

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**“EFECTO DE LA ÉPOCA DEL AÑO SOBRE LA TASA DE CONCEPCIÓN EN
UN PROGRAMA DE SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN PARA
INSEMINACIÓN A TIEMPO FIJO EN UN ESTABLO DE LA COMARCA
LAGUNERA”**

POR:

MARIO ANTONIO RESÉNDEZ CHAN

TESIS:

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA

SEPTIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

“EFECTO DE LA ÉPOCA DEL AÑO SOBRE LA TASA DE CONCEPCIÓN EN
UN PROGRAMA DE SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN PARA
INSEMINACIÓN A TIEMPO FIJO EN UN ESTABLO DE LA COMARCA
LAGUNERA”

POR
MARIO ANTONIO RESÉNDEZ CHAN


TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

PRESIDENTE:


DR. CARLOS LEYVA ORASMA

VOCAL:

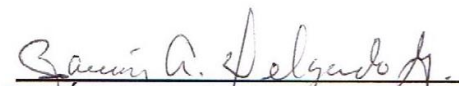

MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

VOCAL:


DR. RAFAEL RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

VOCAL SUPLENTE:


DR. OSCAR ÁNGEL GARCÍA


MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA

SEPTIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

“EFECTO DE LA ÉPOCA DEL AÑO SOBRE LA TASA DE CONCEPCIÓN EN
UN PROGRAMA DE SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN PARA
INSEMINACIÓN A TIEMPO FIJO EN UN ESTABLO DE LA COMARCA
LAGUNERA”

POR
MARIO ANTONIO RESÉNDEZ CHAN

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:

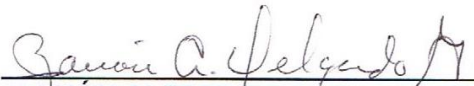


DR. CARLOS LEYVA ORASMA

ASESOR:



MVZ. RODRIGO ISÍDRO SIMÓN ALONSO



MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

SEPTIEMBRE DE 2015

Agradecimientos.

A DIOS. Por darme el privilegio de vivir, estudiar, aprender, por la gran bendición que es mi hermana, por permitirme terminar mi sueño que es la medicina veterinaria.

A MIS AMIGOS. En general todos esos grandes amigos que me pudieron tocar en la vida, esos amigos que siempre estuvieron ahí cuando los necesitaba, esos que me apoyaron a terminar mi carrera.

A MIS AMIGOS DE LA CARRERA. Unos excelentes compañeros que me pudieron tocar en las aulas, con los que aprendí lo que es la amistad, con los que tengo un gran lazo de amistad, los que me apoyaron en esta etapa y ahora les puedo decir colegas.

A MI ALMA TERRA MATER. Por brindarme la oportunidad de formar parte de ella, por proporcionarme las herramientas básicas y necesarias para ser un profesionalista.

A MIS MAESTROS. Porque todos ellos influyeron en mi aprendizaje y formación de mi carrera.

A MIS ASESORES. MVZ. Rodrigo Isidro Simón Alonso, al Dr. Carlos Leyva Orasma, por brindarme su amistad, por su apoyo incondicional dentro y fuera de las aulas y por ayudarme a finalizar mi trabajo de investigación.

A MIS ENTRENADORES. A mis coach por darme la oportunidad de estar en el equipo, por darme su amistad dentro y fuera del campo, por desarrollar habilidades en los entrenamientos, por enseñarme que el estudio y el deporte si se llevan de la mano.

Dedicatorias.

A DIOS

Por darme la fuerza de seguir adelante y no dejarme rendir, de luchar por mis objetivos y por darme la dicha de ser hijo y el orgullo de los mejores padres.

A MIS PADRES

Héctor Mario Reséndez Medina, por ser mi impulsor de poder lograr todos mis sueños y metas de la vida, por enseñarme lo que es el trabajo, la responsabilidad, la honestidad, entre miles de cosas que me has inculcado y sobre todo a ser una persona humilde. Por todo eso y más, muchas gracias Papa.

Eddy del Carmen Guadalupe Chan Cruz, por darme la vida, por ser la mejor madre que cualquiera quisiera tener, por ser uno de mis motores para ser alguien en la vida, por estar siempre pendiente de mí, simplemente me da orgullo ser hijo de quien soy, mi Mamá.

A MI HERMANA

Viridiana Guadalupe Reséndez Chan, porque es ella mi gran motor en la vida, por ella es por quien cada día de mi vida quiero superarme, porque ella es la que me da la fuerza de salir adelante día con día.

A MI FAMILIA

A todos mis tíos, primos, que siempre me apoyaron a seguir adelante en la carrera, por su interés y detalles hacia mi persona.

Contenido

Agradecimientos.....	I
Dedicatorias.	II
Índice de cuadros.....	V
Índice de Figuras.....	VI
Resumen.....	VIII
1.- Introducción.....	1
2.- Recopilación Bibliográfica.	2
2.1 Historia de protocolo Ovsynch.	2
2.2 Métodos de sincronización de la ovulación para la inseminación en vacas lecheras.	3
2.2.1 Protocolo Ovsynch.....	3
2.2.2 Protocolo Pre-Synch.....	4
2.2.3 Protocolo Co-synch.....	5
2.2.4 Protocolo Co-synch de 72 horas.....	6
2.2.5 Protocolo Ovsynch 56 horas.....	7
2.2.6 Protocolo CIDR-Synch.....	8
2.2.7 Protocolo Heat-Synch.....	9
2.3 La importancia de la progesterona en distintas etapas del ciclo estral y de la gestación en vacas de leche de alta producción.....	10
2.4 Fisiología del ciclo estral.....	14
2.5 Influencia del día del ciclo y población folicular al inicio del Ovsynch.	16
2.6 Resultados en la tasa de gestación mediante TAI en diferentes áreas geográficas.	17
2.7 Factores asociados del estrés calórico y producción de leche sobre la tasa de gestación en bovinos en sistemas intensivos.	19
2.8 Desempeño reproductivo de establos lecheros de vacas Holstein en diferentes regiones de México.	20
2.9 Evaluación de la eficiencia productiva y reproductiva de vaquillas Holstein Friesian importadas a la Comarca Lagunera, México.	22
3.- Materiales y Métodos.....	25

3.1 Análisis estadísticos.....	26
4.- Resultados y Discusión.....	27
5.- Conclusión.	32
6.- Tabla de Abreviaturas.	33
7.- Referencias Bibliográficas.....	35

Índice de cuadros.

	Pág.
Cuadro 1. Fases del ciclo estral	15
Cuadro 2. Eficacia de la inducción del estro con la iniciación del protocolo Ovsynch en distintos días del ciclo estral (Vasconcelos et al, 1999).	16
Cuadro 3. Porcentajes de preñez al 1er servicio adaptado de Quintela et al (2004).	17
Cuadro 4. Tamaño y ubicación de los hatos lecheros.	20
Cuadro 5. Programa PIAF utilizado en el establo “El Fénix”	26
Cuadro 6. Tabla general de los animales en experimento (2 años).	27
Cuadro 7. Efecto de la época del año sobre la tasa de concepción en vacas de la raza Holstein sometidas a un programa de la sincronización de la ovulación para la inseminación artificial a tiempo fijo en un establo lechero de la comarca lagunera.	28
Cuadro 8. Influencia del número de servicios en la tasa de concepción sin considerar época del año, en vacas Holstein sometidas a un programa de sincronización de la ovulación para inseminación a tiempo fijo.	29

Índice de Figuras.

	Pág.
Figura 1. Protocolo Ovsynch	3
Figura 2. Protocolo Pre-Synch	4
Figura 3. Protocolo Co-synch	5
Figura 4. Protocolo Co-synch de 72 horas	6
Figura 5. Protocolo Ovsynch 56 horas	7
Figura 6. Protocolo CIDR-Synch	8
Figura 7. Protocolo Heat-Synch	9
Figura 8. Efecto de la concentración de progesterona circulante sobre la probabilidad de gestación de vacas de leche.	11
Figura 9. Efectos positivos y negativos de progesterona durante un programa de TAI en vacas de leche de alta producción (Adaptado de Wiltbank et al., 2012).	12
Figura 10. Tasa de concepción a los 30 y 60 días de preñez y perdida gestacional de vacas Holstein tratadas o no con una fuente de progesterona tres días después de la TAI. Los datos son expresados en porcentaje.	12
Figura 11. Tasa de preñez a los 30 y 60 días y pérdida gestacional conforme la estación del año para vacas de alta producción Holstein, vacas tratadas con una fuente de progesterona tres días después de TAI. Los datos son expresados en porcentajes.	13
Figura 12 Esquema de las hormonas del ciclo estral.	14
Figura 13 Esquema simplificado de las interacciones hormonales del eje Hipotálamo-Hipófisis-Ovario.	15
Figura 14 Tasa de preñez con CIDR y otras hormonas (Bo et al. 2008).	17
Figura 15 Producción de preñeces por día en leche para el 20% más eficiente de los hatos.	21

Figura 16	Esquema general del comportamiento de la tasa de concepción hasta el tercer servicio durante Invierno – Verano del año 2013.	30
Figura 17	Esquema general del comportamiento de la tasa de concepción hasta el tercer servicio durante Invierno – Verano del año 2014.	31

Resumen.

El objetivo del presente estudio fue comparar el efecto de la época del año sobre la tasa de concepción utilizando un programa de sincronización de la ovulación a tiempo fijo. El presente trabajo se realizó en un establo de la Comarca Lagunera durante los periodos de Otoño – Invierno y Primavera – Verano. Se utilizaron registro de 1269 vacas de la raza Holstein, y de las cuales se analizaron registros en un periodo de dos años, desde octubre de 2012 hasta septiembre de 2014, para la interpretación de los resultados se recopiló la información de cuatro épocas, dos de Otoño - Invierno y dos de Primavera - Verano; para dividir los meses de cada etapa, la primera se consideró del mes de octubre de un año a marzo del siguiente y para la segunda etapa de abril a septiembre de un mismo año, cada una con periodos de 6 meses. Se dividieron las vacas en 3 grupos, vacas de primero, segundo y tercer servicio. Se analizaron los resultados obtenidos en el porcentaje de preñez y tasa de concepción mediante una χ^2 con el programa estadístico de SYSTAT 10 (Evenston, ILL, USA, 2000)

Palabras claves

- Tasa de concepción
- Ovsynch
- Fertilidad
- Sincronización

1.- Introducción.

Aunque los técnicos y productores estén a favor de la inseminación artificial y que es la técnica más apropiada para acelerar el avance genético, sigue teniendo un porcentaje muy bajo en los esquemas de fertilidad de los hatos bovinos lechero en todo el mundo (Thibier y Wagner., 2000)

Además, el desempeño reproductivo ha disminuido progresivamente, debido principalmente a dos factores, la disminución de la fertilidad de las vacas lecheras afectando mayormente a vacas altas productoras y a la detección insuficiente de los celos en la mayoría de las explotaciones ganaderas (Lucy *et al.*, 2001, Wiltbank *et al.*, 2006).

Para evitar los problemas de detección de celos en establos lecheros, se han desarrollado protocolos de sincronización de la ovulación que nos permite además inseminar un gran número de animales en un periodo de tiempo establecido. Estos protocolos se conocen como protocolos de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (Lucy *et al.*, 2001, Wiltbank *et al.*, 2006).

Los protocolos de TAI se pueden dividir en aquellos programas que utilizan la combinación de GnRH y prostaglandina FGF2 α , llamados protocolos Ovsynch (Pursley *et at.*, 1997) y aquellos programas que utilizan la progesterona y el estradiol (Baruselli *et al.*, 2001).

2.- Recopilación Bibliográfica.

2.1 Historia de protocolo Ovsynch.

En 1995, Pursley *et al.*, (1997) probó un nuevo régimen de sincronización utilizando la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y PGF2 α .

