

Instituto Tecnológico de Sonora

Presente.

El que suscribe **Isac Martínez Samaniego**, por medio del presente manifiesto bajo protesta de decir verdad, que soy autor y titular de los derechos de propiedad intelectual tanto morales como patrimoniales, sobre la obra titulada: "**Análisis económico de la utilización de fármacos hormonales para el mejoramiento reproductivo de ganado lechero**", en lo sucesivo "LA OBRA", misma que constituye el trabajo de tesis que desarrolle para obtener el grado de **Médico Veterinario Zootecnista** en ésta casa de estudios, y en tal carácter autorizo al Instituto Tecnológico de Sonora, en adelante "EL INSTITUTO", para que efectúe la divulgación, publicación, comunicación pública, distribución y reproducción, así como la digitalización de la misma, con fines académicos o propios del objeto del Instituto, es decir, sin fines de lucro, por lo que la presente autorización la extiendo de forma gratuita.

Para efectos de lo anterior, EL INSTITUTO deberá reconocer en todo momento mi autoría y otorgarme el crédito correspondiente en todas las actividades mencionadas anteriormente en LA OBRA:

De igual forma, libero de toda responsabilidad al EL INSTITUTO por cualquier demanda o reclamación que se llegase a formular por cualquier persona, física o moral, que se considere con derechos de autor sobre los resultados derivados de la presente autorización, o por cualquier violación a los derechos de autor y propiedad intelectual que cometa el suscrito frente a terceros con motivo de la presente autorización y del contenido de la misma obra.


Isac Martínez Samaniego





INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA
Educar para Trascender

**“ ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA UTILIZACIÓN DE FÁRMACOS
HORMONALES PARA EL MEJORAMIENTO REPRODUCTIVO DE
GANADO LECHERO ”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

ISAC MARTINEZ SAMANIEGO

CD. OBREGÓN, SONORA

OCTUBRE 2012

DEDICATORIA

A mis padres Armando Martínez Pedregó y Adela Samaniego de Martínez por creer en mí y porque me sacaron adelante dándome ejemplos dignos de superación y entrega porque en gran parte todo esto se los debo a ustedes y gracias a ello hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, por que el orgullo que sienten por mi fue lo que me hizo llegar hasta el final de mi carrera profesional, va por ustedes por lo que valen, por que admiro su fortaleza y por la persona que han hecho de mi.

A mis hermanos Nidia, David, Jesús, Anabel, Marisol y Fabiola por su apoyo incondicional y por toda la ayuda que me brindaron a lo largo de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente quiero agradecerle a dios por verme dado la vida y la fortaleza para seguir adelante.

Quiero agradecer sinceramente a aquellas personas que compartieron sus conocimientos conmigo para hacer posible la finalización de esta tesis, en especial agradezco a mi asesor el MVZ. Fernando Rivera Acuña por su asesoría y ayuda siempre dispuesta aun en la distancia.

También a todas las personas que de alguna forma tuvieron que ver con mi formación profesional como son todos los médicos que a lo largo de la carrera de veterinaria me transmitieron un poco de sus conocimientos y a todos los compañeros y amigos que me ayudaron y me apoyaron.

A todos mis hermanos por todo lo que hicieron por mí por toda su ayuda ya que sin ella no lo hubiera logrado.

También quiero agradecer a mi novia Griselda Molina que ha estado conmigo en estos últimos cuatro años de mi vida por su amor, su ayuda y apoyo incondicional, por sus consejos ya que es por ella el impulso de seguir adelante para poder lograr todas mis metas.

Agradezco a la Unidad Académica de Investigación en Producción Lechera, del Instituto Tecnológico de Sonora por abrirme las puertas y permitirme realizar aquí mi trabajo de investigación.

ÍNDICE

	Pag.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Objetivo.....	2
1.3 Justificación.....	2
1.4 Hipótesis.....	3
II. MARCO DE LA INVESTIGACIÓN	4
2.1 Utilización de hormonas reproductivas en el ganado lechero.....	5
2.2 Reducción del intervalo parto y la primera inseminación en el ganado lechero	6
2.3 El Ovsynch y la inseminación a tiempo fijo en ganado lechero.....	7
2.4 Programación de las vacas para la primera IA posparto con Presynch/Ovsynch.....	8
2.5 Mejorando la fertilidad con Presynch	10
2.6 Inseminación de una vaca lechera después de la segunda inyección de GnRH durante Ovsynch(ITF).....	11
2.7 Programación de primer y segundo servicio mediante Presynch y Resynch.....	12

III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1 Localización geográfica del sitio de estudio.....	13
3.2 Animales, Alojamiento y Alimentación.....	13
3.3 Manejo reproductivo.....	14
3.4 Análisis costo beneficio.....	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
VI. LITERATURA CITADA	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Pág.
1	Composición de nutrientes de la dieta basal para vacas en producción.....	14
2	Costos actuales (junio 2012); de los productos hormonales , semen, inseminador y alimentación, considerados durante el estudio.....	18
3	Utilización de productos hormonales, semen e inseminador y sus costos.....	20
4	Parámetros reproductivos y productivos encontrados durante el estudio llevado a cabo en 116 vacas lecheras.....	22
5	Costos de alimentación e ingresos desde el parto hasta la concepción con respecto a la producción lechera durante el estudio llevado a cabo en 116 vacas lecheras.....	24
6	Costos de alimentación e ingresos durante la lactación completa sin tomar en cuenta costos de la etapa de secado y manejo reproductivo.....	26
7	Costos y beneficios total por conceptos de alimentación y manejo reproductivo entre parto y parto con respecto a la producción lechera.....	28

RESUMEN

Con el propósito de ayudar a los productores de ganado lechero, en la toma de decisiones sobre el uso de fármacos hormonales para el manejo reproductivo, se decidió realizar un estudio donde se analizaron los costos del uso de productos hormonales, de un inseminador y de la inseminación artificial, y los costos más importantes como son la alimentación de los animales para analizar la rentabilidad del uso de productos hormonales.

Se recabaron datos del programa DairyPlan C21 (Westfalia Surge, México, S.A. de C.V., Aguascalientes, AGS) de los eventos reproductivos sucedidos en 2 años 2010 y 2011 de aproximadamente 116 vacas lecheras de la raza Holstein, los cuales fueron extraídos y colocados en una base de datos Excel (Microsoft, Redmond, WA). Mediante estos datos se determinó la efectividad y costos del manejo reproductivo al que fueron sometidos los animales. Con todos estos datos, se determinaron los costos por animal y se comparó con los ingresos de la producción y venta de leche. El promedio de días en lactación de las vacas utilizadas resultó en 310.23 días, durante estos días se observó que los animales produjeron 7,135.22 litros de leche promedio/vaca que multiplicándose por el precio actual \$6.30 por litro nos dio como resultado un ingreso bruto de \$ 44,997.02 vaca/año; si a este ingreso se le restan los costos generados por alimentación durante los días en lactación el resultado sería de \$25,483.34, sin embargo al restar los costos del manejo reproductivo tales como dosis de semen e inseminador (\$571.33) y productos hormonales \$159.63 entonces queda una ganancia neta de \$18,782.72.

