca en sus diversos parámetros de reproductivos tales como: Intervalo parto primer celo, promedio de días a primer servicio, promedio de días abiertos, periodo de días interpartos, promedio de servicios por vaca, promedio de concepción después de un servicio, promedio de descartes del rebaño por razones reproductivas, y edad a primer servicio. Estos parámetros se indican a continuación en el cuadro número 1:

Medidas de resultados	Óptimos	Indicación de Problemas
Intervalo de días parto a 1° Celo	<40 días	>40 días
Promedio de días al 1° Servicio	45 a 60 días	>60 días
Promedio de días abierto	85-110 días	>140 días
Promedio de intervalos entre partos	12,5 a 3 meses	>14 meses
Promedio de Servicios por vaca	1,72	2.5
Promedio de fertilidad	60 a 70%	< 60%
Promedio de deshechos del rebaño por razones reproductivas	<10%	>10%
Edad al primer servicio	15 meses	19 meses

Cuadro 1: Parámetros reproductivos, óptimos y problemáticos. Michael A. Wattiaux, Manejo de la Eficiencia Reproductiva. Instituto Babcock. Universidad de Winsconsin Madison.

El intervalo entre partos es el factor más importante en los resultados de producción del rebaño. El retraso del primer servicio tiene un efecto directo sobre la extensión de los intervalos entre partos. (9)

Los celos que se pierden o la inhabilidad para detectar los celos, es la razón principal por la cual se extienden los intervalos entre partos. (9, 10, 12) En estudios recientes se ha demostrado que en el 85-90% de la variación en los días que las vacas están abiertas está ocasionado por las diferencias en la detección del celo y únicamente un 10-15% se debe a diferencias en las tasas de concepción. Del 50% al 60% de los celos pueden pasar desapercibidos en los rebaños con problemas. (11, 13, 14)

Por lo cual para lograr alcanzar los promedios indicados en los parámetros se ha trabajado en sistemas y métodos para hacer entrar a la vaca en celo, y acortar el promedio de días abiertos.

El puerperio en las vacas lecheras tiene una duración de 35 a 40 días en promedio, tiempo en el cual el útero inicia su contracción, la esfacelación y expulsión de carúnculas y la formación de un nuevo epitelio. En este tiempo llegan a presentarse estros silenciosos después de la segunda o tercer semana sin presentar signos externos, estos celos indican el reinicio de la actividad ovárica, presentándose el primer celo visible a los 35 días postparto, teniendo una tasa de concepción menor que los subsecuentes. Ocasionando que las vacas reciban el servicio alrededor del día 50 y deben concebir hacia los 80 días para poder tener un intervalo de 12 meses entre partos. (16, 23)

La fertilidad se incrementa conforme aumentan el número de ciclos estrales que se producen antes del primer servicio, ya que la fertilidad no mejoro en vacas sometidas a un tratamiento profiláctico con PGF $_{2\alpha}$  en los días 30 ó 40 postparto (el primer celo no visible o silencioso se presenta entre los días 15 a 30 post-parto). Por lo cual se ha difundido la



aplicación sistemática de prostaglandinas sin palpación rectal ni infusiones, iniciando los días 20 a 25 postparto, y repitiéndose las aplicaciones cada 14 días hasta ser inseminada, pero como a los 20 a 25 días post-parto no todas las vacas presentan un cuerpo lúteo susceptible a la aplicación de prostaglandinas, el presente trabajo se inicio el día 30 postparto, permitiendo que la vaca este en sus últimos días de puerperio y tenga un cuerpo lúteo susceptible a las prostaglandinas, provocando la lisis de cuerpos lúteos de vacas que ya empezaron a ciclar, e iniciando así un nuevo ciclo estral. Ocasionando que la siguiente fase estrogénica favorezca la recuperación del útero y elimine infecciones presentes, permitiendo que al aplicar la tercera dosis de prostaglandina F2 alfa se mejore la fertilidad al primer servicio del hato. (23, 16)

### **OBJETIVOS GENERALES.**

Observar si la fertilidad de vacas presincronizadas mejorará en comparación con vacas sin tratar y vacas sincronizadas con cuerpo lúteo presente a primer servicio.