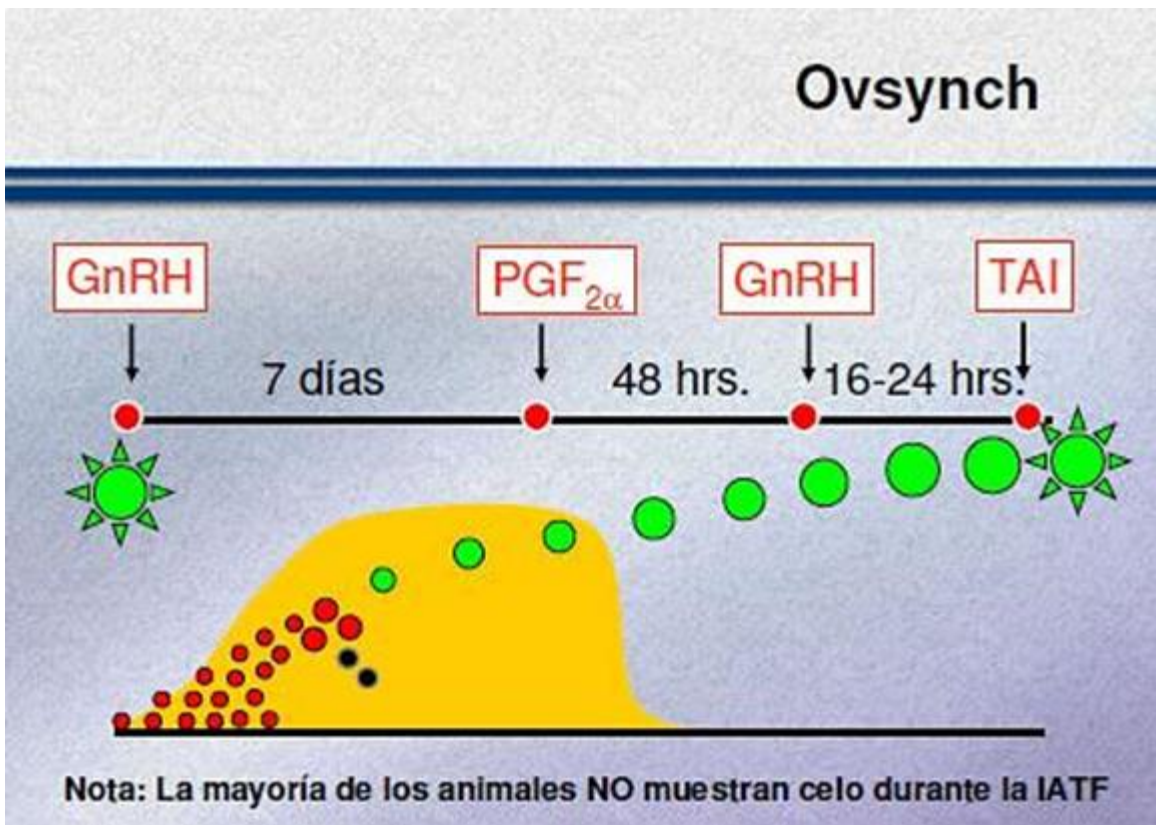
Para iniciar el protocolo, una inyección intramuscular con 100 μ g de GnRH se administra en una fase aleatoria en el ciclo de estró. La intención de esta inyección es provocar la ovulación de un folículo dominante o aplicarla cuando una nueva onda folicular ya se esté formando espontáneamente. Siete días más tarde, una inyección intramuscular con 35 mg de PGF2 α se administra para la regresión de cualquier cuerpo lúteo presente. El intervalo de siete días, es utilizado para el hecho de que el cuerpo lúteo habrá crecido a un tamaño suficiente para ser sensible a PGF2 α . 48 horas más tarde, las vacas reciben otra inyección intramuscular 100 μ g de GnRH para inducir la ovulación del nuevo folículo dominante. Los nueve días permitidos entre las dos inyecciones de GnRH está diseñado para ser suficiente para el surgimiento de un nuevo folículo y que su crecimiento tenga un tamaño apropiado para la respuesta a la GnRH. Por último, 24 horas más tarde las vacas se sirven a través de la inseminación artificial (Pursley *et al.*, 1997).

El protocolo Ovsynch ha resultado en una fertilidad aceptable para vacas de leche (Burke *et al.*, 1996; Pursley *et al.*, 1997; Stevenson *et al.*, 2000) y de carne (Stevenson *et al.*, 2000). Sin embargo, los resultados de su aplicación en establos de cría manejados en condiciones de pastoreo no han sido satisfactorios, debido a los bajos porcentajes de concepción que se obtiene en vacas en anestro (Baruselli *et al.*, 2001. Geary *et al.*, 1998; Stevenson *et al.*, 2000).

2.2 Métodos de sincronización de la ovulación para la inseminación en vacas lecheras.

2.2.1 Protocolo Ovsynch

La primera GnRH se da para inducir la ovulación y promover la formación de un nuevo cuerpo lúteo (CL) y una nueva onda folicular; es decir, para devolver a la vaca "al comienzo de ciclo estral". La PGF_{2α} administrada 7 días después se utiliza para regresar el nuevo CL y la última GnRH se administra 48 horas después para inducir la ovulación del nuevo folículo. La inseminación a tiempo fijo (TAI) se lleva a cabo de 16 a 24 horas después; o antes del tiempo esperado de ovulación el cual es aproximadamente 24 a 34 horas después de la segunda GnRH (López s/fecha).



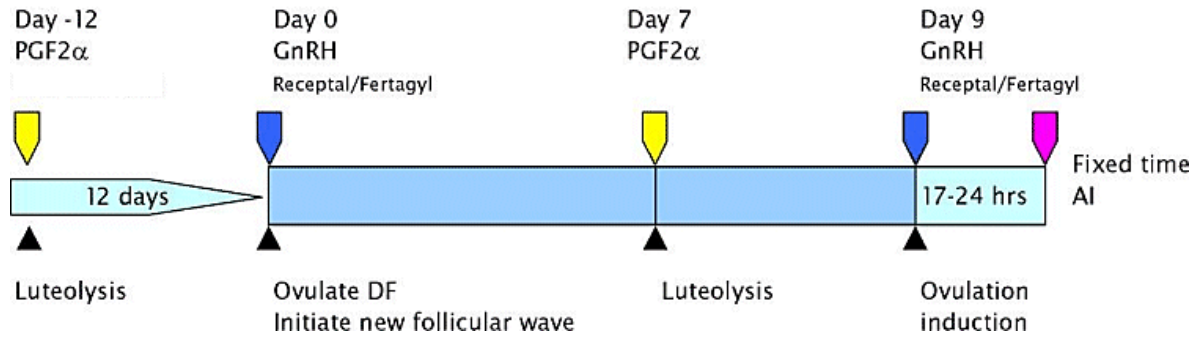
López, H. Consideración <http://absmexico.com.mx/docs/consider.pdf>

Figura 1. Protocolo Ovsynch

2.2.2 Protocolo Pre-Synch

Se ha demostrado que la pre-sincronización con una o con dos dosis de PGF2 α (con una diferencia de 14 días) mejora las tasas de preñez en los protocolos de TAI con GnRH (Bo et al 2008).

Pre-Synch



(Moreira *et al.*, 2001) <http://www.partners-in-reproduction.com/reproduction-cattle/modifications-ovsynch.asp>

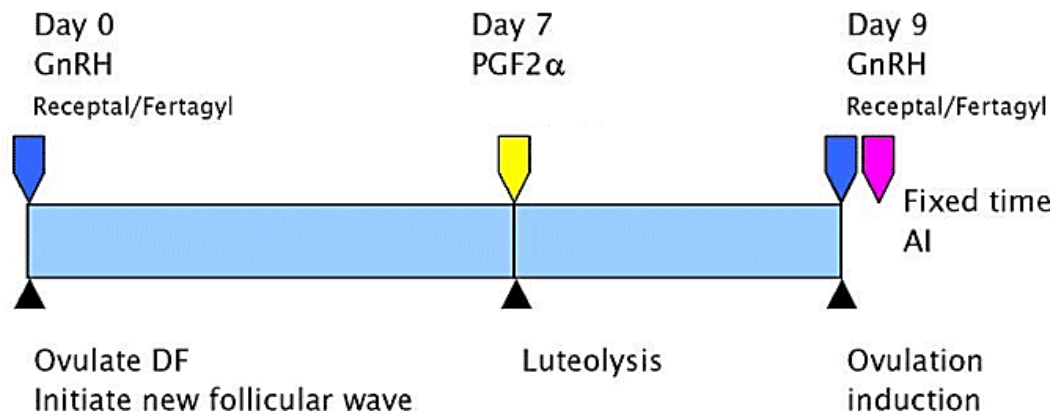
Figura 2. Protocolo Pre-Synch

2.2.3 Protocolo Co-synch

Una de las modificaciones más simples del sistema Ovsynch clásica utilizada se llama así, protocolo Cosynch. La segunda inyección de GnRH y la IA se llevan a cabo al mismo tiempo en 48h después del tratamiento con prostaglandinas (Small et al., 2000).

El protocolo Cosynch consta de: En el día 0 se aplica una inyección de GnRH, a los 7 días una aplicación de PGF2 α y a los 9 días se TAI junto con una segunda aplicación de GnRH.

Co-Synch



(Small *et al.*, 2000) <http://www.partners-in-reproduction.com/reproduction-cattle/modifications-ovsynch.asp>

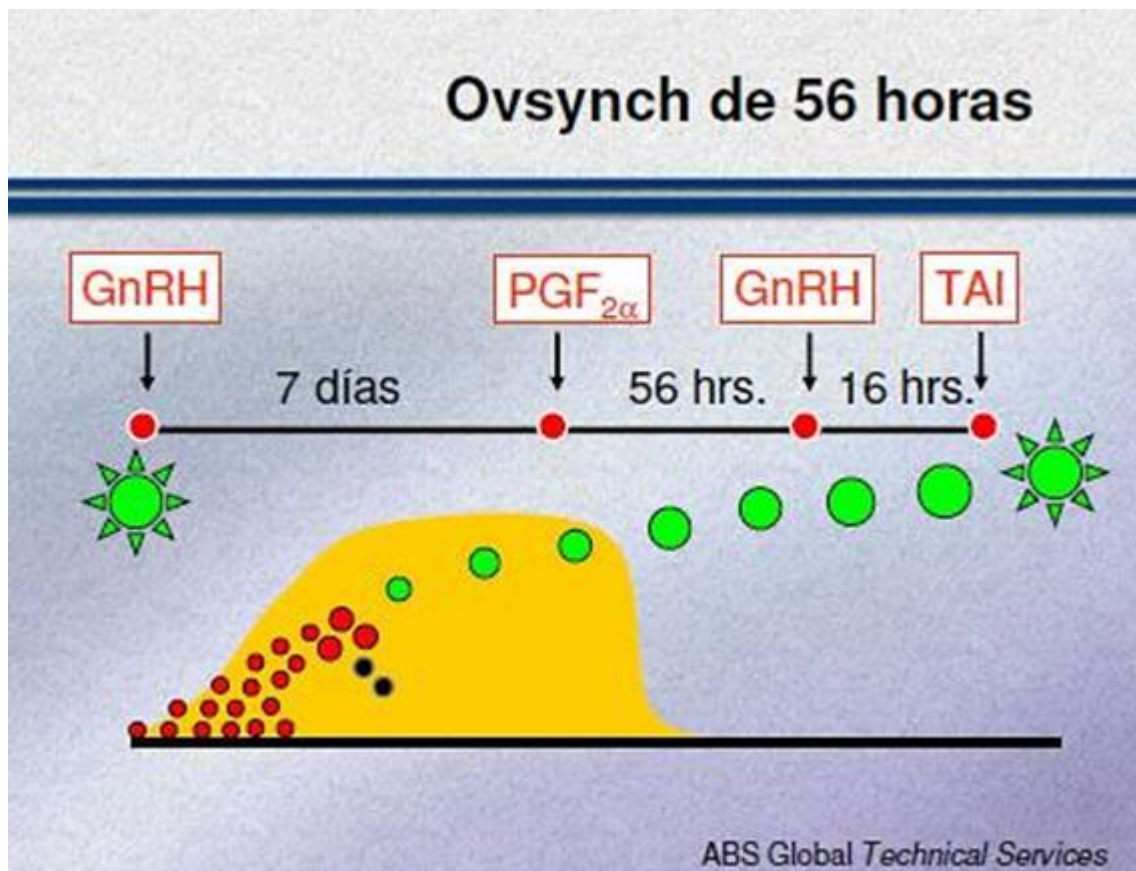
Figura 3. Protocolo Co-synch

2.2.5 Protocolo Ovsynch 56 horas

Esta es una variación reciente de Ovsynch donde las vacas reciben la segunda GnRH 56 horas después del tratamiento de prostaglandina y la TAI 16 horas después de esta inyección de GnRH.

El razonamiento de este protocolo es proporcionar tiempo adicional para la maduración folicular y optimizar el tiempo de la IA en relación al segundo tratamiento de GnRH.

Las principales consideraciones para la implementación de este protocolo de Ovsynch de 56 horas es que la segunda inyección de GnRH debe ser aplicada a las vacas en un momento que posiblemente no se ajustan en el programa regular de manejo reproductivo del hato (López s/fecha).