Tomando como base los resultados mencionados podemos decir que a pesar de dichos costos y la implementación de nuevas tecnologías y más esfuerzo de los trabajadores, los resultados son mejores, ya que se elevan los parámetros reproductivos, y así aumenta la producción de leche que es el objetivo en las explotaciones de ganado lechero

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la industria lechera comercial está íntimamente ligado al manejo reproductivo que se lleva a cabo en sus animales. Esto implica el uso de nuevas técnicas y tecnologías tales como la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) (Cerri et al., 2004; Santos et al., 2004) o simplemente la utilización de hormonas sintéticas que son aplicadas al ganado para provocar una respuesta en su fisiología reproductiva, todo esto con el fin de mejorar los parámetros reproductivos y productivos. La utilización de protocolos reproductivos para el ganado lechero se ha venido implementando desde hace más de 30 años, sin embargo Pursley et al. (1995) desarrollaron un protocolo de IATF básico conocido como Ovsynch y mediante estudios científicos se ha mejorado con el solo propósito de contrarrestar los problemas de fertilidad en el ganado lechero. Es un hecho que el mejoramiento genético del ganado lechero ha tenido avances importantes y actualmente se cuenta con vacas con mayor producción lechera lo cual implica manejos especiales en todos sus aspectos zootécnicos incluyendo el manejo reproductivo, es decir a medida que una vaca es más productiva la dificultad para preñar a esta será mayor. No obstante estos argumentos, es posible que en algunas regiones donde están establecidas cuencas lecheras no se estén aplicando estas tecnologías y los parámetros reproductivos y productivos estén por debajo del estándar. Es conocido que el manejo reproductivo tradicional consiste en la observación directa de las hembras para la detección de celo y 12 horas después de detectado este, la hembra es servida; otro manejo pudiera ser la monta natural donde el toro permanece con las hembras y este las cubre a medida que las va detectando en celo, cabe señalar que en ninguno de estos dos casos se utilizan fármacos hormonales, por lo tanto, para el productor no implica un costo adicional. Sin embargo, estos manejos reproductivos tradicionales pueden estar asociados a costos indirectos ocasionados por problemas tales como la mala detección de celos que resulta en un aumento en los días abiertos, costos de

alimentación del semental, transmisión de enfermedades del tracto reproductivo a través de la monta directa, etc.

1.1 Planteamiento del problema

Uno de los problemas principales es la baja fertilidad en el ganado lechero lo que implica baja productividad lechera. Al respecto, es posible que los productores lecheros desconozcan las nuevas biotecnologías reproductivas o sientan desconfianza de invertir en este rubro debido a los costos adicionales por la adquisición de fármacos hormonales para el manejo reproductivo.

1.2 Objetivo

Realizar un análisis económico de la utilización de fármacos hormonales para el manejo reproductivo del ganado lechero.

1.3 Justificación

El presente estudio al igual que otras investigaciones recientes (De Vries et al., 2006; Olynk y Wolf, 2009) estuvo encaminado a realizar un análisis económico de la utilización de alternativas biotecnológicas a través hormonas sintéticas para el mejoramiento reproductivo del ganado lechero. Las hormonas reproductivas en ganado lechero se han venido utilizando desde décadas atrás (Burke et al., 1996 y Pursley et al., 1997) para la sincronización del estro y la ovulación en bovinos, de esta manera se han mejorado los parámetros reproductivos y se ha podido elevar la producción. Sin embargo, un gran porcentaje de productores aún no utilizan estas biotecnologías y siguen realizando el manejo reproductivo tradicional esperando solamente a que la hembra sea observada en celo y de esta manera dar el servicio mediante inseminación artificial o monta natural lo cual los coloca

en un plano no competitivo en cuanto a los sistemas de producción lechera modernos.

Mediante los resultados presentados en este estudio se logró obtener información objetiva de los costos y beneficios económicos que implica la utilización de fármacos hormonales para el manejo reproductivo del ganado lechero.

1.4 Hipótesis

En base a lo anterior se hipotiza que mediante la utilización de fármacos hormonales para el manejo reproductivo del ganado lechero se mejorarían los parámetros reproductivos y productivos.

II. MARCO DE LA INVESTIGACIÓN

El desempeño reproductivo del ganado bovino lechero, es fundamental para la producción. Al respecto, los registros reproductivos y productivos son de vital importancia para tomar decisiones de la viabilidad económica y productiva de las unidades de producción animal. Los parámetros de mayor importancia involucrados en el manejo de la reproducción son la fertilidad, intervalo entre partos, días abiertos, detección de calores y primer servicio después del parto, entre otros. (Córdoba et al., 2005). El manejo reproductivo del ganado lechero es crucial para la rentabilidad del negocio en su conjunto ya que permite incrementar las ventas de leche, proporciona los animales de reemplazo y es un factor para la toma de decisiones (Olynk y Wolf, 2008).

El comportamiento reproductivo en la explotación lechera afecta la rentabilidad de la explotación a través de la producción de leche (Britt, 1985). No obstante, para que la lechería pueda ser competitiva se requiere mejorar aspectos tales como la genética, la alimentación, la sanidad y todos los factores zootécnicos que implican el cuidado del ganado. En los hatos lecheros un problema grave es la falta de adecuadas prácticas de manejo, lo que ocasiona ineficiencias en la producción así como la disminución de los parámetros reproductivos.

Por otra parte, (Santos et al., 2008) señalan que el manejo reproductivo es parte importante del proceso productivo lechero ya que este último depende de metas, entre las que destacan el intervalo entre partos, el cual debe ser en un rango de de 13 a 14 meses, esta variable se encuentra estrechamente relacionada con los días abiertos y es un parámetro que nos permite visualizar varios problemas colaterales, tales como la detección de calores o los problemas asociados al posparto. Por otra parte, los mismos autores han encontrado que los días abiertos normales pueden ser que un 40 a 50 % de las vacas deban estar gestantes en un periodo no mayor de 100 días, 30 a 40 % deben estar gestantes en un periodo de 100 a 150 días y finalmente un 20 % rebasan los 150 días posparto. Las vacas que han parido en forma normal empezarán a ciclar entre los 40 o 50 días

posparto por lo que la detección de calores es de primordial importancia (Britt, 1985).