Comprobar si un programa de presincronización mejorará los días a primer servicio y días abiertos en hatos lecheros a primer servicio.

## **HIPÓTESIS.**

Un programa de presincronización con PgF2alfa, mejorará los parámetros reproductivos de las vacas tratadas.

Estas mejoras de los parámetros se observarán al comparar vacas bajo el programa de presincronización y vacas sincronizadas con cuerpo luteo y vacas sin tratar.

## DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES.

Esta investigación se llevó a cabo en hatos comerciales de ganado lechero Holstein-Friesian en la Cuenca Lechera de Tizayuca, Hidalgo, localizado en las coordenadas de latitud  $19^{\circ}50'$ , de longitud  $98^{\circ}59'$  y una altura de 2260 msnm. La región tiene una temperatura media de  $16^{\circ}\text{C}$  y precipitación anual 500mm.

### Animales y Actividades.

Se utilizaron 90 vacas Holstein-Friesian, clínicamente animales sanos, de uno a tres partos y con una condición corporal de 2.5 a 3.5, las cuales fueron asignadas en forma aleatoria a uno de tres tratamientos:

El Tratamiento 1: (  $n = 30$  ). Tratadas con PGF<sub>2</sub>(. La primera aplicación será el día 30 postparto, dando otras dos aplicaciones subsecuentes con un intervalo de 14 días entre cada una terminando el tratamiento el día 58, aplicando el primer servicio en el calor siguiente.

El Tratamiento 2: (  $n = 30$  ). Se palparon vacas entre los días 60 a 100 post parto vía rectal para encontrar un cuerpo lúteo funcional, aplicando una inyección de PGF<sub>2</sub>(, y dando el primer servicio al presentar el siguiente calor.

El Tratamiento 3: (  $n = 30$  ). Las vacas continuaron con el manejo normal del hato y se inseminaron en el primer estro observado entre los días 60 a 100 post-parto.

El índice de fertilidad se definirá como el porcentaje de vacas gestantes entre el número total de vacas inseminadas al primer servicio por cien. La gestación fue diagnosticada por palpación rectal a los 45 días postinseminación. El análisis estadístico se realizó mediante la utilización de la Prueba de Hipótesis de Proporciones.

### Hipótesis.

Hipótesis nula: No hay diferencias significativas entre los tres tratamientos:

$$(H_0 = T_1 = T_2 = T_3)$$

Hipótesis Alternativa: Los tres tratamientos no son iguales.

$$(H_A = T_1, T_2, T_3 \text{ no son iguales})$$

$\alpha = 0.05$  de nivel de significancia

## RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

El resumen general del análisis estadístico de la fertilidad a primer servicio en los diferentes tratamientos se presentan en el cuadro 2:

Cuadro 2.- Porcentaje de fertilidad a Primer Servicio por cada Tratamiento.

	Tratamientos		Control
	1	2	3
Numero de Animales	30	30	30
% De Vacas Gestantes	63.3	36.7	40.0
% De Vacas No Gestantes	36.7	63.3	60.0

Mediante la aplicación del análisis estadístico de la prueba de Hipótesis de proporciones, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), ya que el valor de crítico de  $z$  es 1.645. Al comparar las proporciones del grupo control con el tratamiento 1, el valor de  $z$  es 2.608, mayor a 1.645.

Y al comparar el grupo control con el tratamiento 2 no hay diferencia alguna al ser el valor de  $z$  menor a 1.645, aceptando que no hay diferencia en los porcentajes de fertilidad obtenidos por el tratamiento 2.

Y al comparar los resultados obtenidos en el tratamiento 1 y el tratamiento 2, si hay una diferencia significativa entre proporciones, ya que los resultados obtenidos en el tratamiento 1 son mejores que los resultados del tratamiento 2 ( $z = 2.608$  y  $z < 1.645$ ), respectivamente. Como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro3: Comparación de resultados de Días a Primer servicio y Días Abiertos.