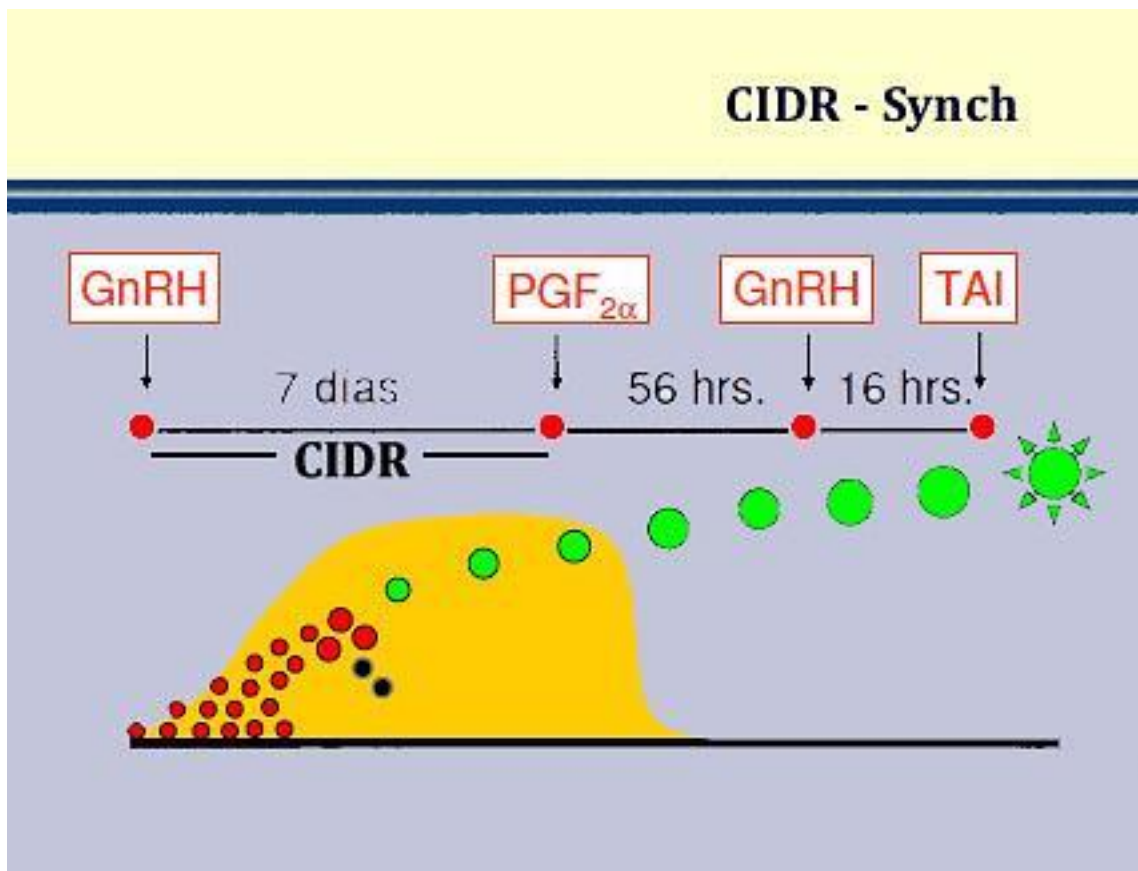
López, H. Consideración <http://absmexico.com.mx/docs/consider.pdf>

Figura 5. Protocolo Ovsynch 56 horas

2.2.6 Protocolo CIDR-Synch

El tratamiento más utilizado consiste en administrar 2 mg de EB al momento de la inserción del dispositivo (día 0), remover el dispositivo en el día 7u 8 y administrar PGF. 24 horas después se administra 1 mg de EB para sincronizar la ovulación y la TAI se realiza a las 54-56 horas post-remoción.

Estos protocolos han sido utilizados por productores lecheros en diversas partes del mundo con porcentajes de preñez que oscilan entre el 35% y el 55%, encontrándose muy influenciado por la condición corporal (CC), los días de lactancia y la producción de las vacas (López s/fecha).



López, H. Consideración <http://absmexico.com.mx/docs/consider.pdf>

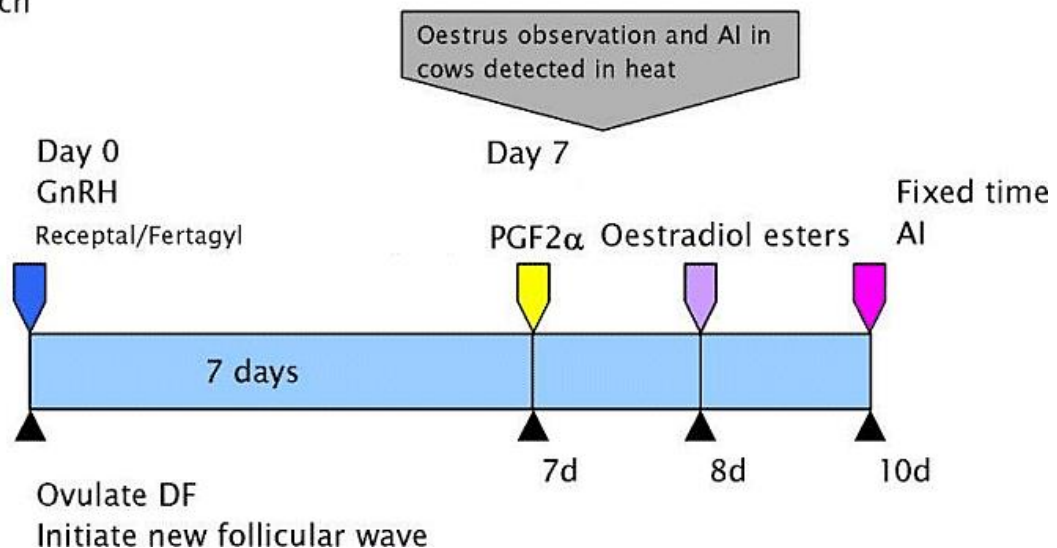
Figura 6. Protocolo CIDR-Synch

2.2.7 Protocolo Heat-Synch

Entusiastas de este sistema indican que el EB sincroniza la ovulación del folículo dominante con mayor precisión y aumenta la demostración del comportamiento del estro en vacas tratadas.

Este protocolo de sincronización de calor, es el más implementado en E.U.A e implica la sustitución de la segunda inyección de GnRH con esteroides de EB (Geary *et al.*, 1998; Stevenson *et al.*, 2004)

Heat Synch



(Small *et al.*, 2000) <http://www.partners-in-reproduction.com/reproduction-cattle/modifications-ovsynch.asp>

Figura 7. Protocolo Heat-Synch

2.3 La importancia de la progesterona en distintas etapas del ciclo estral y de la gestación en vacas de leche de alta producción.

Además de ser fundamental para la gestación, algunos estudios tienen relacionado una mejor tasa de concepción de vacas de leche con elevada concentración de progesterona circulante en protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (TAI), (Stevenson *et al.*, 2006, 2008; Chebel *et al.*, 2010), verificaron un resultado similar al comprobar el efecto de una elevada P4 sobre la fertilidad durante un programa de TAI usando el protocolo Doble Ovsynch.

Ellos observaron que animales con baja concentración de P4 durante el protocolo presentaron una tasa de concepción baja (37.1%) a los 30 días de gestación cuando fue comparado con las vacas con P4 elevada (51.0%; $P < 0,001$), indicando que el aumento de P4 en el protocolo de TAI puede proporcionar una mejora substancial de la fertilidad.

Adicionalmente, Bisinotto *et al.*, (2010) también demostró la importancia de una alta P4 durante el crecimiento de la onda folicular. Ellos demostraron que hubo una mayor tasa de concepción de vacas que iniciaron el protocolo de TAI con elevada P4 que animales con baja concentración de esta hormona (43.0% e 31.3%, respectivamente).

Por otro lado, la luteólisis inadecuada puede resultar en niveles mínimos de P4 próximo a la IA provocando una reducción en la fertilidad (Vasconcelos *et al.*, 2011). Este problema fue detectado en algunas vacas durante programas de TAI (Souza *et al.*, 2008; Brusveen *et al.*, 2006) y animales sometidos a la IA convencional a través de la observación de celo.

Para estudiar el efecto de la alta P4 próximo a la TAI tres estudios fueron conducidos en vacas de leche sincronizadas. Colectas de sangre fueron realizadas para medir la progesterona post la inducción de la luteolisis hasta próximo el momento de la aplicación del inductor de ovulación (Souza *et al.*, 2008; Brusveen *et al.*, 2006; Vasconcelos *et al.*, 2011).

La combinación de datos de dos de estos estudios reveló una drástica reducción en la tasa de concepción a medida que la P4 ha alcanzado hasta niveles de 0.4 a 0.5 mg/ml próximo al momento de la aplicación del inductor de ovulación.

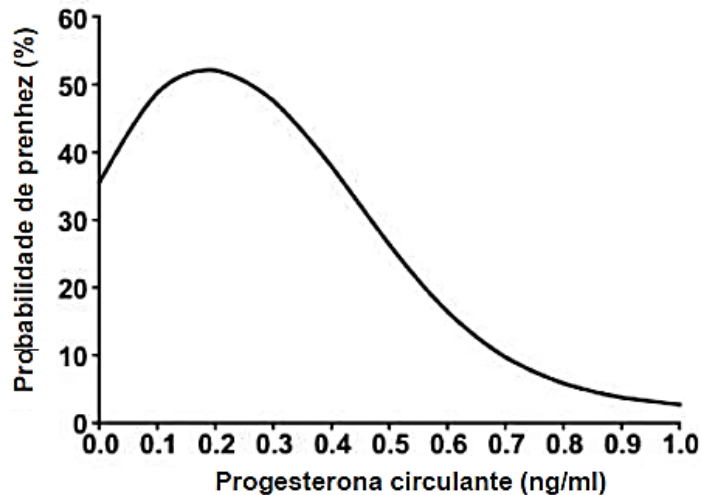


Figura 8. Efecto de la concentración de progesterona circulante sobre la probabilidad de gestación de vacas de leche (Hunter, 2005).

Las posibles explicaciones para estos resultados serían primeramente que la progesterona puede alterar el transporte del esperma u ovocito debido a la contracción del oviducto o por la alteración uterina reduciendo de esta forma la fertilización (Hunter, 2005).

En segundo lugar, la elevación de P4 disminuye la espesura endometrial lo que puede indicar otro efecto sobre el útero interfiriendo en el desarrollo embrionario (Souza *et al.*, 2011). Además, puede ser efecto más directo de la P4 durante la fertilización alterando el desarrollo subsecuente del embrión, ya (Silva y Knight, 2000) evaluaron que la adición de esta hormona en medio de fertilización *in vitro* (FIV) bajó la tasa de blastocitos.

Ya el momento post IA es un factor, pero los niveles más pequeños de progesterona circulantes post la concepción son uno de los principales responsables por las bajas tasas de preñez en hatos lecheros especializados. Altas concentraciones de P4 durante la post-inmediata concepción traen beneficios considerados esenciales, como mejora del desarrollo del concepto de elevación de la producción (Carter *et al.*, 2008)

Hay distintos medios exógenos para elevar la concentración de P4 post IA incluyendo la P4 inyectable larga acción y dispositivo intravaginal de liberación lenta o por tratamientos hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) o gonadotropina coriónica humana (HCG) que inducen la ovulación de un folículo produciendo de esta forma un segundo Cuerpo Lúteo, llamado CL accesorio.

Mientras, los trabajos conducidos tiene variaciones considerables con relación al tipo de animal carne vs leche; novillas vs vacas, día del tratamiento suplementación/administración con relación al momento de la IA, utilización de sincronización previa el número de animales por tratamiento. De los 30 estudios

evaluados, la mayoría presentó mejora numérica en la fertilidad con suplementación de P4, considerando todos, solo en seis pruebas mostró niveles de significancia ($P < 0,05$). Así, más estudios son necesarios para elucidar y mejorar los resultados.

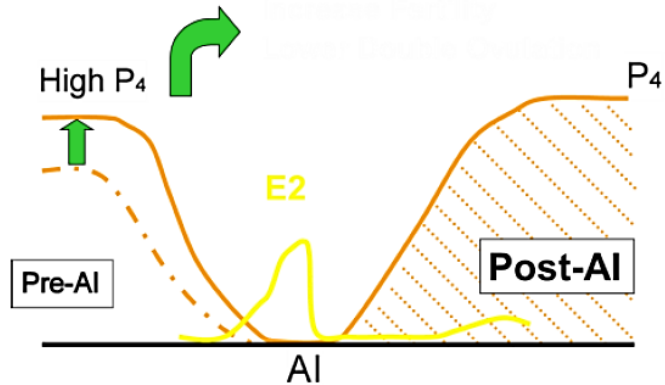


Figura 9. Efectos positivos y negativos de progesterona durante un programa de TAI en vacas de leche de alta producción (Adaptado de Wiltbank *et al.*, 2012).