Las principales causas de infertilidad se manifiestan en algunas vacas que muestran una apariencia saludable y fértil, pero que manifiestan fallas para alcanzar la gestación después de varias inseminaciones, ya sea que existan anomalías durante la fertilización o se presente una mortalidad embrionaria temprana (Kesler y Garverick, 1982). Para contrarrestar los problemas de la fertilidad y por ende la disminución en la producción láctea, es conveniente generar una alternativa que permita la reducción de pérdidas derivadas de las fallas reproductivas de las vacas. Esta alternativa es la inducción hormonal en vacas que no resulten preñadas después de haber recibido los servicios que como meta, se hayan fijado en cada establo (Britt, 1985).

2.1 Utilización de hormonas reproductivas en el ganado lechero.

La actividad reproductiva hormonal está regulada por el eje hipotálamo - hipófisis - gónadal, que funciona mediante la interacción de los sistemas nervioso y endocrino. Una de las hormonas producidas en el hipotálamo es la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), que estimula la síntesis y secreción de gonadotropinas producidas en la hipófisis anterior o adenohipófisis; estas gonadotropinas son la hormona foliculoestimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH); cuando la GnRH es liberada desde el hipotálamo, se difunde a los capilares del sistema portal hipofisiario y de ahí a la adenohipófisis, en donde estimula la secreción de FSH y LH al torrente sanguíneo y estas gonadotropinas actúan sobre las gónadas (McDonald, 1991).

Quirk et al. (2004) argumentan que en la hembra, la FSH induce el crecimiento y desarrollo folicular principalmente durante el inicio de nuevas ondas foliculares y la LH induce la ovulación de folículos maduros y la formación del cuerpo lúteo (CL), no obstante para que esto suceda, la GnRH es secretada de manera pulsátil y

cuando los pulsos son de baja frecuencia y de alta amplitud se libera FSH y cuando son de alta frecuencia y baja amplitud se libera LH, así en la hembra bovina, las principales aplicaciones del uso de la GnRH son para el tratamiento de quistes ováricos y la inducción y sincronización de estros y/o ovulación. En la hembra, la FSH induce el crecimiento de los folículos ováricos y la LH participa en la ovulación, desarrollo y función del CL, secreción de progesterona por éste y producción de estrógenos por las células foliculares (Quirk et al., 2004) de esta manera la acción combinada de LH y FSH regula el desarrollo folicular, la ovulación y la función del CL y junto con las hormonas ováricas regulan el ciclo estral.

2.2 Reducción del intervalo parto y la primera inseminación en el ganado lechero.

Moreira et al. (2000a) señalan que es un principio fundamental de la biología reproductiva que servir o inseminar una hembra es el primer pasó para establecer una preñez. Específicamente cuando se refiere a vacas lecheras, muchas no reciben su primera inseminación (IA) posparto hasta después de los 100 días de su ciclo de lactación. Los mismos autores señalan que la primera IA posparto representa una oportunidad única para el manejo reproductivo de la vaca lechera porque en ese momento todas las vacas del ható tienen un estado de preñez conocido como vacías, lo cual permite la sincronización hormonal mediante aplicación de prostaglandinas $F2\alpha$ sin el riesgo de inducir un aborto. Este manejo se puede realizar con el objetivo de reducir el intervalo del parto a la primera IA en todas las vacas del ható y tiene un profundo efecto en la eficiencia reproductiva. El intervalo entre partos y el momento en que la vaca está apta para recibir su primera IA se denomina periodo de espera voluntario (PEV), Como su nombre lo indica, la duración de este intervalo es voluntaria y tradicionalmente varía entre 40 y 70 días en la mayoría de los hatos lecheros.

2.3 El Ovsynch y la inseminación a tiempo fijo en ganado lechero

El Ovsynch consiste en la aplicación de dos inyecciones de GnRH a dosis de 100 Mcg y una inyección de 25 mg de prostaglandina (PG), donde la primera GnRH es aplicada el día 0, siete días después se aplica PG y 48 horas posteriores a esta PG se da la segunda aplicación de GnRH y por último 12 horas después las vacas son inseminadas (Pursley et al., 1995). Los mismos autores señalan que el objetivo del Ovsynch en la fisiología reproductiva de la vaca lechera es el sincronizar el desarrollo folicular, regresión lútea, y el tiempo de la ovulación, permitiendo así una inseminación a tiempo fijo (ITF) después de la segunda inyección de GnRH, esto da como resultado un incremento en la tasa de servicio. Además Fricke et al. (1998) argumentan que se puede dar la ovulación de un folículo dominante en respuesta a la segunda inyección de GnRH la cual ocurre en un 85% de las vacas altas productoras que reciben este protocolo y la ovulación ocurre 24 a 32 horas en vacas sincronizadas seguido del crecimiento de una nueva onda folicular.

En un principio el Ovsynch fue utilizado como un sistema repasador para las vacas que no eran detectadas en estro, hoy en día es utilizado como un manejo reproductivo rutinario en un gran porcentaje de explotaciones lecheras a nivel mundial (Santos et al., 2004). En este punto es importante señalar que mediante la utilización de esta biotecnología es común encontrar menores tasas de concepción, con respecto a la inseminación a estro detectado (Stevenson et al., 1999). Es probable que las vacas no detectadas en estro dentro de los 25 d después del periodo de espera voluntario hayan tenido problemas de salud, o no estaban ciclando, si este es el caso, es de esperarse una menor tasa de concepción con Ovsynch, porque es claro que estas vacas de baja fertilidad o con antecedentes de problemas de salud son las que serían sometidas a este manejo, mientras que las vacas que ciclan normalmente son inseminadas a estro detectado (Jobst et al., 2000).

Muchos estudios han demostrado que Ovsynch es muy efectivo y económico para mejorar el desempeño reproductivo en vacas de alta producción (Burke et al., 1996; Pursley et al 1997a; Britt y Gaska., 1998). En los primeros estudios, las tasas de concepción de Ovsynch en vacas en producción manejadas en confinamiento fueron similares a las tasas de concepción de las vacas servidas a estro detectado (Pursley et al., 1997a); sin embargo, varios estudios posteriores han reportado que Ovsynch resulta en menores tasas de concepción comparado con la IA a estro detectado (Jobst et al., 2000; Stevenson et al., 1999). Por otro lado, la efectividad de Ovsynch en vacas lecheras manejadas en sistemas de pastoreo ha tenido resultados muy variables (Córdoba y Fricke, 2002). Además los mismos autores señalan que los factores que pueden explicar la variación en tasas de concepción entre hatos lecheros son desconocidos hasta ahora, pero pueden incluir la proporción de vacas anovulatorias, la variación en la dinámica folicular de las vacas, o la habilidad del personal de cada establo lechero para la implementación del protocolo.