Variables Dependientes	Tratamientos				Control	
	1		2		3	
	Media	+/- ee	Media	+/- ee	Media	+/- ee
Días a Primer Servicio	64 <sup>a</sup>	2.65	85 <sup>b</sup>	2.65	62 <sup>a</sup>	2.65
Días Abiertos	80 <sup>a</sup>	6.17	113 <sup>b</sup>	6.17	89 <sup>a</sup>	6.17

Letras diferentes en el mismo renglón presentan diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ). Con respecto a los días a primer servicio (DPS), fue dependiente al tratamiento ( $P < 0.05$ ) en donde las vacas del tratamiento 2 presentan los resultados menos deseables, en comparación con los tratamientos 1 y 3, esta última se comporto de una manera similar ( $P > 0.10$ ).

De manera general el promedio de días abiertos fue de 94 días, sin embargo se presentó un efecto de tratamiento ( $P < 0.05$ ) en donde los mejores resultados se observaron en las vacas de los tratamientos 1 y 3 ( $P > 0.10$ ). Los animales del tratamiento 2 incrementaron sus días abiertos con respecto a sus contemporáneas.

## DISCUSIÓN.

Dado que el uso eficiente de las prostaglandinas para acelerar la presentación de celos en vacas lecheras, provocando la lisis del cuerpo lúteo, acelerando y a su vez, disminuyendo la variabilidad en la presentación de los celos en las vacas tratadas, como menciona el M. V. Z. Champa O. L. (2001), en su trabajo en el cual sincronizó dos grupos de vacas recién paridas, cada uno de 14 vacas con prostaglandinas F2 alfa, pero en diferentes días del ciclo estral; El grupo uno al día 7 del ciclo estral, y el grupo dos al día 13 del ciclo estral, obteniendo que mientras se sincronicen los celos al inicio del ciclo estral, más rápido se presentará el celo subsiguiente, y por lo tanto se mejora la tasa de preñez al primer servicio, siendo en el grupo 1 de 33% y en el grupo 2 de 30%. Afirmando que el programa de presincronización que se utilizó en este trabajo, no solo permite que el tiempo en el que transcurre el puerperio no sea modificado, sino también iniciar el programa de presincronización con animales sanos. Para poder acelerar la presentación de celos fértiles, pero aumentando el porcentaje de fertilidad en el hato al dar el primer servicio después de haberse presentado dos estros en los animales tratados. En comparación con el presente trabajo que inició el tratamiento al día treinta postparto, respetando el puerperio de los animales, y dando el primer servicio después de haberse presentado tres estros en animales tratados, la fertilidad fue mejor que la obtenida por el Dr. Champa en su experimento, superando sus resultados (30% vs 63.3%), demostrando que mientras más estros se presenten antes del primer servicio, será mayor la fertilidad que se obtenga dentro del hato.

Y al observar los resultados obtenidos por el Dr. López-Gatíos F.(2001/2003), respaldan los resultados de esta investigación, afirmando que un programa de presincronización mejora la fertilidad a partir del día 50 post-parto (20).

En el trabajo del Dr. López-Gatíos F (2001/2003), su programa de presincronización constaba de dos aplicaciones de prostaglandinas con un intervalo de 14 días entre cada aplicación, dando una fertilidad en el hato de apenas un 48%. En comparación con el presente trabajo el cual constó de 3 aplicaciones con un intervalo de 14 días entre cada aplicación iniciándolo a partir del día 30 post parto, pensando que para esta fecha se encuentre un cuerpo lúteo funcional y susceptible a la aplicación de prostaglandina F2 alfa, dando el primer servicio de I. A. al presentarse el celo después de la tercera aplicación a los 58 días post parto, y se logró obtener una mejor fertilidad (63.3%) al primer servicio.