Pensando en esto, realizamos un estudio en vacas de leche consideradas de alta producción, estas fueron sincronizadas y recibieron una fuente de P4 3 días post la TAI y los resultados son observados abajo:

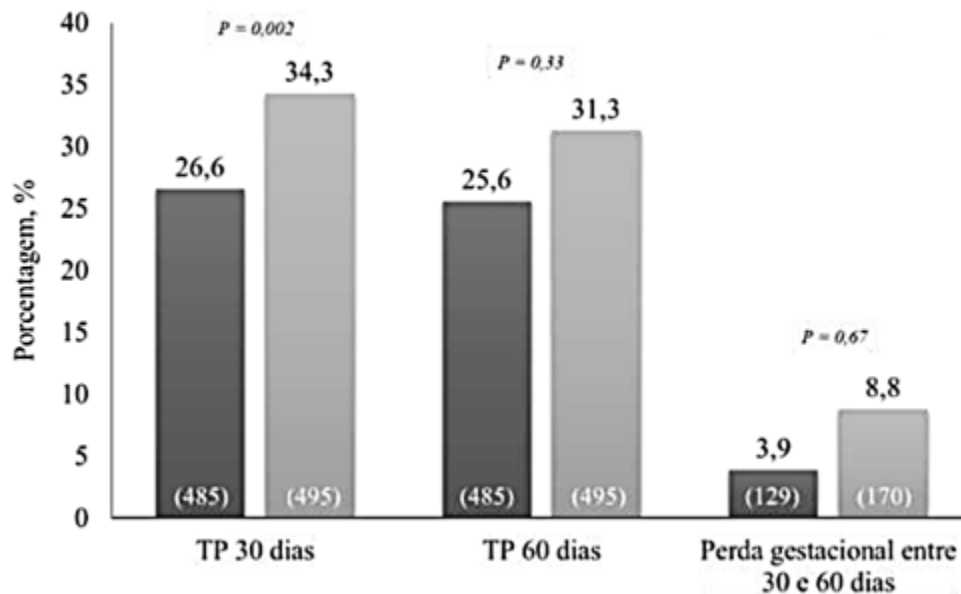


Figura 10. Tasa de concepción a los 30 y 60 días de preñez y pérdida gestacional de vacas Holstein tratadas o no con una fuente de progesterona tres días después de la TAI. Los datos son expresados en porcentaje.

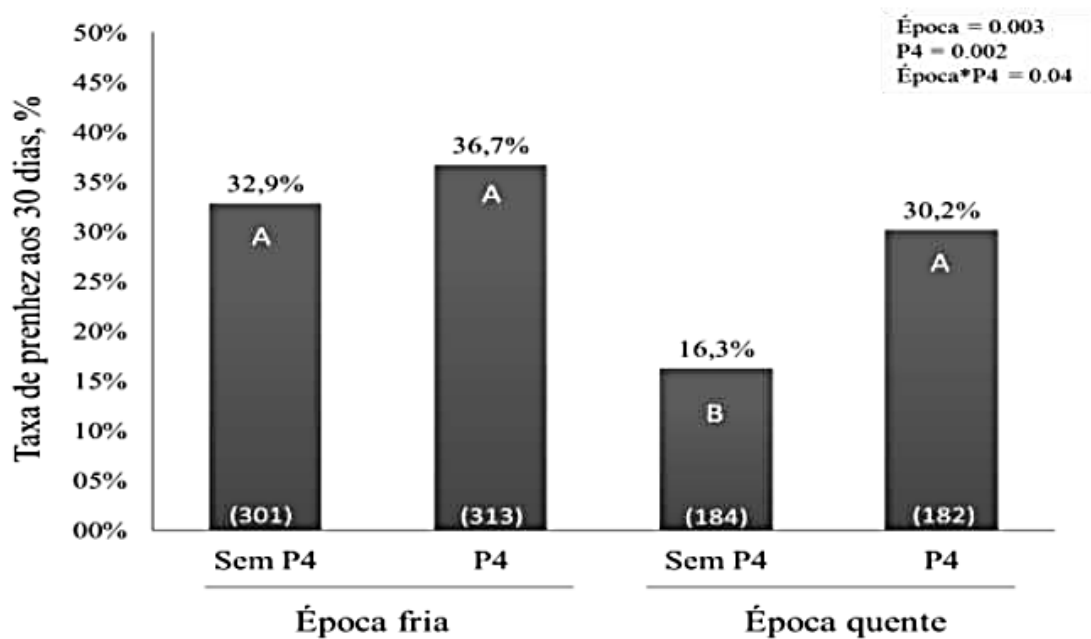


Figura 11. Tasa de preñez a los 30 y 60 días y pérdida gestacional conforme la estación del año para vacas de alta producción Holstein, vacas tratadas con una fuente de progesterona tres días después de TAI. Los datos son expresados en porcentajes (Hunter, 2005).

En esta revisión relata los potenciales desafíos reproductivos asociados a las concentraciones insuficientes de P4. El metabolismo acelerado de vacas de leche de alta producción parece ser la causa primaria de la menor circulación de P4 (Wiltbank *et al.*, 2012).

Aún, fueran relatados los efectos de esta hormona en los tres períodos de tiempo (crecimiento folicular; antes de la IA y post IA). Observó que la elevada concentración de P4 durante el crecimiento de folículos aumentó la fertilidad (Wiltbank *et al.*, 2012).

Entretanto, en el momento que antecede la IA es necesaria que los niveles circulantes estén bajos y que pequeños aumentos pueden reducir drásticamente la concepción. Siguiendo la IA, existen relatos de efectos positivos en el alargamiento/crecimiento embrionario con la elevación de la concentración de P4, sin embargo, más estudios son necesarios para confirmar estos resultados. (Wiltbank *et al.*, 2012).

2.4 Fisiología del ciclo estral.

El ciclo estral de una hembra, es el tiempo que ocurre entre dos periodos estrales, también llamado celo o calor, y varía normalmente entre 17 a 24 días, considerándose 21 días (+3) como el tiempo promedio. (Duby y Prange, 1996).

El celo es la etapa de aceptación del macho y viene acompañada de una serie de características de comportamiento típico. La presencia de folículos pre-ovulatorios en el ovario y altos niveles de estrógenos (E2) en plasma (Hafez y Hafez, 2002).

El estro suele estar asociado temporalmente con la ovulación, es de suma importancia conocer las características que permitan detectar a la hembra en estro, determinar el inicio del mismo y así que se destine la vaca a un servicio o a la entrada a un programa de IA (Fuentes, 2005).

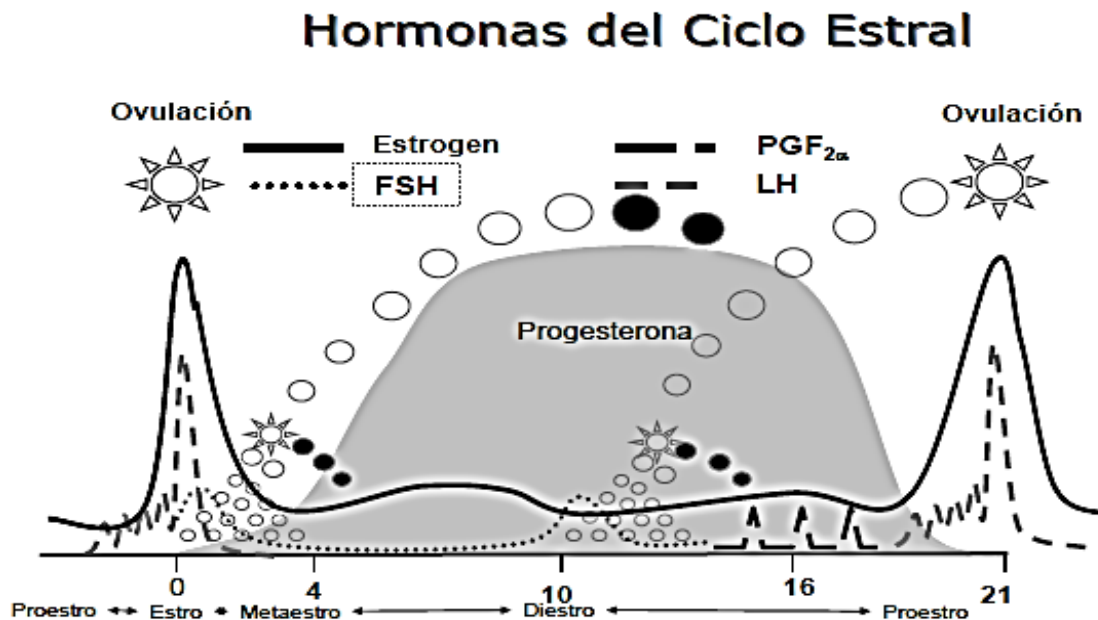


Figura 12. Esquema de las hormonas del ciclo estral (Lamb *et al.*, 2009).

La regulación del mismo es directamente por la acción de las hormonas del ovario y otras secretadas por la hipófisis (Mihm y Bleach, 2003).

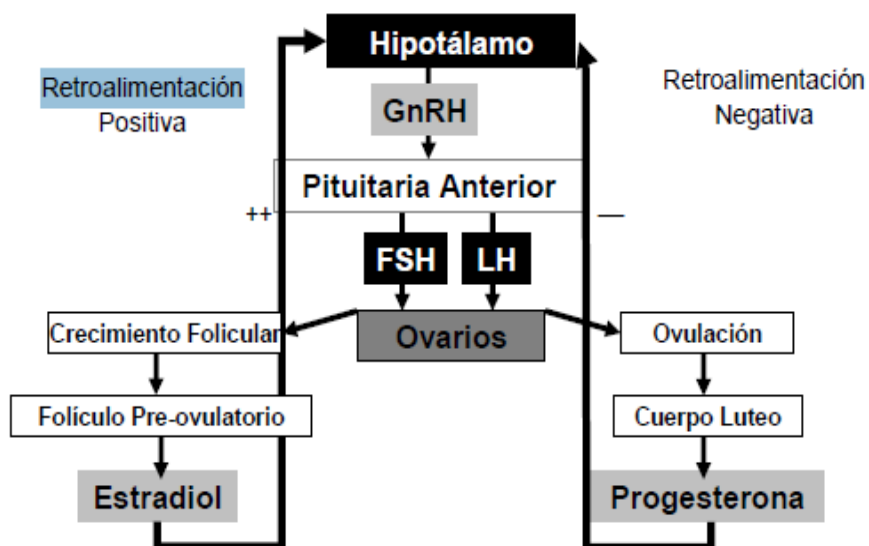


Figura 13. Esquema simplificado de las interacciones hormonales del eje Hipotálamo-Hipófisis-Ovario (Lamb *et al.*, 2009).

Fases del ciclo estral.

El ciclo estral se puede dividir en tres fases:

1. Fase Folicular o de regresión del cuerpo lúteo (Proestro)
2. Fase Peri ovulatoria (Estro y Metaestro)
3. Fase Luteal (Diestro)

El día 0 del ciclo estral es el día del celo o calor aparente con signos manifiestos y se considera el día del comienzo del nuevo ciclo; sin embargo, y para efectos de mejor entendimiento, la descripción se realizara a partir de la destrucción del cuerpo lúteo del ciclo estral anterior y finalizará con el día de celo del siguiente ciclo (Lamb *et al.*, 2009).

Cuadro 1. Fases del ciclo estral.

Fase	Día	Duración	Evento
Estro	0	10-12 hrs.	Maduración Folicular, altos niveles de Estrógeno y pico de LH
Metaestr o	1-3	5-7 días	Ovulación (dentro de las 12-18 hrs.) formación del Cuerpo hemorrágico que no responde a la PGF _{2α}
Diestro	5-18	10-15 días	Maduración del Cuerpo Lúteo - Altos niveles de Progesterona
Proestro	19-21	3 días	Regresión del Cuerpo Lúteo, maduración del foliculo e incremento de estrógenos

2.5 Influencia del día del ciclo y población folicular al inicio del Ovsynch.

Se ha demostrado que la fase del ciclo estral en el momento que se administra la GnRH durante la primera fase del crecimiento del folículo dominante, es posible que no produzca la ovulación en respuesta a la liberación de LH (Moreira *et al.*, 2001) sugirió que los bovinos responderán de manera más considerable a los protocolos con GnRH, si estos inician entre los días 5 y 12 del ciclo; esto se puede lograr con la pre-sincronización con una o con dos dosis de PGF2 α (con intervalo de 14 días), mejorando la tasa de preñez en los protocolos de TAI con GnRH. Sin embargo, es poco probable que los tratamientos con PGF2 α mejoren la reproducción en vacas lecheras no cíclicas, lo cual parece ser probable en muchos de los casos según (Moreira *et al.*, 2001).

Cuadro 2. Eficacia de la inducción del estro con la iniciación del protocolo Ovsynch en distintos días del ciclo estral (Vasconcelos *et al.*, 2011).