2.4 Programación de las vacas para la primera IA posparto con Presynch/Ovsynch

Los primeros resultados con Ovsynch (Pursley et al., 1995) indicaron que todas las vacas vacías podían ingresar al protocolo sin importar su fase del ciclo estral. Posteriores resultados publicados por Vasconcelos et al. (1999) en vacas lecheras en producción, y por Moreira et al., (2000a) en vaquillas lecheras sugieren que la iniciación de Ovsynch entre los días 5 y 12 del ciclo estral puede mejorar la tasa de concepción de vacas sometidas a este protocolo. La presincronización hormonal (Presynch) de un grupo de vacas en fase aleatoria del ciclo estral para iniciar Ovsynch entre los días 5 y 12 del ciclo, puede lograrse usando dos inyecciones de PG. El presynch consistente en dos inyecciones de PG administradas a 14 días de intervalo, seguido de Ovsynch 12 días después de la última aplicación de PG ha demostrado mejorar la tasa de concepción en vacas lecheras en lactación comparado con la utilización de únicamente Ovsynch (Moreira et al., 2000c).

Moreira et al. (2000c) reportaron que cuando las vacas lecheras estaban cíclicas, la tasa de concepción aumentó de 29% en las vacas de Ovsynch a 43% en las vacas que primeramente eran sometidas a presynch, sin embargo, no se detectó diferencia estadística en los tratamientos cuando todas las vacas cíclicas y anovulatorias se incluyeron en el análisis. De este modo, el uso de Presynch para programar vacas lecheras a su primera ITF posparto puede mejorar la tasa de concepción al primer servicio en el hato.

Posible calendario de inyección hormonales e inseminación a tiempo fijo para el protocolo Presynch/Ovsynch en base a los resultados de Moreira et al. (2000c).

Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
				PGF		
				PGF		
		GnRH				
		PGF		GnRH	ITF	

PGF= prostaglandina F_{2α}, GnRH= hormona liberadora de gonadotropinas, ITF= inseminación a tiempo fijo.

Una pregunta frecuente acerca de los datos originales de Moreira et al., (2000c) tiene que ver con la importancia del intervalo de doce días entre la segunda inyección de PG y la primera inyección de GnRH. Si este intervalo se extendiera a 14 días en lugar de 12, las primeras cuatro inyecciones podrían ser programadas para el mismo día de cada semana.

Posible calendario de inyecciones hormonales e inseminación a tiempo fijo para el protocolo Presynch/Ovsynch en base a los resultados de Navanukraw et al. (2004).

Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
		PGF				
		PGF				
		GnRH				
		PGF		GnRH	ITF	

La única ventaja de este protocolo modificado es que las primeras cuatro inyecciones del protocolo se pueden programar el mismo día de la semana durante semanas sucesivas. Esto es importante para la implementación en establos que asignan grupos de vacas a iniciar el protocolo semanalmente de modo que el día programado de inyecciones no se presta a confusiones entre grupos (Fricke et al., 2003).

2.5 Mejorando la fertilidad con Presynch

Aunque varios estudios han reportado que la tasa de preñez sobre la inseminación artificial (TP/IA) aumenta debido al uso de Presynch con dos inyecciones de PG (Moreira et al., 2001; Navanukraw et al., 2004), los mecanismos específicos por los que esa presincronización mejora las TP/IA no han sido determinados. Un posible mecanismo puede ser atribuido a la presincronización del ciclo estral de modo que las vacas reciban la primera inyección de Ovsynch a una etapa específica del ciclo. La iniciación de Ovsynch entre los d 5 y 9 del ciclo estral en vacas lecheras a resultado en mayor tasa de sincronización y TP/IA comparado otras etapas del ciclo (Vasconcelos et al., 1999). La administración de la primera inyección de Ovsynch entre los días 5 y 10 del ciclo estral puede aumentar la

probabilidad de ovular el folículo dominante de la primera onda, mejorando así la sincronización de la emergencia de una nueva onda y la ovulación sincronizada después de la segunda inyección de GnRH (Moreira et al., 2000). La etapa del ciclo cuando se administra la primera inyección entre los días 5 y 10 del ciclo puede proporcionar un ambiente de progesterona (P4) más favorable para el desarrollo del folículo ovulatorio, lo que puede afectar la TP/IA.

La administración de PG a vacas en lactación 12 días antes de la primera inyección de Ovsynch da como resultado que estas se encuentren en fase lútea temprana al momento de la primera GnRH, pero no mejoró el desempeño reproductivo comparado con Ovsynch (Cordoba y Fricke, 2001). Una posible explicación para el incremento en TP/IA usando dos inyecciones de PG comparado a otras estrategias de presincronización es que las dos inyecciones consecutivas de PG pueden tener un efecto positivo en el ambiente uterino (Santos et al., 2004). La TP/IA en vacas lecheras en producción se incremento al aumentar el número de estros que ocurrieron durante el periodo posparto (Thatcher y Wilcox, 1972). Las vacas cíclicas deben presentar estro una o dos veces antes de la ITF cuando se usa el protocolo presynch con dos inyecciones de PG con 12 o 14 d de intervalo (Moreira et al., 2000).

2.6 Inseminación de una vaca lechera después de la segunda inyección de GnRH durante el Ovsynch (ITF).

Los protocolos de manejo reproductivo que permiten ITF y minimizan o eliminan la detección visual del estro tienen que ser fáciles de implementar dentro del trabajo diario de un establo lechero, o simplemente el protocolo fracasará por falta de cumplimiento (Fricke et al., 2003). Es común que en algunos establos elijan un calendario para la ITF que les de flexibilidad de inseminar la vaca al mismo tiempo que esta recibe su segunda inyección de GnRH (Cosynch), eliminando así una movilización adicional comparado con el protocolo Ovsynch original propuesto por Pursley et al. (1995). Aunque el tiempo de inseminación con Cosynch no maximiza la tasa de concepción a la ITF (Pursley et al., 1998; Dalton et al., 2001), si permite

que las vacas sean manejadas a la misma hora del día en los diferentes días. Esto permite que las vacas sean sujetadas en sus comederos o en el riel de palpación después de un ordeño específico en sistemas de 3 ordeños, en los cuales el momento de las prácticas de manejo está dictado por el horario del ordeño.