Este tipo de calendarios, ya se había comprobado anteriormente con el trabajo realizado por el Dr. Pérez Marín C. (2001/2003), que implementaron un programa de presincronización, iniciando el tratamiento entre los días 35 y 42 post-parto, su calendario consistió de 2 aplicaciones con un intervalo de 14 días entre cada aplicación, en donde si no se presentaba un celo después de la segunda aplicación se daba una 3ra aplicación. Con este calendario el Dr. Pérez Marín C. obtuvo los resultados siguientes: en la primera aplicación una fertilidad al primer servicio de 47.32%, en la segunda aplicación de 40.42% y en la

tercera aplicación de 46.15%. Siendo mejor la fertilidad al primer servicio, confirmando que es en el primer servicio cuando se obtienen mejores resultados, por lo tanto, demostrando que el programa de presincronización del presente trabajo con tres aplicaciones antes de dar el primer servicio, permite obtener mejores resultados que los obtenidos por el Dr. Pérez Marín C. En su trabajo.

Y en comparación con otros estudios de sincronización que utilizan progesterona natural y progestágenos sintéticos que impiden la presentación de celos y ovulaciones por medio de una inhibición del eje Hipotálamo-Hipofisiario, impidiendo la secreción de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), FSH Y LH, , permitiendo la sincronización de celos al retirar los progestágenos, facilitando la liberación de FSH y LH, provocando que el folículo termine su desarrollo en un tiempo muy estrecho, terminando en el estro y ovulación sincronizados. Entre los dispositivos que contienen progesterona se encuentran el CIDR que se coloca intravaginal con una aplicación de benzoato de estradiol simultanea para reiniciar la onda folicular y al retirar se aplica una dosis de prostaglandinas para eliminar cualquier cuerpo lúteo existente, obteniendo resultados en vacas ciclantes de 60% a 65% y en anestros de 45% (Chris Burke y Michael Day, 2001), mejorando en este punto a las prostaglandinas, que pueden acelerar los celos, dependiendo de la etapa del ciclo estral y de la presencia de un cuerpo lúteo. Aunque los progestagenos sean una excelente herramienta para desencadenar la presentación de celos, no aseguran que en verdad mejore la fertilidad a primer servicio, encontrando datos de que la fertilidad obtenida con progestágenos se ubica entre 35 a 45%. Lo cual no ocurre con las prostaglandinas que a pesar de tener un menor porcentaje de celos presentados, (en vacas ciclantes de 45% a 65% y en vaquillas de hasta el 95%), en comparación con los progestagenos (80%), si tienen un porcentaje de fertilidad más alto que los progestágenos siendo de 55% a 65%, como lo obtiene el Dr. Basurto Camberos H. (1997). En comparación con los resultados obtenidos por los Dr. Burke y Day, los resultados en el presente trabajo fueron similares (60% a 65% vs. 63.3%).

Otra técnica de presentación de celos, pero en base a sincronizar la ovulación es el OVSYNCH, que se basas en la aplicación de GnRH el día 0, 7 días después una aplicación de prostaglandinas y 2 días después una segunda dosis de GnRH y 16 a 20 horas después de la segunda dosis de GnRH se da el primer servicio, pero la fertilidad obtenida fue similar que la del grupo control (40%), pero los días abiertos si disminuyeron 23 días (98 vs. 121), (Milo Wiltbank, 2000). Este programa de sincronización de ovulación, es eficaz si lo que se quiere es disminuir días abiertos y dejar de observar calores, pero con el inconveniente de sincronizar a los animales 2.5 veces por cada preñez (Milo Wiltbank, 2000). En comparación con el presente trabajo, se obtuvo una fertilidad 23.3% mayor a la obtenida por el Dr. Milo Wiltbank sin necesidad de detectar calores, pero si es recomendable tener personal suficiente para detectar calores mañana y tarde.



## CONCLUSIONES.

En base a los resultados presentados en el cuadro 1. El implementar un programa de presincronización en un hato lechero, nos permite mejorar la fertilidad del hato, respetando el puerperio de los animales así como ayudando en forma directa a la regresión del útero y a su vez permite mejorar los días a primer servicio, acelerando la presentación de los celos y observando una menor variabilidad de celos entre los animales sometidos al tratamiento y disminuyendo los días abiertos, y aumenta el número de animales gestantes al primer servicio.

En conclusión la utilización de programas de presincronización de celos con prostaglandinas F2 alfa, mejoran los índices reproductivos de los hatos lecheros, permitiendo implementar un calendario de inseminación artificial a tiempo fijo (I.A T.F.).