Día del ciclo estral	Ovulación a primera inyección de GnRH	Ovulación a segunda inyección de GnRH
1-4	23%	94%
5-9	96%	89%
10-16	54%	85%
17-21	77%	81%
Total	64%	87%

A partir de este estudio se puede concluir que los porcentajes de concepción deberían ser mayores cuando el protocolo Ovsynch se inicia los días 5 y 12 del ciclo estral.

2.6 Resultados en la tasa de gestación mediante TAI en diferentes áreas geográficas.

Cuadro 3. Porcentajes de preñez al 1er servicio (adaptado de Quintela *et al.* 2004).

# Partos	Frecuencia de parición	% Preñez
1	520	51.3
2	677	50.3
3	525	51
4	351	49
5	279	44.4
>5	507	49.7

Boyd y Reed (1961) demostraron una alta frecuencia de muerte embrionaria en vacas con más de 5 lactancias que las vacas entre 2 y 4 lactancias, al igual que Coleman *et al.* (1985), reportaron que el incremento del número de lactancias, está asociado con más desordenes reproductivos y un menor desempeño reproductivo.

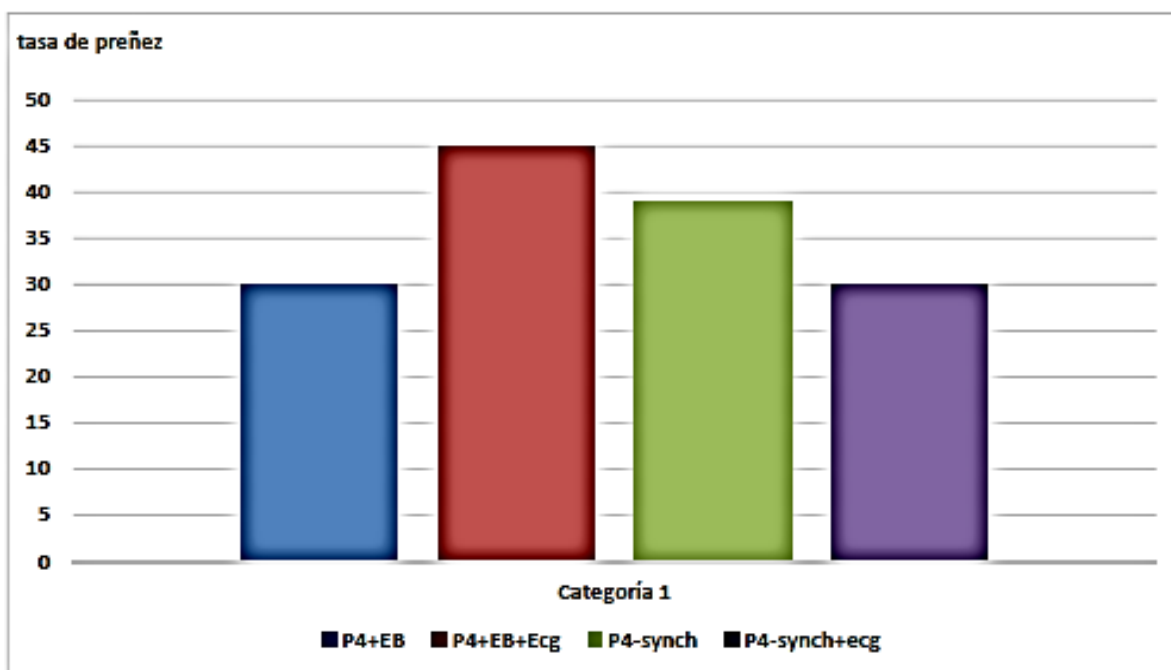


Figura 14. Tasa de preñez con CIDR y otras hormonas (Bo *et al.*, 2008).

Otros datos a considerar:

En un experimento hecho en vacas de la raza Holstein en lactación que fueron tratadas con el programa de Ovsynch, el 11% ovuló antes de la TAI, el 12% no respondió al tratamiento inyectado con PGF2 α y un 9% no ovularon después del segundo tratamiento con GnRH, lo que indica que la tasa de sincronización (definida como el porcentaje de vacas cuyo CL sufrió regresión y ovulación dentro de las 24 horas después de TAI) fue solo del 68% (Colazo *et al.*, 2009).

Gracias al Pre-synch se puede asegurar que las vacas estén en la etapa más apropiada del ciclo estral en el momento de la primera GnRH. El objetivo es que la mayoría de los animales se encuentren entre los 5 y 12 días del ciclo estral (Vasconcelos *et al.*, 2011. Moreira *et al.*, 2001).

Otro autores demostraron que una reducción en el intervalo entre el Pre-synch y la primera GnRH de 14 a 11 días, incrementa el porcentaje de animales ovulando a la primera GnRH (Galvao *et al.*, 2007).

La tasa de concepción definida como el número de vacas preñadas sobre el número vacas inseminadas, es generalmente menor en las vacas tratadas con Ovsynch, porque la ovulación no se sincroniza adecuadamente en aproximadamente 1/3 de los animales.

2.7 Factores asociados del estrés calórico y producción de leche sobre la tasa de gestación en bovinos en sistemas intensivos.

En el ganado lechero se ha observado en los meses calurosos una reducción de la tasa de gestación (Avendaño *et al.*, 1990. Fernández *et al.*, 1997. Cartmill *et al.*, 2001), donde se ha definido el período crítico del estrés calórico sobre la fertilidad y el desarrollo embrionario dos días antes del servicio (Ingraham *et al.*, 1995. Ravagnolo *et al.*, 2002), y el día del mismo (Cartmill *et al.*, 2001). Se ha calculado que por cada unidad de incremento del índice temperatura/humedad en el día del servicio, se da una reducción de 0.5 % en la tasa de no retorno al estro a los 45 días post-servicio (Ravagnolo *et al.*, 2002).

Algunos estudios, han estimado en el transcurso de los últimos 25 años una reducción anual entre 0.5 y 1 % de la fertilidad al primer servicio, donde el factor que ha contribuido a la declinación de la fertilidad ha sido el incremento de la producción láctea, que además se ha asociado con el retraso en el re-inicio de la actividad ovárica posparto (Cartmill *et al.*, 2001).

La lenta recuperación de los niveles de gestación de las vacas con mayor producción, puede estar relacionada con un efecto del estrés calórico del verano sobre el desarrollo y la calidad folicular y del ovocito, y de la función lútea, que juegan un papel importante en la fertilidad y el desarrollo embrionario temprano.

No se ha descrito un mecanismo preciso por el cual el estrés calórico afecta la fertilidad, pero se sugiere que se produce un daño en la comunicación intercelular entre las células de la granulosa, del cúmulo y del ovocito (Al-Katanani *et al.*, 2002. Roth *et al.*, 2001), se afecte la competencia del ovocito (Al-Katanani *et al.*, 2002, Sartori *et al.*, 2002), se altera el contenido proteico del fluido folicular, la viabilidad de las células de la granulosa y de la teca interna.

2.8 Desempeño reproductivo de establos lecheros de vacas Holstein en diferentes regiones de México.

Desempeño reproductivo en las lecherías con ganado Holstein en México

El estudio realizado donde el objetivo principal era el comparar indicadores reproductivos modernos de lecherías con vacas Holstein en 5 diferentes regiones de México y establecer evaluaciones comparativas para el 20% más eficiente de los hatos. Se evaluaron datos de un total de 119,097 vacas y 377,025 inseminaciones de Enero a Diciembre de 2010, en 54 lecherías de 5 diferentes regiones del país. Todas las lecherías evaluadas pertenecen al segmento especializado de la industria, es decir, utilizan altos niveles de tecnología lechera en sus sistemas.

Cuadro 4. Tamaño y ubicación de los hatos lecheros (Wattiaux *et al.*, 2008)

Region	Estados	Hatos, no.	Tamaño prom. del hato \pm SD*
1	Baja California Norte, Baja California Sur	10	735 \pm 225 ^a
2	Chihuahua	5	4,178 \pm 3,702 ^b
3	Aguascalientes, Jalisco	14	1,484 \pm 866 ^a
4	Queretaro	6	1,202 \pm 735 ^a
5	Coahuila, Durango	19	3,308 \pm 2,573 ^b

*Rango: 459 to 12,630 con una media de 2,206 cows.

^{a,b}Diferente dentro de cada fila; P < 0.05.

Todas las lecherías utilizaban un protocolo IATF dentro de su programa reproductivo, combinado con la observación regular de los celos. La distribución de los protocolos en las lecherías fue como sigue: Un 70% (38 hatos) utilizaban un Pre-synch convencional consistente en 2 prostaglandinas separadas 14 días, seguidas posteriormente por un Ovsynch 56h. ; 15% (8 hatos) utilizaban un Pre-synch convencional consistente en 2 prostaglandinas separadas 14 días, seguidas posteriormente de un Ovsynch 48h.; 9% (5 hatos) utilizaban un Pre-synch convencional consistente en 2 prostaglandinas separadas 14 días, seguidas posteriormente de un Co-synch 72 y un 6% (3 hatos) utilizaban un Doble Ovsynch.

Los datos relativos al 20% más eficiente de los hatos, sugieren que pueden alcanzarse niveles de eficiencia reproductiva comparables a aquéllos alcanzados en los sistemas más exitosos de los EEUU (Caraviello *et al.*, 2006, Moeller *et al.*,

2010). Es interesante hacer notar que los hatos situados en el 20% más eficiente en nuestra evaluación reproductiva, fueron también los hatos con mayores niveles de producción de leche. Esto sugiere que puede lograrse una alta eficiencia reproductiva mientras por otro lado se mantienen altos niveles de producción de leche. Esta observación está en concordancia con reportes recientes que mostraron una mayor eficiencia reproductiva en hatos con altos niveles de producción de leche (LeBlanch, 2010).

Otra observación interesante es que, aun cuando los hatos menos eficientes tenían períodos de espera voluntaria más cortos y comenzaban a inseminar las vacas más tempranamente en el período postparto, ese inicio temprano de las inseminaciones no mejoró la producción de preñeces para ese grupo de hatos, como lo demuestra el porcentaje de vacas gestantes a los 100 días en leche.

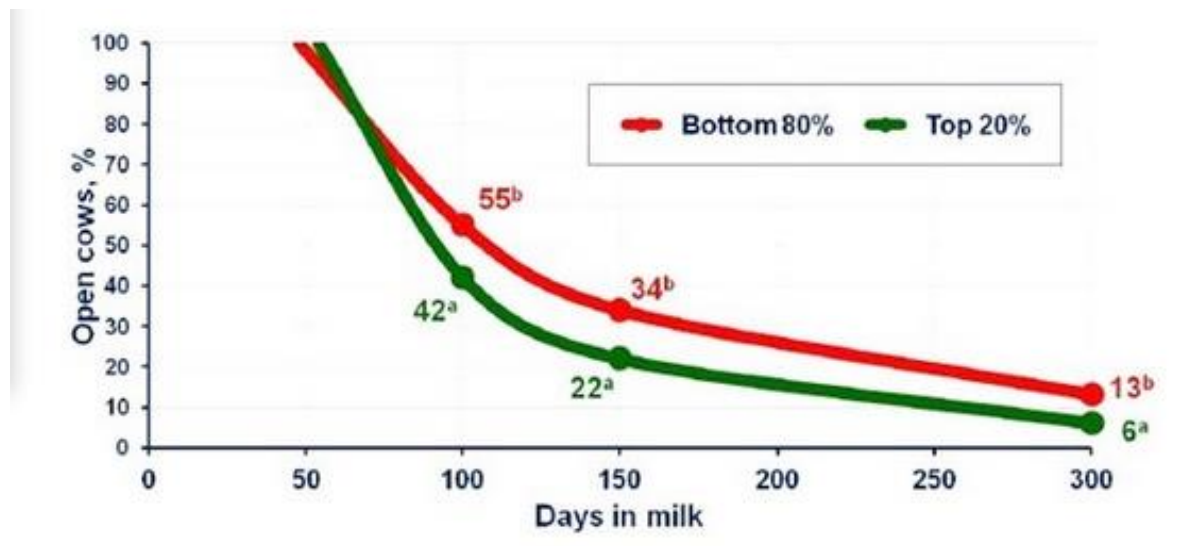


Figura 15. Producción de preñeces por día en leche para el 20% más eficiente de los hatos (LeBlanch, 2010).

2.9 Evaluación de la eficiencia productiva y reproductiva de vaquillas Holstein Friesian importadas a la Comarca Lagunera, México.