2.7 Programación de primer y segundo servicio mediante el Presynch y Resynch.

Santos et al. (2004) recomiendan un agresivo manejo reproductivo para el ganado lechero que comprende tres estrategias que pueden implementarse en fases tempranas del periodo de servicios en vacas lecheras en producción: 1) Llevar a todas las vacas al primer servicio al final del PEV, 2) Identificar a las vacas vacías luego de la IA, y 3) Retornar las vacas que no concibieron a la primera IA, a un segundo servicio. Al respecto, la pronta re-inseminación de las vacas que no concibieron a la primera IA es esencial para mejorar la eficiencia reproductiva y rentabilidad del hato lechero. Debido a que las tasas de concepción de las vacas de alta producción son del 40% o menos (Pursley et al., 1997; Fricke et al., 1998), 60% o más de las vacas en producción no concebirán en un solo servicio.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización geográfica del sitio de estudio

El presente estudio se llevo a cabo en la Unidad Académica y de Investigación en Producción Lechera, del Instituto Tecnológico de Sonora, ubicada en el Valle del Yaqui, Sonora., a 27°29' latitud Norte y 109°56' longitud Oeste a una altura de 46 metros sobre el nivel del mar. Cabe señalar que la investigación fue realizada en dos ciclos de lactación durante los años 2010 y 2011.

3.2 Animales, alojamiento y alimentación

Durante el estudio fueron recabados datos del el programa DairyPlan C21 (Westfalia Surge, México, S.A. de C.V., Aguascalientes, AGS) de los eventos reproductivos sucedidos en los años 2010 y 2011 de 116 vacas lecheras en lactación, los cuales fueron colocados en una base de datos Excel (Microsoft, Redmond, WA). Mediante estos datos se determinó la efectividad y costos del manejo reproductivo al que fueron sometidas las vacas en estudio. Los animales en estudio estuvieron alojados en corrales de tipo abierto los cuales contaron con un espacio en piso de 45 m²/animal y un espacio en sombra de 3.70 m² ubicada en el centro del corral, estas vacas fueron ordeñadas 2 veces por día a las 05:00 y 17:00 hrs. El registro de la producción lechera se llevo a cabo en cada ordeña mediante un sistema de medición electrónico automatizado (Metatron 21, Westfalia Surge, México, S.A. de C.V., Aguascalientes, AGS) integrado al sistema de ordeña.

Por otra parte, los animales en estudio fueron alimentados mediante una dieta que consistió en ofrecer forraje y concentrado por separado, compuesta de 60% forraje y 40% concentrado comercial. Esta dieta estaba compuesta de la siguiente manera: ensilado de maíz, heno de alfalfa y concentrado comercial compuesto de maíz rolado, semilla de algodón, pasta de soya, harina de sangre, grasa animal y premezcla de vitaminas y minerales.

Tabla 1. Composición de nutrientes de la dieta basal para vacas en producción.

Nutrientes	Forraje (%)	Concentrado (%)
Materia seca	90.3	91.7
Humedad	6.9	8.2
Cenizas	9.6	4.8
Proteína Cruda	15.1	16.0
Extracto etéreo	-----	5.6
Fibra detergente neutra	47.84	30.6

Cabe señalar que los animales tuvieron agua a libre acceso y fueron alimentados como grupo con una dieta formulada de acuerdo a los requerimientos nutricionales para vacas Holstein en lactación con un peso de 650 kg y una producción de 27 kg a 3.5 % de grasa corregida en leche (NRC, 2001). Se buscó que el contenido nutricional de la dieta durante el estudio fuera de 16.1% de proteína cruda, 5.6% de extracto etéreo, 30.6% FDN y una EN_L de 1.67 mcal/kg, con un consumo ajustado a 24 kg de materia seca. La dieta fue ofrecida dos veces por día, registrándose un 3% de rechazo promedio del total de la dieta ofrecida diariamente.

3.3. Manejo reproductivo

El programa reproductivo a evaluar fue Presynch/Co-Synch (Santos et al. 2004), que consistió en aplicación de dos inyecciones de 25 mg de prostaglandina $F2\alpha$ (Celosil[®] Clorprostenol sódico 265 mcg/ml; Intervet Schering Plough, Animal Health, México) a dosis 530 mcg); a los 37 ± 3 y 51 ± 3 días en leche (DL), respectivamente y posteriormente, los animales fueron sometidos a un protocolo

de sincronización del estro y ovulación Co-Synch a partir de los 61 ± 3 DL y recibieron una inyección de 100 mcg de GnRH por la vía intramuscular (Fertagyl® Gonadorelina 500 mcg/ 5 ml, Intervet Schering Plough, Animal Health, México), 7 días más tarde a los 68 ± 3 DL se aplicó una inyección de 530 mcg de PG y 72 h después todas las vacas son sometidas IATF aplicando al mismo tiempo GnRH.

3.4 Análisis costo beneficio

Los costos fueron calculados de acuerdo a la metodología utilizada por Olink y Wolf (2009) que consiste en determinar estos por vaca individual, cabe señalar que a esta fórmula se le realizaron modificaciones para incluir los costos por concepto de las inyecciones de PG durante el presynch, los costos por inseminador, costos de pajillas de semen y costo de alimentación por día durante el intervalo parto-concepción.

A continuación se detalla la fórmula que se utilizó para determinar los costos por la utilización de fármacos hormonales durante el manejo reproductivo en cada una de las vacas (Olink y Wolf, 2009).

$$\text{PROG}_{\text{Synch}} = (P_{\text{PGF2}\alpha} \times X_{\text{PGF2}\alpha}) + (P_{\text{GnRH}} \times X_{\text{GnRH}}) + (C_{\text{psemen}} \times X_{\text{psemen}}) + (C_{\text{Inseminador}} \times X_{\text{Inseminador}}) + (C_{\text{día alimentación}} \times X_{\text{días alimentación}})$$

Donde:

$\text{PROG}_{\text{Synch}}$ = Costo por animal del programa presynch-cosynch hasta el momento de la concepción;

$P_{\text{PGF2}\alpha}$ = Costo de la inyección de PGF2 α ;

$X_{\text{PGF2}\alpha}$ = Número de inyecciones de PGF2 α administradas;

P_{GnRH} = Costo de la inyección de GnRH

X_{GnRH} = Número de inyecciones de GnRH administradas;

C_{psemen} = Costo pajilla semen;

X_{psemen} = Número de pajillas de semen administradas;

$C_{\text{Inseminador}}$ = Costo Inseminador;

$X_{\text{Inseminador}}$ = Número inseminaciones;

$C_{\text{día alimentación}}$ = Costos día de alimentación;

$X_{\text{días alimentación}}$ = Días de alimentación.