## BIBLIOGRAFÍA.

- 1.- SIAP: Análisis de la Leche, Boletín Informativo; México, Abril 2002.
- 2.- Hernández, S., Martínez, M.: Art. Producción Mundial de Leche y Huevo; Mundo Ganadero, Madrid, Abril 2002
- 3.- Hinks, J: Cría del Ganado Lechero; Ed. El Ateneo, México 1987.
- 4.- Tejen, M. W.: Ganado Lechero, Alimentación y Administración Ed. Limusa, México 1989.
- 5.- McDonald, M. E.: Embriología Veterinaria y Reproducción, Ed. McGraw-Hill, México 1991.
- 6.- Martínez Marín, A. L.: Art. Alimentación y Reproducción en Vacas, Mundo Ganadero, Madrid 1999.
- 7.- Gartler, H., Ketz, E.: Fisiología Veterinaria Vol. II, Ed. Acribia, España 1987.
- 8.- Dukes, H. H.: Fisiología de los Animales Domésticos Tomo II, Ed. Aguilar, México 1981.
- 9.- OMAFRA, Traducción por Ray del Pino: Art. Maximizando la concepción en Vacas Lecheras.
- 10.- Pearson, H.: Veterinary Reproduction and Obstetrcys, Ed. Baillière Tindall, 1989.
- 11.- Dukes, H. H.: Fisiología de los Animals Domésticos, Ed. Noriega 1989.
- 12.- Frandson, R. D.: Anatomia y Fisiologia de los Animales Domésticos, Ed. McGraw-Hill, 1995.
- 13.- Zapien, A. S.: Art. Inseminación Artificial en Bovinos en Zonas Aridas, Clave R82004 1982.
- 14.- McDonald, L. E.: Veterinary Endocrinology and Reproduction, LEA and Febiger Editions, 1989.
- 15.- Blowey, R. W.: Bovine Medicine; Diseases and Husbandry of Cattle, Oxford Blackwell Scientific Publications, 1992.

- 16.- Hafez, E. S. E.: Reproducción e Inseminación en Animales, Ed. McGraw- Hill 1996.
- 17.- Sumano, H. S.: Farmacología Veterinaria, Ed. McGraw-Hill, 1997.
- 18.- Cunningham, J. G.: Fisiología Veterinaria, Ed. McGraw-Hill, México 1996.
- 19.- López-Gatios F., Guijarro R., Lóipez-Bejar M: Efecto de la Presincronización Durante el Periodo de Preinseminación Sobre las Patologías Reproductivas post-parto en Vacas en Lactación. ANEMBE 2001/03.
- 20.- Pérez Marin C. C.: Eficacia Reproductiva Obtenido con un Programa basado en la Administración Repetida de D-Cloprostenol durante el post-parto en Vacas de Aptitud Láctea. Córdoba, España. ANEMBE 2001/03.
- 21.- Champa O. L.: Efecto de la Ovulación del Folículo Dominante el día 7 y 13 del ciclo estral con prostaglandinas F2 alfa sobre las tasas reproductivas en vacas. Revista Investigación Veterinaria de Perú 2001.
- 22.- Basurto Camberos H.: Sincronización del estro en bovinos en condiciones tropicales. México, 1997.
- 23.- Joel Hernández Cerón: Manejo Reproductivo en Ganado Bovino Lechero, UNAM. Mejoramiento Animal, Reproducción. División Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia.2001.
- 24.- Chris Burke y Michael Day: El Uso de la Progesterona para Inducir y Sincronizar el Estro en Ganado, la aplicación del CIDR. Revista Acontecer Lechero Vol. 1 No. 4 Septiembre-Octubre, 2001.
- 25.- Milo Wiltbank. Con un Plan de Trabajo Definido Logrará más Vacas Preñadas. Revista Hoards Dairyman en Español, Enero de 2000.
- 26.- Michael A. Wattiaux: Manejo de la Eficiencia Reproductiva. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Universidad de Winsconsin- Madison.