En un estudio realizado en la Comarca Lagunera, México, localizada en la parte central de la porción norte de México. Ubicada entre los meridianos 102° 22' y 104° 47' W. G. longitud Oeste, y los paralelos 24° 22' y 26° 23' latitud Norte. La altura media sobre el nivel del mar es de 1,139 metros. La topografía es en términos generales plana y pendientes suaves, que varían de 0.20 a 1.0 metros por kilómetro, generalmente hacia el norte y noreste (SAGARPA, 1998). El tipo de clima es: seco desértico semicálido, temperaturas extremosas, las lluvias se presentan en verano, con una precipitación anual de 250.6 mm. La temperatura promedio es: media 20.21 °C, máxima 33.60 °C, mínima 05.59 °C. Se presentan heladas durante los meses de Noviembre a Marzo (García *et al*, 1988, SAGARPA, 1998).

El estudio se realizó en tres establos lecheros comerciales donde las explotaciones lecheras tienen en promedio 1200, 720 y 2203 vacas en línea de producción, A, B y C, respectivamente. Los registros reproductivos y productivos de 1364 vacas de primer y segundo parto pertenecientes a los tres establos, tuvieron el parto en los años 1997 al 2001 Las variables consideradas en el presente estudio fueron días abiertos (**DA**), servicios por concepción (**SC**).

Se obtuvieron variables considerando los factores origen, establo, número de lactancia, año de parto (**AP**), época de parto (**EP**) (época fría de Noviembre a Marzo y época caliente de Abril a Octubre).

Por época de parto. La producción es afectada estadísticamente ($P < 0.01$) por la época de parto. Lo que se esperaba es que en los meses (Noviembre a Marzo, época de frío (**EF**) con temperaturas medias mensuales más bajas de la Comarca Lagunera, se produjera más que en la época de calor (**EC**) (Abril a Octubre), lo cual no sucedió. La producción fue mayor para la EC, pero no existe diferencia estadística entre ellas. Estos resultados son diferentes al obtenido en otro estudio en la Comarca lagunera donde el rendimiento lechero en vacas fue mayor en los meses de Octubre a Marzo que aquellas que lo hicieron en el resto del año (Mendoza *et al.*, 1991).

Estudios en vacas Holstein de la Comarca Lagunera se han obtenido: 1.5 ± 0.30 y 2.2 ± 0.36 SC en vacas enfriadas con baño por aspersión y ventilación y en vacas sin baño, respectivamente (Rangel et al., 1999); 2.18 y 2.79 servicios por concepción en vacas normales (Díaz et al., 2000). Sin embargo, después de tomar en consideración las muertes fetales, esto equivale aproximadamente a 1.6 servicios por ternero nacido. El hato promedio requiere unas dos inseminaciones por ternero nacido (Bath et al., 1986).

Los servicios por concepción menores de 1.7 es un valor óptimo y mayores a 2.5 indican problemas en el hato lechero (Wattiaux et al., 2002). Además, sabiendo que el control genético de la fertilidad de la vaca es extremadamente bajo, los efectos ambientales deben ser enfatizados para sobreponerse a los antagonismos de rendimiento y fertilidad. Las prácticas de manejo para mejorar la fertilidad de la vaca deben de ser implementadas cuando la fertilidad de la vaca se encuentre abajo del promedio (Hansen et al., 2000).

DA y SC por origen. En estudios hechos en vacas Holstein de la Comarca Lagunera: se han encontrado medias de mínimos cuadrados menores y superiores a las obtenidas en este estudio, de 80.5 ± 7.52 y 96.1 ± 8.08 días abiertos en vacas enfriadas con baño por aspersión y ventilación y en vacas sin baño, respectivamente (Rangel et al., 1999); de 86.18 días (Díaz et al., 2000); 144.70 días en 17500 vacas Holstein (Hernández et al., 1998); 115 días (LALA, 2000)

SC y DA por lactancia. Los SC para la 1ra y 2da no son estadísticamente significativos, pero si hay una tendencia a incrementarse en la 2da lactancia. Las medias de mínimos cuadrados para SC son similares a las obtenidas en un estudio en USA de 1.8 SC en vacas de 1er parto y 2.3 SC en vacas de 2 o más partos, con un error estándar de 0.2 (Luna-Dominguez et al., 2000).

DA y SC por época de Parto. Como es de esperarse, hay más DA para la EC que para la EF. Hay una relación con el número de SC, correspondiendo mayor SC para la EC y menor para EF con una diferencia de 0.31 SC, para estos últimos, con un alto nivel de significancia ($P < 0.01$) para ambos casos. Estas relaciones son altamente significativas porque las condiciones climáticas son muy drásticas

durante el año; debido a que la interacción genotipo-ambiente, no parece ser grande en ganado lechero en áreas templadas (Legates y Warwick, 1990).

DA y SC por año de parto. Estas diferencias que se dan entre épocas se deben básicamente a los cambios ambientales que se dan entre los años. Se puede asociar una cierta desviación ambiental con una diferencia específica de ambiente, independientemente del genotipo en el cual aquella actúa. Los factores nutricionales y temperaturas son las causas externas más comunes de variación ambiental (Falconer *et al.*, 1981).

DA época de parto por año de parto. Los menores promedios en DA para EF y EC se presentaron en el año 1997. Existe la relación de menores DA en EF respecto al mismo año en la EC, no reportándose dato para el 2001 en la EC. El año con mayor promedio en DA para EF y EC fue 1999, siendo estadísticamente significativos ($P < 0.01$).

3.- Materiales y Métodos.

La presente investigación se realizó en la empresa “Lácteos El Fénix” con un inventario promedio anual de 2400 vacas en producción, la explotación pecuaria se encuentra ubicada en el Km 2.5 de la carretera Gómez Palacio-Chihuahua en el municipio de Gómez Palacio, Durango. Geográficamente se encuentra situada en los 25°37'58" latitud norte y los 103°30'07" longitud Oeste, su elevación sobre el nivel de mar es de 1,125 Metros, la temperatura anual promedio de 31°C y una precipitación pluvial anual promedio de 200 ml., (C.N.A.2012).

El periodo de investigación utilizado para la recopilación de datos comprende desde enero hasta abril de 2015, se utilizó la información de 1269 vacas de la raza Holstein que tuvieron entre 1 y 3 servicios de inseminación; todas fueron introducidas al programa de inseminación artificial fijo (PIAF) que en este establo consiste en la unión de dos protocolos, se utiliza primero el protocolo Pre-synch para enseguida continuar con el Ovsynch; al inicio del programa, todos los animales fueron sometidos a un examen ginecológico para verificar la salud del sistema reproductivo, de igual manera, se revisó la consistencia y color del moco cervical.

En este programa de IA monitoreado se utilizó PGF2 α , (es una Prostaglandina sintética análoga), estructuralmente relacionada con la prostaglandina PGF2 α que provoca la luteólisis induciendo el estro, se aplican 2 mililitros (ml) del producto que equivalen a 530 microgramos (μ g) de Cloprostenol sustancia activa.

Para la utilización de Gonadotropina (GnRH) el producto utilizado es una solución de Gonadorelina que equivale a la hormona de liberación de Gonadotropina (GnRH), cuya función es controlar la producción y secreción de la hormona luteinizante (LH) y de la hormona folículo estimulante (FSH), se aplican 2ml. que equivalen a 200 microgramos (mcg.).

El programa de inseminación artificial a tiempo fijo (PIAF) implementado en el establo, comienza cuando las vacas son sometidas a una pre-sincronización como lo indica el protocolo Pre-synch con dos dosis de PGF2 α , la primera aplicación se realiza en promedio a los 45 días post-parto y la segunda 12 días más tarde, en este momento han transcurrido 57 días de haber parido los animales, se dejan pasar 12 días y se comienza con el protocolo Ovsynch al aplicar la primera inyección de Gonadotropina (GnRH) hasta aquí se han acumulado 69 días después del parto, enseguida se dejan pasar 8 días más y se aplica otra inyección de PGF2 α con lo que se cumplen 77 días post-parto, luego a las 48 Hrs o 79 días después de parida la vaca se realiza la segunda aplicación de GnRH, finalmente 24 horas después se realiza la inseminación del animal.

3.1 Análisis estadísticos.

Cada una de las variables del porcentaje de tasa de concepción de cada grupo se comparó por medio de una χ^2 . Todos los análisis estadísticos se efectuaron mediante el paquete estadístico SYSTAT 10 (Evenston, ILL, USA, 2000).

Cuadro 5. Programa PIAF utilizado en el establo “El Fénix”

	Pre-synch				Ovsynch						
	Días post-parto	Intervalo entre aplicación	Días post-parto	Intervalo entre aplicación	Días post-parto	Intervalo entre aplicación	Días post-parto	Intervalo entre aplicación	Días post-parto	Intervalo entre aplicación	Días post-parto
Periodo transcurrido	45 días	12 días	57 días	12 días	69 días	8 días	77 días	48 horas	79 días	24 horas	80 días
Tratamiento	PgF 2 α		PgF 2 α		GnRH		PgF 2 α		GnRH		Inseminación

4.- Resultados y Discusión.

Cuadro 6. Tabla general de los animales en experimento (2 años).

		Total de animales	Preñadas	Re inseminadas	Vacías
1 servicio o G1S	Animales	658	185	293	180
	Porcentaje		28.11%	44.52%	27.35%
2 servicio o G2S	Animales	343	77	141	125
	Porcentaje		22.44%	41.10%	36.44%
3 servicio o G3S	Animales	268	46	123	99
	Porcentaje		17.16%	45.89%	36.94%
Total:	Animales	1269	308	557	404
	Porcentaje		24.27%	43.89%	31.83%

La información acumulada de las 4 épocas monitoreadas (en dos años) tiene como finalidad el observar los resultados y diferencias en las tasas de concepción durante los periodos en mención.

Al considerar los dos años y sus cuatro épocas juntos se observa que de un total de 1269 vacas monitoreadas en este estudio, el porcentaje de eficiencia obtenido para la tasa de concepción fue del 24.27% que corresponde a 308 animales preñados.

Del total de animales preñados el porcentaje más alto correspondió al grupo de las de primer servicio con 28.11% para un total de 185 vacas, seguido de las de segundo servicio con 22.44% para 77 semovientes y de las de tercer servicio con un 17.16% que representan 46 animales.

El porcentaje de gestación general obtenido en el presente estudio fue de 24.27% y considerando que los animales monitoreados fueron tratados para su inseminación con el protocolo de Ovsynch, se concluye que este dato no concuerdan con Pursley *et al.*, (1997) quien encontró una tasa de gestación de 37.8% con un protocolo similar de Ovsynch.

Al término de esta investigación se observó que sí influye el número de servicios de los animales en la tasa de concepción, así como la época del año en que se encuentren los animales.

Cuadro 7. Efecto de la época del año sobre la tasa de concepción en vacas de la raza Holstein sometidas a un programa de la sincronización de la ovulación para la inseminación artificial a tiempo fijo en un establo lechero de la Comarca Lagunera.

Variables	Primer año		Segundo año	
	Otoño - Invierno	Primavera - Verano	Otoño - Invierno	Primavera - Verano
	% Preñez	% preñez	% Preñez	% preñez
1 servicio o G1S	29.43 (68/231) ^a	14.28 (16/112) ^b	37.15 (68/183) ^a	25.00 (33/132) ^b
2 servicio o G2S	31.83 (29/91) ^a	8.69 (6/69) ^b	20.89 (14/67) ^a	24.13 (28/116) ^a
3 servicio o G3S	17.74 (11/62) ^a	11.94 (8/67) ^a	21.05 (12/57) ^a	18.29 (15/82) ^a

Literales con superíndice diferente (P<0.05)

Los resultados obtenidos y analizados en la tabla 7 indica que la tasa de concepción según el número de servicio realizado, si se encuentra diferencia estadística (P<0.05) al comparar las diferentes épocas del año (Otoño –Invierno y Primavera – Verano).

El porcentaje obtenido en la tasa de concepción después del programa de TAI Ovsynch implementado en este experimento, para algunos autores puede ser bajo. Pero se debe tener en cuenta muchos factores para cada experimento como lo fue éste. Se deben analizar factores como la condición corporal de los animales (Moreira *et al.*, 2000), la época del año en que se realizó el experimento (De la Sota *et al.*, 1998), el estrés calórico de los animales y más en la época de calor de la región (Cartmill *et al.*, 2001), el número de partos de la vacas (Stevenson *et al.*, 1989), el estado cíclico estral al inicio del protocolo de la sincronización de la ovulación (Vasconcelos *et al.*, 2011. Cartmill *et al.*, 2001).

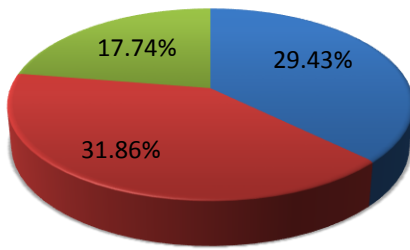
Cuadro 8. Influencia del número de servicios en la tasa de concepción sin considerar época del año, en vacas Holstein sometidas a un programa de sincronización de la ovulación para inseminación a tiempo fijo.