Por otra parte, y en base a estudios realizados por De Vries et al. (2006) los beneficios económicos que implicó el haber realizado este manejo reproductivo fueron expresados como los resultados de los parámetros reproductivos y productivos a través de las medidas de tendencia central; media, mediana, moda, desviación estándar, valores máximos y mínimos, que como resultado de este manejo se pretendían mejorar tales como días a primera inseminación, servicios por concepción, días abiertos/vaca, días en lactación/vaca/ciclo, producción de leche parto/concepción, días en secado, días intervalo entre parto, tasa de inseminación a primer servicio, tasa de preñez a segundo servicio. Por otro lado, después de haber analizado cada uno de los parámetros antes señalados y obtenido los resultados correspondientes el beneficio económico neto fue obtenido considerando los ingresos por ventas de leche producida restándole los costos de alimentación en cada etapa del ciclo de la lactación y los costos que implicó el manejo reproductivo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se muestran los costos de los productos hormonales, semen, inseminador y alimentación, para realizar el manejo reproductivo del ganado lechero en estudio. Al respecto, fueron utilizadas PG y GnRH ambos aplicados por la vía I.M. El costo actual por dosis aplicada fue de \$ 23.1 y \$ 25.9 para PG y GnRH respectivamente. Por otro lado, el manejo reproductivo también implica la inseminación artificial para lo cual fueron utilizadas 2.07 dosis/hembra/año del semen 200HO5217 VIEUXSAULE MALICIEUX (SEMEX Alliance, Ontario, Canadá) a un precio unitario de \$ 125.00 por dosis, esto implicó un costo de \$ 259.69 (tabla 2) y en esta misma tabla también se observa que el costo del servicio profesional de un inseminador fue de \$150.00 por servicio y al igual que las dosis de semen utilizadas el inseminador tuvo una efectividad de 2.07 oportunidades para preñar una vaca, esto implicó un costo de \$311.63 animal/año; Por lo tanto en base a estos datos el costo total resultó en \$571.33 animal/año atribuido solamente a las dosis de semen utilizadas y el inseminador.

También en la tabla 3 se puede observar que fueron utilizadas en promedio 3.42 y 3.03 dosis de GnRH y PG respectivamente por animal/año, lo cual implicó un costo de \$159.63 costo atribuido exclusivamente a la utilización de estos productos hormonales.

Por otro lado, los costos de alimentación diaria es otro rubro importante a considerar en el manejo reproductivo del ganado lechero y en la tabla 1 se puede observar que el consumo estimado de forraje y concentrado fue de 14 y 10 kg respectivamente a un precio actual por kg de \$2.21 y \$ 5.1. En base a estos argumentos el costo de alimentación diaria para vacas en producción fue de \$81.94. Por otro lado, la tabla 1 también muestra que los costos de alimentación de las vacas lecheras en etapa de secado se reducen, ya que se estimó que los animales consumieron 12 kg de MS compuesto de 83.33 % de forraje y 16.67 % concentrado que implicó un costo de \$ 32.3 animal/día.

Tabla 2. **Costos actuales de los productos hormonales, semen, inseminador y alimentación, considerandos durante el estudio.

Concepto	Precio unitario	Dosis/animal	Costo/animal
PGf2 α (Celosil® frasco 20 ml, 265 mcg/ml)	\$ 231.0	530 mcg	\$ 23.1
GnRH (Fertagyl®frasco 50 ml , 500 mcg/5 ml)	\$ 1,295.0	100 mcg	\$ 25.9
Pajilla de semen (200HO5217)	\$ 125.0	2.07	\$ 259.69
Inseminador	\$ 150.0	2.07	\$ 311.63
Alimentación (Base Seca)			
Vacas Lecheras en Producción			
Forraje (Alfalfa/silo de maíz)	\$ 2.2	14.0 kg	\$ 30.94
Concentrado comercial (Milk choice 18%)	\$ 5.1	10.0 kg	\$ 51.0
Vacas Lecheras en Secado			
Forraje (Alfalfa/silo de maíz)	\$ 2.2	10.0 kg	\$ 22.1
Concentrado comercial (Milk choice 18%)	\$ 5.1	2.0 kg	\$ 10.2

**Junio 2012.

En la tabla 3 se pueden observar los resultados de estadística descriptiva tales como media, mediana, moda, desviación estándar, valor máximo y mínimo respectivos al número de dosis y costos por animal de la aplicación de los productos hormonales, pajillas de semen e inseminador. Al respecto tomando como referencia indicativa de mayor importancia a la media los resultados señalan que fueron utilizadas 3.42 dosis de GnRH, que implicó un costo de \$88.70; también fueron aplicadas 3.03 dosis de PG con un costo de \$70.09, además 2.07 pajillas de semen por vaca que implicaron un costo de \$259.69 y por último la efectividad del inseminador fue de 2.07 servicios por concepción lo que significó un costo de \$311.63. En este punto se puede decir que los costos acumulados debidos al manejo reproductivo hasta conseguir la preñez resultaron en \$730.11.

Tabla 3. Utilización de productos hormonales, semen e inseminador y sus costos.

Estadística	No. Dosis aplicadas/animal	Costos dosis aplicadas/animal (MN)
GnRH		
Media	3.42	\$ 88.70
Mediana	2.00	\$ 51.80
Moda	2.00	\$ 51.80
Desviación Estándar	2.11	\$ 54.80
Valor Máximo	11.00	\$ 284.90
Valor Mínimo	1.00	\$ 25.90
PGF2α		
Media	3.03	\$ 70.09
Mediana	3.00	\$ 69.30
Moda	3.00	\$ 69.30
Desviación Estándar	1.50	\$ 34.72
Valor Máximo	8.00	\$ 184.80
Valor Mínimo	1.00	\$ 23.10
Pajillas de Semen		
Media	2.07	\$ 259.69
Mediana	1.00	\$ 125.00
Moda	1.00	\$ 125.00
Desviación Estándar	1.56	\$ 195.84
Valor Máximo	8.00	\$ 1000.00
Valor Mínimo	1.00	\$ 125.00
Inseminador		
Media	2.07	\$ 311.63
Mediana	1.00	\$ 150.00
Moda	1.00	\$ 150.00
Desviación Estándar	1.56	\$ 235.01
Valor Máximo	8.00	\$ 1200.00
Valor Mínimo	1.00	\$ 150.00
Costos acumulados del manejo reproductivo a la preñez (Tomando en cuenta el costo promedio de los productos utilizados y servicio profesional)		
	Total	\$ 730.11