Numero de servicios	(%) gestación	Numero de vacas
1 servicio o G1S	28.11 ^a	(185/658)
2 servicio o G2S	22.44 ^a	(77/343)
3 servicio o G3S	17.16 ^a	(46/268)
	24.27%	(308/1269)

Literales con superíndice diferente ($P>0.05$)

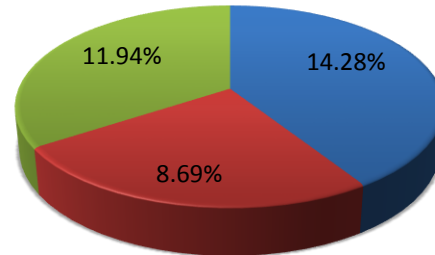
Los resultados obtenidos y analizados en la tabla 8 indican que la tasa de concepción según el número de servicio realizado, no muestran diferencia estadística ($P>0.05$) en esta variable sin considerar la época del año.

■ 1 servicio ■ 2 servicio ■ 3 servicio



Tasa de cocepcion 28.12% de eficiencia en Otoño - Invierno.

■ 1 servicio ■ 2 servicio ■ 3 servicio

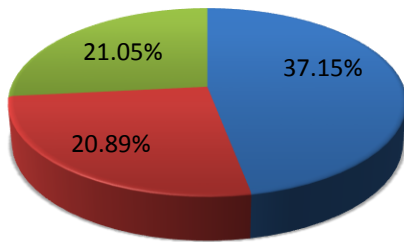


Tasa de cocepcion 12.09% de eficiencia en Primavera -Verano.

Figura 16. Esquema general del comportamiento de la tasa de concepción hasta el tercer servicio durante Invierno – Verano del año 2013.

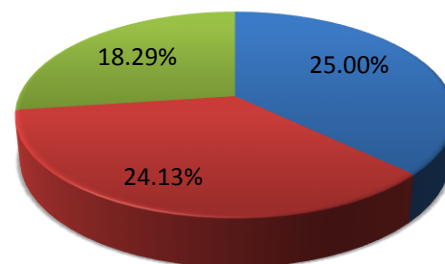
En la figura 16 de primer año se puede observar la diferencia de porcentajes notable de tasa de concepción entre el primero, segundo y tercer servicio en las diferentes épocas del año, Otoño – Invierno con un 28.12% y Primavera – Verano con 12.09%.

■ 1 servicio ■ 2 servicio ■ 3 servicio



**Tasa de cocepcion 30.61% de eficiencia
Otoño - Invierno.**

■ 1 servicio ■ 2 servicio ■ 3 servicio



**Tasa de cocepcion 23.03% de eficiencia
Primavera - Verano.**

Figura 17. Esquema general del comportamiento de la tasa de concepción hasta el tercer servicio durante Invierno – Verano del año 2014.

En la figura 17 de segundo año se puede observar la diferencia de porcentajes de tasa de concepción entre el primero, segundo y tercer servicio en las diferentes épocas del año, Otoño – Invierno con un 30.61% y Primavera – Verano con 23.03%.

En este año se puede observar que la tasa de concepción del primero y el tercer servicio son mayores en la época de Otoño – Invierno a diferencia de la época de Primavera – Verano, pero se tiene una diferencia significativa en la tasa de concepción del segundo servicio, ya que es mayor en la época de Primavera – Verano con un 24.13% contra un 20.89% en la época de Otoño – Invierno. Esta diferencia de porcentajes donde es mayor en la época de primavera se puede deber a diferentes factores; donde pudiera estar incluido un mal manejo de la cadena fría del semen, una mala aplicación del inseminador, mala utilización del PIAF, medicamentos caducados, entre otros.

5.- Conclusión.

Durante el primer año de estudio el comportamiento de la tasa de concepción en vacas sometidas a sincronización de la ovulación para inseminación a tiempo fijo (TAI) en vacas Holstein de un establo lechero de la Comarca Lagunera, fue similar a los reportes históricos reportados en la región, siendo significativamente superior en vacas inseminadas en primer, segundo y tercer servicio ($P<0.05$) en Otoño – Invierno que durante Primavera – verano. Sin embargo, el comportamiento de este parámetro reproductivo en el segundo año solo arrojó diferencia significativa ($P<0.05$) en vacas inseminadas en primer servicio (37.15% vs 25.00%) para invierno-verano respectivamente. Pero no se encontró diferencia significativa para ambas épocas en vacas inseminadas en segundo y tercer servicio.

6.- Tabla de Abreviaturas.

Abreviatura	Significado
CH	Cuerpo Hemorrágico
CE	Ciclo Estral
CL	Cuerpo Lúteo
E2	Estrógenos
FD	Folículo Domínate
FSH	Hormona Folículo Estimulante
GnRH	Hormona Liberadora de Gonadotropinas
IA	Inseminación Artificial
TAI	Inseminación Artificial a Tiempo Fijo
LH	Hormona Luteinizante
P4	Progesterona
PGF2 α	Prostaglandina F2 α
G1S	Vacas con un o primer servicio
G2S	Vacas con dos o segundo servicio
G3S	Vacas con tres o tercer servicio
DA	Días abiertos
SC	Servicios por concepción
AP	Año de parto
EP	Época del parto
EF	Época fría
EC	Época de calor

SE	Sincronización Estral
RI	Re-inseminación
PIAF	Programa de Inseminación Artificial Fijo
CC	Condición Corporal
FIV	Fertilización In Vitro
EB	Benzoato de Estradiol
MCG	Micro gramos
HCG	Gonadotropina coriònica humana

7.- Referencias Bibliográficas.

1. Accelerated Genetics. "Programas de sincronización" [en línea]. 2008. Disponible en la web: http://www.accelgen.com/spanish/Synchronization_Programs.aspx
2. Aguilar, V.A. 1999. Impacto Social y Económico de la Ganadería Lechera en la Región Lagunera. 94-97
3. Al-Katanani YM, Paula-Lopes FF, y Hansen PJ. 2002. Effect of season and exposure to heat stress on oocyte competence in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* (85):390-396.
4. Archibald L F, Tran T, Massey R, y Klapstein E. 1992. Conception rates in dairy cows after timed-insemination and simultaneous treatment with gonadotropin-releasing hormone and/or prostaglandin F2 α . *Theriogenology* 37:723.
5. Asprón, M. A. 2004. Curso de actualización: Manejo reproductivo del ganado Bovino, Ed. International Veterinary Information Service, Ithaca, NY.
6. Avendaño RL, Molina RL, Correa CA. 1990. Factores ambientales que influyen sobre la eficiencia reproductiva en un hato Holstein de Baja California [resumen]. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. 447.
7. Ax L. R., Cropp A. R., Pollard B., Faber S. N., McCauley T. C., Dawson G. R., y Fish D. 2005. Uso de hormonas para incrementar las tasas de gestación. Memorias DIGAL. 8 -10 de septiembre. Delicias, Chihuahua, México.
8. Ball. P.J.H., y Peters A.R. *Reproduction in Cattle*. 2004. Blackwell Publishing Professional, Ames – Iowa.
9. Baruselli, P.S., Madureira., E.H., y Marques, M.O. 2001. Programas de IA a tiempo fijo en *Bos indicus*. Resúmenes. Cuarto Simposio Internacional de Reproducción Animal, Huerta Grande, Córdoba; 95-116.
10. Bath, D. L. 1986. *Ganado Lechero, Principios Prácticas, Problemas y Beneficios*. 2 ed. Interamericana. Vol. 2 México. p293-294.
11. Bisinotto, R.S., Ribeiro, E.S.; Martins, L.T., Marsola, R.S., Greco, L.F., Favoreto, M.G., Risco, C.A., Thatcher, W.W., Santos, J.E. 2010. Effect of

interval between induction of ovulation and artificial insemination (AI) and supplemental progesterone for resynchronization on fertility of dairy cows subjected to a 5-d timed AI program. *J. Dairy Sci.* 93 5798-5808.

12. Bó GA., Cutaia E., Souza H. y Baruselli S. 2008. Actualización sobre protocolos de IATF en bovinos de leche. Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC), Córdoba, Argentina.
13. Boyd H., y Reed H.C.B. 1961. Investigation into the incidence and cause of infertility in dairy cattle. 117: 18-35
14. Brusveen DJ, Cunha AP, Silva CD, Cunha PM, Sterry RA, Silva EPB, Guenther JN, and Wiltbank MC. 2006. Effects on conception rates of lactating dairy cows by altering the time of the second GnRH and AI during Ovsynch. *J. Dairy Sci.* 89, p150.
15. Burke, J.M., de la Sota, R.L., Risco, C., Staples, C.R., y Thatcher, W.W. 1996. Evaluation of timed insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. *J Dairy Sci*; 79:1385.
16. Caraviello, D.Z., K. A. Weigel, P. M. Fricke, M. C. Wiltbank, M. J. Florent, N. B. Cook, K. V. Nordlund, N. R. Zwald, y C. L. Rawson. 2006. Survey of Management Practices on Reproductive Performance of Dairy Cattle on Large US Commercial Farms. *J. Dairy Sci.* 89:4723–4735.
17. Cartmill JA, El-Zarkouny SZ, Hensley BA, Rozell TG, Smith JF, y Stevenson JS. 2001. An alternative AI breeding protocol for dairy cows exposed to elevated ambient temperatures before or after calving or both. *J. Dairy Sci.* 84:799-806
18. Casell, B. 1999. Si podemos preñarla con inseminación artificial. *Hoard's Dairyman en Español.* 184-185
19. Chebel, R. C., AL-Hassan, M. J., Fricke, P. M., Santos, J. E. P., Lima, J. R., Martel, C. A., Stevenson, J. S., Garcia, R. y AX, R. L. (2010) Supplementation of progesterone via controlled internal drug release inserts

- during ovulation synchronization protocols in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93:922-931.
20. Coleman D. A., Thayane W.V., y Dailey R.A. 1985. Factors affecting reproductive performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 68: 1793-1803
21. Colazo MG, Gordon MB, Rajamahendran R, Mapletolf RJ, y Ambrose DJ. 2009. Pregnancy rates to timed-AI in dairy cows treated with gonadotropin releasing hormone or porcine luteinizing hormone. *Theriogenology* 72: 262-270.
22. De la Sota RL, burke JM, Risco CA, Moreira F, DeLorenzo MA, y Thatcher WW. 1998. Evaluation of timed insemination during summer heat stress in lactating dairy cattle. *Theriogenology* 761-70.
23. Diaz R., M. T. 2000. Efecto de la Cetosis Subclínica Posparto en la Eficiencia Reproductiva en Vacas Holstein Friesian de la Comarca Lagunera. Tesis URUZAUACH. Bermejillo, Dgo. México. 62, 63 p.
24. Dorgruer G, Kemal M, Karaca F, Ergun Y. The comparison of the pregnancy rates obtained after the Ovsynch and double dose PGF+GnRH applications in lactating dairy cows. *Journal of animal and veterinary advance* 2010; 4:809-813.
25. Duby, R.T., y Prange R.W. 1996. Physiology and Endocrinology of the Estrous Cycle. Dairy Integrated Reproductive Management. University of Massachusetts. IRM- 2.
26. Falconer, D. S. 1981. Introducción a la Genética Cuantitativa. Ed. C.E.C.S.A. México.
27. Fernández DLJ. 1997. Evaluación de parámetros reproductivos en hatos de la Comarca Lagunera. *Unión Ganadera* 12-14.
28. Galvao, K.N, SáFilho, M.F, y Santos, J.E.P. 2007. Reducing the interval from presynchronization to initiation of timed artificial insemination improves fertility in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90:4212-4218.

29. García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 4 ed. UNAM. Instituto de Geografía. México.
30. Geary, T.W., Whittier, J.C., Downing, E.R., LeFever, D.G., Silcox, R.W., Holland, M.D., Nett, T.M., y Niswender, G.D., 1998. Pregnancy rates of post partum beef cows that were synchronized using Syncro-Mate B or Ovsynch protocol. *J. Anim. Sci.* 76:1523-1527.
31. Ginther, O. J., J. P. Kastelic, y L. Knopf. 1989. Composition and characteristics of follicular waves during the bovine estrous cycle. *Anim. Reprod. Sci.* 20:187-200.
32. Ginther, O. J., L. Knopf, y J. P. Kastelic. 1989a. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrus cycles with two and three follicular waves. *J. Reprod. Fertil.* 87:223-230.
33. Hafez, E. S., y E. B. Hafez. 2002. Reproducción e inseminación artificial en animales domésticos. Séptima edición. Ed. Interamericana McGraw-Hill. México. 519 pp.
34. Hansen, L. B. 2000. Selection for Milk Yield. Consequences of Selection for Milk Yield from a Geneticist's Viewpoint. *J. Dairy Sci.* 83: 1145-1150.
35. Hernández D., L. J. 1998. El Impacto Social y Económico de la Ganadería Lechera en la Región Lagunera. 7 ed. Torreón, Coah. México.
36. Heuer, C., Schukken, H., Dobbelaar, P. 1999. Post partum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield and culling in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.* 82:295-304.
37. <http://absmexico.com.mx/docs/consider.pdf>
38. <http://www.conagua.gob.mx/>
39. <http://www.msd-salud-animal.com.mx>
40. <http://www.partners-in-reproduction.com/reproduction-cattle/modifications-ovsynch.asp>.
41. INEGI. 2002. Anuario Estadístico. Edición 2002. Chihuahua, Chih. México.