En la tabla 4 se pueden observar los resultados de estadística descriptiva referentes a los parámetros reproductivos y productivos encontrados en las vacas lecheras durante el presente estudio, donde de igual manera tomando como referencia de mayor importancia a la media se pudo observar que los días a primera inseminación fueron 74.0, los servicios por concepción resultaron en 2.07, los días abiertos fueron 125.0, días en lactación/vaca/ciclo 310.23, la producción de leche desde el parto a la concepción 2,864.0 kg/vaca, los días en secado fueron 98.93, los días de intervalo entre parto 409.16, la tasa de inseminación a primer servicio 100%, la tasa de preñez a primer servicio 50% y por último la tasa de preñez a segundo servicio resultó en 47.05%. Estos resultados pueden considerarse como muy buenos y cercanos los encontrados en otros estudios reproductivos en ganado lechero (Moreira et al., 2000 y Santos et al., 2004)

En el presente estudio las vacas resultaron con 125 días abiertos promedio (tabla 4). Por lo tanto, en base a este argumento y conociendo que las vacas fueron preñadas durante ese periodo de tiempo, se consideró tomar en cuenta los costos de alimentación en este periodo y compararlos con los ingresos generados por las producciones lecheras de cada animal y así obtener un análisis costo beneficio. Al respecto la tabla 5 señala que los costos medios de alimentación por animal durante los días abiertos resultaron en \$10,202.23. Por otro lado, durante este periodo de días abiertos la producción promedio ajustada a 305 días de las vacas lecheras en estudio resultó en 23.0 kg/leche/d para lo cual cada animal produjo en promedio 2,864.0 kg/leche/d durante los 125 d abiertos; si el precio medio actual de la leche es de \$6.30 entonces el ingreso bruto por venta de leche de cada vaca en el periodo fue de \$18,041.00 si se restan los costos a estos ingresos se obtiene un ingreso neto \$7,839 por animal, sin embargo si a este monto se le restan los \$730.11 (tabla 3) que fueron los costos de los fármacos reproductivos, dosis de semen e inseminador, el ingreso neto resulta en \$7,107.81 por animal hasta este punto del ciclo de la lactación. En base a estos resultados, pudo conocerse y comprobarse que la utilización de protocolos reproductivos modernos como presynch (Moreira et al., 2000a) acompañado de Co-Synch (Pursley et al., 1997) o manejo reproductivo que implica una utilización masiva de fármacos reproductivos ayudan a preñar las vacas lecheras aun y cuando esto implique costos adicionales, las ganancias obtenidas por la leche producida y vendida fueron mayores.

Tabla 5. Costos de alimentación e ingresos desde el parto hasta la concepción con respecto a la producción lechera durante el estudio llevado a cabo en 116 vacas lecheras.

Concepto	Media	Mediana	Moda	Desviación Estándar	Valor Máximo	Valor Mínimo
Costo alimentación días Abiertos.	\$10,202.23	\$6,678.11	\$6,145.5	\$6,502.88	\$31,874.66	\$4,342.82
Producción de leche parto concepción (kg).	2,864.0	1,875.0	1,725.0	1,825.31	8,947.0	1,219.0
Ingreso bruto por venta de leche parto/concepción.	\$18,041.0	\$11,809.0	\$10,867.5	\$11,499.48	\$56,366.0	\$7,680.0
Ingresos neto por venta de leche parto/concepción.	\$7,839	\$5,131	\$4,722	\$4,996.60	\$24,491.0	\$3,337.0

Tomando en cuenta que el ciclo de la lactancia es anual el presente estudio considero necesario mostrar los costos de alimentación sumados a los costos del manejo reproductivo ya señalados y las ganancias obtenidas por las producciones de leche durante los días en lactación los cuales resultaron en 310.23 d (tabla 4); durante este periodo de lactación las vacas en estudio lograron una producción media de 7,135.22 kg/leche/vaca como se señala en la tabla 6 que multiplicado por el precio medio actual \$6.30 resultó un ingreso bruto de \$44,997.02 vaca/año; si a este ingreso se le restan los costos generados por alimentación durante los días en lactación \$25,483.34, nos da un ingreso neto de \$19,513.68, sin embargo si se le restan los \$730.11 correspondientes a los costos generados por el manejo reproductivo, entonces queda una ganancia neta de \$18,782.72.

Tabla 6. Costos de alimentación e ingresos durante la lactación completa sin tomar en cuenta costos de la etapa de secado y manejo reproductivo.

Concepto	Media	Mediana	Moda	Desviación Estándar	Valor Máximo	Valor Mínimo
Costo alimentación de acuerdo a días de lactación.	\$ 25,483.34	\$ 23,680.66	\$ 21,877.98	\$ 6,690.74	\$ 45,394.76	\$ 10,816.08
Producción de leche durante toda la lactación (Kg).	7135.22	6647.0	6,141.0	1,878.04	12,742.0	3,036.0
Ingreso bruto por venta de leche durante toda la lactación.	\$ 44,997.02	\$ 41,876.10	\$ 38,688.3	\$ 11,918.05	\$ 80,274.60	\$ 19,126.80
Ingreso neto por venta de leche durante la lactación completa	\$ 19,513.68	\$ 18,195.44	\$ 16,810.52	\$ 5,227.31	\$ 34,879.84	\$ 8,310.72

Otro de los puntos importantes del presente estudio, fue el mostrar que los días en secado resultaron en 98.93 y que el intervalo entre parto resultó en 409.16 d promedio según lo observado en la tabla 4. En base a estos datos y considerando que el consumo de alimento durante la etapa de secado se ve disminuido como se señala en el tabla 2; entonces en la tabla 7 se pueden observar los costos de alimentación durante el secado que resultaron en \$3,196.74 por vaca, si se suma este dato al costo de alimentación durante los días en lactación, el costo de alimentación total resultó en \$28,680.08 que sumados a los costos por manejo reproductivo da como resultado un costo total de \$29,411.04. Esta es la suma total de los costos más importantes entre parto y parto considerados en el presente estudio tabla 7.

Por otro lado, la tabla 7 también señala el resultado medio de los ingresos brutos obtenidos por las ventas de leche que fueron \$ 44,997.02 de acuerdo con el precio medio actual que fue de \$6.30 por litro, si a estos ingresos les restamos la sumatoria total de los costos entre parto y parto considerados durante el presente estudio entonces el ingreso neto por vaca entre resultó en \$ 15,585.98.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a estos resultados se concluyó que la implementación de un buen manejo reproductivo en ganado lechero que implica la utilización de productos hormonales sintéticos para la inseminación artificial aplicando protocolos como la inseminación a tiempo fijo sí genera costos adicionales; sin embargo, como se observa en el presente estudio, con la utilización de estas nuevas biotecnologías aunque impliquen mayor costo y esfuerzo, los beneficios suelen ser mayores cuando poco a poco los parámetros reproductivos mejoran, ya que el mayor beneficio económico de una explotación lechera radica en la producción de leche que sus vacas generan pero para que estas produzcan es necesario que se reproduzcan año con año.

VI. LITERATURA CITADA

- Britt, J.H. (1985). Enhanced reproduction and its economic implications. *J. Dairy Sci.* 68:1585-1592.
- Britt, J.S., and J. Gaska. (1998). Comparison of two estrus synchronization programs in a large, confinement-housed dairy herd. *JAVMA* 212:210-212
- Burke, J, M., R.L. De La Sota, C.A. Risco, C.R. Staples, E. J. Schmitt, and W. W. Thatcher. (1996). Evaluation of timed insemination using a gonadotropin – releasing hormone agonist in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79:1385-1396.
- Cerri, R.L. A., J. E. P. Santos, S.O. Juchem, K. N. Galvao, and R.C. Chebel (2004). Timed artificial insemination with estradiol cypionate of insemination at estrus in high – producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:3704-3715.
- Córdoba, I. A., J.M.S. Córdoba y G.J.F. Perez. (2005). Comportamiento reproductivo del ganado lechero. México DF: Universidad autónoma metropolitana, unidad Xochimilco.
- Córdoba, M. C. and P. M. Fricke. (2001). Evaluation of two hormonal protocols for synchronization of ovulation and timed artificial insemination in dairy cows managed in grazing-based dairies. *J. Dairy Sci.* 84:2700-2708.
- Córdoba, M. C. and P. M. Fricke. (2002). Initiation of the breeding season in a grazing-based dairy using synchronization of ovulation. *J. Dairy Sci.* 85:1752-1763.
- Dalton, J.C., S. Nadir, J. H. Bame, M. Noftsinger, R. L. Nebel, and R.G. Saacke. (2001). Effect of time of insemination on number of accessory sperm, fertilization rate, and embryo quality in nonlactating dairy cattle. *J. dairy Sci.* 84: 2413-2418.
- De Vries, A., M.B. Crane, J.A. Bartolome, P. Melendez, C.A. Risco, and L.F. Archbald. (2006). Economic comparison of timed artificial insemination and exogenous progesterone as treatments for ovarian cysts. *J. Dairy Sci.* 89:3028–3037.
- Fricke, P. M., D. Z. Caraviello, K. A. Weigel, and M.L. Welle. (2003). Fertility of dairy cows after resynchronization of ovulation at three intervals after first timed insemination. *J. Dairy Sci.* 86:3941-3950
- Fricke, P.M., J. N. Guenther, and M. C. Wiltbank. (1998). Efficacy of decreasing the dose of GnRH used in a protocol for synchronization of ovulation and timed AI in lactating dairy cows. *Theriogenology* 50: 1275-1284.

- Jobst, S. M., R. L. Nebel, M. L. McGilliard, and K. D. Pelzer. (2000). Evaluation of reproductive performance in lactating dairy cows with prostaglandin F2 gonadotropin-releasing hormone, and timed artificial insemination. *J. Dairy Sci.* 83:2366-2372.
- Kesler, D. J., and H. A. Garverick. (1982). Ovarian cysts in dairy cattle: Review. *J. Anim. Sci.* 55:1147–1159.
- Moreira, F., R. L. de la sota, T. Diaz, and W. W. Thatcher. (2000a). Effect of day of the estrous cycle at the initiation of a timed artificial insemination protocol on reproductive responses in dairy heifers. *J. Anim. Sci.* 78:1568-1576.
- Moreira, F., C. Orlandi, C. Risco, F. Lopez, R. Mattos, and W. W. Thatcher. (2000c). Pregnancy rates to a timed insemination in lactating dairy cows pre-synchronized and treated with bovine somatotropin: cyclic versus anestrus cows. *J. Dairy Sci.* 83(Suppl 1): 134(Abstr.).
- Moreira, F., C. Orlandi, C. Risco, F. Lopez, R. Mattos, and W. W. Thatcher. (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.
- McDonald, L.E. (1991). *Endocrinología Veterinaria y Reproducción*. Edición 4. Español, México. Editorial: McGrawhill.
- Navanukraw, C., L. P. Reynolds, J.D. Kirsch, A. T. Grazul-Bilska, D. A. Redmer, and P. M. Fricke. (2004). A modified presynchronization protocol improves fertility to timed artificial insemination in lactating dairy cows, *J. Dairy Sci.* In press.
- Olynk, N. J., and C. Wolf. (2008). Economic analysis of reproductive management strategies on us commercial dairy farms. *J. Dairy Sci.* 91:4082–4091.
- Olynk, N. J., and C.A. Wolf. (2009). Stochastic economic analysis of dairy cattle artificial insemination reproductive management programs. *J. Dairy Sci.* 92:1290–1299.
- Pursley, J. R., M. O. Mee, and M. C. Wiltbank. (1995). Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 y GnRH. *Theriogenology* 44:915-923.
- Pursley, J. R., M. R. Kosorot, and M. C. Wiltbank.(1997a). Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. *J. Dairy Sci.* 80:301-306.
- Pursley, J. R., R. W. Silcox, and M. C. Wiltbank. (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.* 81:2139-2144.
- Pursley, J.R., M.O. Mee, and M.C. Wiltbank. (1995). Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 α and GnRH. *Theriogenology*. 44:915-923.

- Pursley, J. R., M. R. Kosorok, and M. C. Wiltbank. (1997). Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. *J. Dairy Sci.* 80:301–306.
- Quirk, S. M., R.G. Cowan, R.M. Harman, C.L. Hu, and D.A. Porter. (2004). Ovarian follicular growth and atresia: The relationship between cell proliferation and survival. *J. Anim. Sci.* 82(E Suppl.)E40-E52.
- Santos, J. E. P., S.O. Juchem, L.A. Cerri, K.N. Galvão, R.C. Chebel, W.W. Thatcher, C.S. Dei, and R. Bilby. (2004). Effect of bST and reproductive management on reproductive performance of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:868-881.
- Santos, J.E.P., R.L. Cerri, R. Sartori. (2008). Nutritional management of the donor cow. *Theriogenology.* 69:88-97.
- Stevenson, J. S., Y. Kobayashi, and K.E. Thompson. (1999). Reproductive performance of dairy cows in various programmed breeding systems including Ovsynch and combinations of gonadotropin-releasing hormone and prostaglandin F2. *J. Dairy Sci.* 82:581-591
- Thatcher, W.W. and C.J. Wilcox. (1972). Postpartum as an indicator of reproductive status in the dairy cow. *J. Dairy Sci.* 56:608-610.
- Vasconcelos, J. L.M., R. W. Silcox, G. J. Rosa, J. R. Pursley, and M.C.Wiltbank.(1999). Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rate after synchronization of ovulation beginning on different days of the estrous cycle in lactating dairy cows. *Theriogenology.* 52:1067-1078.