42. Ingraham RH, Stanley RW, Wagner WC. 1975. Relationship of temperature and humidity to conception rate of Holstein cows in Hawaii. *J. Dairy Sci.* 59:2086-2090.
43. Inskip, E. K., R. A. Dailey, R. E. James, J. B. Peters, P. E. Lewis, y J. A. Welch. 1980. Estradiol benzoate improves synchronization of estrus in cattle with prostaglandin F2 α . 9th Int. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insem. Madrid, Spain.
44. LALA. 2000. El Impacto Social y Económico de la Ganadería Lechera en la Región Lagunera. 7 ed. Torreón, Coah. México.
45. Lamb, G. C., D. W. Nix, J. S. Stevenson, y L. R. 2000. Prolonging the MGA prostaglandin F2 α interval from 17 to 19 days in an estrus synchronization system for heifers. *Theriogenology*. 53:691-698.
46. Lamb, G.C., Smith M.F., Perry G.A., Atkins J.A., Risley M.E., Busch D.C., y Patterson D.J. 2009. Reproductive Endocrinology and Hormonal Control of the Estrous Cycle. North Florida Research and Education Center, University of Florida.
47. Lauderdale J. W., Seguin B. E., Stellflug J. N., Chenault J. R., Thatcher W. W., Vincent C. K., y Loyancano A. F. 1974. Fertility of cattle following PGF2 α injection. *J. Anim. Sci.* 38:964-967.
48. LeBlanch, S. 2010. Assessing the association of level of milk production with reproductive performance in dairy cattle. *J. Repro. Develop.* 56:S1-S7.
49. Lee, J.K., Van Raden P.M., Norman H.D., Wiggans G.R., Meinert T.R. 1997. Relationship of yield during early lactation and days open during current lactation with 305 day yield. *J. Dairy Sci.* 80:771-776.
50. Legates, J. E. y Warwick, E. J. 1990. Breeding and Improvement of Farm Animals. 8 ed. McGraw-hill. Oklahoma City. USA.
51. Linderoth, S. 2005. Don't cheat on your voluntary waiting period. www.dairyherd.com
52. Lineweaver, J.A., Spessard, G.W. 1975. Mantenimiento de la eficiencia reproductora. *J. Dairy Sci.* 58:256.
53. Lucy M. C., Stevenson J. S., y Call E. P. 1986. Controlling first service and calving interval by prostaglandin F2 α gonadotropin-releasing hormone and timed insemination. *J. Dairy Sci.* 69:2186.

54. Lucy M.C., Stevenson J. S., y Call E. P. 1986. Controlling first service and calving interval by prostaglandin F₂ α , gonadotropin-releasing hormone and timed insemination. *J. Dairy Sci.* 69:2186-2194.
55. Lucy MC. Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will it End. *J. Dairy Sci.* 84, 1277, 1293, 2001.
56. Lucy, M. C., H. J. Billings, W. R. Butler, L. R. Ehnis, M. J. Fields, D. J. Kesler, J. E. Kinders, R. C. Mattos, R. E. Short, W. W. Thatcher, R. P. Wettemann, Y. J. Yelich, y H. D. Davis. 2001. Efficacy of intravaginal progesterone insert and an injection of PGF₂ α for synchronizing estrus and shortening the interval to pregnancy in postpartum beef cows, peripubertal beef heifers and dairy heifers. *J. Anim. Sci.* 79:982-995.
57. Lucy, M.C. 2006. Estrus: Basic Biology and Improving Estrous Detection. Proc. Dairy Cattle Reproductive Conference. pp 29-37.
58. Luna-Dominguez, J. E., Enns, R. M., Armstrong, D. V. y Ax, R. L. 2000. Reproductive Performance of Holstein Cows Receiving Somatotropin. *J. Dairy Sci.* 83: 1451-1455.
59. Mann, G. E., Lamming, G. E. 2001. Relationship between maternal endocrine environment, early embryo development and inhibition of the luteolytic mechanism in cows. 121:175-180.
60. Mendoza M. S. R. 1991. Efectos Genéticos y Ambientales sobre la Producción de Leche en Vacas Holstein. Tesis URUZA-UACH. Bermejillo, Dgo. México. 23, 33, 35 p.
61. Mihm, M. y Bleach E. C. L. 2003. Endocrine regulation of ovarian antral follicle development in cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 78:217-237
62. Mihm, M., N. Curran, P. Hyttel, M. P. Boland, y J. F. Roche. 1994. Resumption of meiosis in cattle oocytes from preovulatory follicles with a short and a long duration of dominance. *J. Reprod. Fertil.* 13:14.
63. Moreira F., Orlandi C., Risco C.A., Mattos R., Lopes F., Thatcher W.W. 2001. Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84, 1646-1659.
64. Moreira F., Risco C., Pires M.F.A., Ambrose J.D., Drost M., DeLorenzo M. 2000. Effect of body condition on reproductive efficiency of lactating dairy cows receiving a timed insemination. *Theriogenology.* 53:1305-19.

65. Murphy, M. G., M. P. Boland, y J. F. Roche. 1990. Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in postpartum suckler cows. *J. Reprod. Fertil.* 90:523-533.
66. Murugavel, K. 2003. Reproductive performance of dairy cows following different estrous synchronization protocols. Ph. D. dissertation. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España. 137 pp.
67. Nebel, L. 1998. Benchmarks for evaluating reproductive performance of herds. Virginia Cooperative Extension. www.extvt.edu
68. Perry, G. 2004. The Bovine Estrous Cycle. South Dakota State University – Cooperative Extension Service – USDA. Pub. FS921A.
69. Portaluppi MA, Stevenson JS. 2005. Pregnancy rates in lactating dairy cows after presynchronization of estrous cycles and variations of the Ovsynch protocol. *J Dairy Sci.* 88:914-21.
70. Pursley J R, Mee M O, y Wiltbank M C. 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF₂ α and GnRH. *Theriogenology.* 44:915-923.
71. Pursley J. R., Kosorok M. R., y Wiltbank M. C. 1997. Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. *J. Dairy Sci.* 80:301-306.
72. Pursley J.R., Silcox R.W., Wiltbank M.C. 1998. Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81:2139-44.
73. Pursley JR, Mee MO, y Wiltbank MC. 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF₂ and GnRH. *Theriogenology.* 44: 915-923.
74. Pursley, J.R., Wiltbank, M.C., Stevenson, J.S., Garverick, H.A., Anderson, L.L. 1997. Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heiferes inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. *J. Dairy Sci.* 80:295-300.
75. Quintela L.A., Peña M.J., Taboada M.J., Alonso G., Varelas-Portas B., Diaz C. 2004. Risk factors for low pregnancy rate in dairy cattle: A retrospective study in the North West of Spain. 53: 69-76

76. Rabiee, A. R., I. J. Lean, y M. A. Stevenson. 2005. Efficacy of ovsynch program on reproductive performance in dairy cattle: A meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 88:2754-2770.
77. Rangel, A. J. 1999. Efecto del Enfriamiento en el Comportamiento Reproductivo de vacas Holstein. Tesis URUZA-UACH. Bermejillo, Dgo. México.
78. Ravagnolo O., y Misztal I. 2002. Effect of heat stress on nonreturn rate in Holsteins: fixed-model analyses. *J. Dairy Sci.* 85:3101-3106.
79. Rivera, A.F., Aceves, G.M. y Yescas, L.J.R. 1998. Evaluación de la condición corporal, su efecto sobre la producción láctea y el comportamiento reproductivo post parto en bovinos de la raza Holstein Friesian. XXII Congreso Nacional de Buiatría. 145-153.
80. Roth Z, Meidan R, Shaham-Albalancy A, Braw-Tal R, y Wolfenson D. 2001. Delayed effect of heat stress on steroid production in medium sized and preovulatory bovine follicles. 121:745-751.
81. SAGARPA. 1998. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria. Región Lagunera Coahuila-Durango. Alianza para el Campo. Sistema de Información Agropecuaria. Cd. Lerdo, Durango.
82. Sartori S, Sartor-Bergfelt R, Mertens SA, Guenther JN, Parrish JJ, y Wiltbank MC. 2002. Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. *J. Dairy Sci.* 11:2803-2812.
83. Shearer, J.K. 2003. Reproductive Anatomy and Physiology of Dairy Cattle. Animal Science Department, Florida Cooperative Extension Service. University of Florida. Original publication date September 1992. Reviewed June 2003.
84. Souza, A.H., Ayres, H., Ferreira, R.M., Wiltbank, M.C. 2008. A new presynchronization system (Double-Ovsynch) increases fertility at first postpartum timed AI in lactating dairy cows. *Theriogenology.* 70:208-215.

85. Stagg K., Diskin M. G., Sreenan J. M., y Roche J. F. 1995. Follicular development in long-term anestrous suckler beef cows fed two levels of energy post-partum. *Anim. Reprod. Sci.* 39:49-61.
86. Stevenson J. S., Lucy M. C., y Call E. P. 1987. Failure of timed inseminations and associated luteal function in dairy cattle after two injections of prostaglandin. *Theriogenology.* 28:937.
87. Stevenson J. S., Mee M. O. y Stewart R. E. 1989. Conception rates and calving intervals after prostaglandin F_{2α} or prebreeding progesterone in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:208-218.
88. Stevenson, J. 2000. Sincronización de celos y ovulaciones en ganado bovino de carne y de leche. Quinto Congreso Argentino de Reproducción Animal, CABIA, Rosario, Argentina; CD.
89. Stevenson, J. S., Pursley, J. R., Garverick, H. A., Fricke, P. M., Kesler, D. J., Ottobre, J. S., Wiltbank, M. C. 2006. Treatment of cycling and noncycling lactating dairy cows with progesterone during Ovsynch. *J. Dairy Sci.* 89:2567-2578.
90. Stevenson, J. S., Tenhouse, D. E., Krisher, R. L., Lamb, G. C., Larson, J. E., Dahlen, C. R., Pursley, J. R., Bello, N. M., Fricke, P. M., Wiltbank, M. C., Brusveen, D. J., Burkhart, M., Youngquist, R. S., y Garverick, H. A. 2008. Detection of anovulation by heatmount detectors and transrectal ultrasonography before treatment with progesterone in a timed insemination protocol. *J. Dairy Sci.* 91:2901-2915.
91. Thibier, M., y Wagner, H.G. 2000. World statistics for artificial Insemination in cattle. Proc. 14th International Congress on Animal Reproduction (ICAR), Stockholm, Sweden; 2:76 abstr.
92. Twagiramungu, H., L. A. Guilbault, J. G. Proulx, y J. J. Dufour. 1995. Influence of corpus luteum and induced ovulation on ovarian follicular dynamics in postpartum cyclic cows treated with buserelin and cloprostenol. *J. Anim. Sci.* 72:1796-1805.
93. Ulberg, L. C., R. E. Christian, y L. E. Casida. 1951. Ovarian response in heifers to progesterone injections. *J. Anim. Sci.* 10:752-759.
94. Vasconcelos, J. L., SÁ Filho, O. G., Justolin, P. L., Morelli, P., Aragon, F. L., Veras, M. B., y Soriano, S. 2011. Effects of postbreeding gonadotropin treatments on conception rates of lactating dairy cows subjected to timed

artificial insemination or embryo transfer in a tropical environment. *J. Dairy Sci.* 94: 223-234.

95. Wattiaux, M. A., Olmos J.J., y Reynoso O. 2008. What Dairying is like in Mexico. National Statistics Cloud the Complexity of the Mexican Dairy Industry. Why Aren't Mexican Producers Able to Grow Domestic Production to Meet National Demand. 462.
96. Wiltbank M, Lopez H, Sartori R, Sangsritavong S, Gumen A. 2006. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology*. 65, 17-29.
97. Wiltbank, M. C., Souza, A. H., Carvalho, P. D., Bender, R. W., y Nascimento, A. B. 2012. Improving fertility to timed artificial insemination by manipulation of circulating progesterone concentrations in lactating dairy cattle. *Reproduction Fertility and Development*. 24: 238-243.
98. Wiltbank, M.C, A. Gümen, y R. Sartory. 2006. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Proc. Bovine Reproduction: Education and Discussion. Solutions for the Practicing Veterinarian*. Pp 93-125.