

FECHA DE ADQUISICIÓN	
NUM. DE INVENTARIO	00067
PROCEDENCIA	
NUM. CALIFICACIÓN	SF 201 .V54
PRECIO	
DIST.	

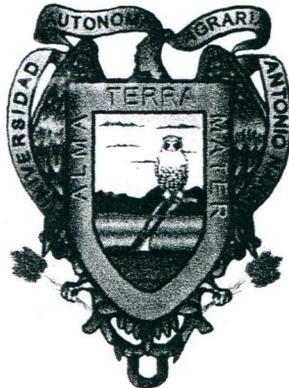


SF201
.V54
2006
CID UAAAN UL
Ej.1

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN CIENCIA ANIMAL



**RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE ESQUEMAS
HORMONALES PARA LA I.A. A TIEMPO FIJO EN VACAS,
CON DIAGNÓSTICO PREVIO DE CUERPO LÚTEO.**

TESIS
QUE PRESENTA

ROONY MIGUEL VILLASEÑOR GONZÁLEZ

COMO REQUISITO PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Unidad Laguna
División Ciencia Animal

RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE ESQUEMAS HORMONALES PARA LA I.A. A TIEMPO FIJO EN VACAS, CON DIAGNÓSTICO PREVIO DE CUERPO LÚTEO.

Tesis

Roony Miguel Villaseñor González

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como
requisito parcial, para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Comité particular

Presidente:



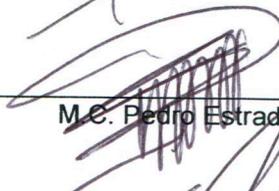
Dr. Carlos Leyva Orasma

Vocal:



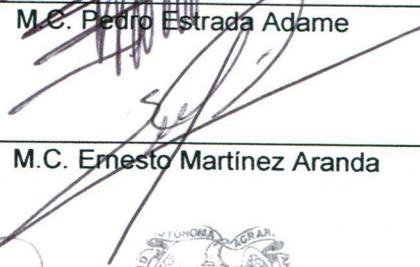
M.C. Sergio I. Barraza Araiza

Vocal:



M.C. Pedro Estrada Adame

Vocal suplente:



M.C. Ernesto Martínez Aranda



M.C. JOSÉ LUIS FCO. SANDOVAL ELÍAS
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, Octubre 2006.

Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal
P. AAN - UL

00067

AGRADECIMIENTOS

A Dios nuestro señor.

A quien le agradezco principalmente por darme una familia tan maravillosa y permitirme ver un nuevo amanecer durante todo este tiempo.

A mi universidad y mis maestros.

Por darme la oportunidad de superarme como profesionista mediante los conocimientos transmitidos durante todos estos años.

A mis maestros DR. Carlos Leyva Orasma y M.C. Juan Luis Morales Cruz.

A quienes no solo les agradezco por sus conocimientos brindados para mi formación como profesionista, si no también por su amistad y los conocimientos que me permitieron formarme como una persona.

A Dr. Clara Murcia, M.C. Sergio I. Barraza Y M.C. Pedro Estrada.

Por su cooperación para fulminar este trabajo.

Al personal del establo Ampuero.

A los médicos veterinarios: Gil, Miguel, Abundis, Santiago, Sandra y Yarely, como a Don Paz, Darío y Lily, quienes me dieron apoyaron y ayuda durante el desarrollo del experimento de tesis.

A todos mis amigos

A Manuel Galván, Adán Quiñones, Delmar Aguilar, Juan Jimarez, Juan Espinosa, Rafael Rodríguez, Alfonso Gurrola, Manuel Téllez, Tania Rico, Miguel García (q.e.p.d.), Vianey Nevares, Tomas Ceniceros, Raúl Madrigal, Juan Roberto, Jaime Benítez, Minerva Martínez, Alejandra Lara, Gerardo Venegas, Fernando Sotelo por todos sus consejos buenos y malos en los mejores y peores momentos.

DEDICATORIAS

A mis padres José Miguel Villaseñor Insurriaga Y Socorro González de la Rosa.

Por todo su amor, educación y confianza depositada en mi, pero más que nada por darme la vida.

A mi hermano José Erwin Villaseñor González.

Quien no solo es mi hermano si no un amigo, que siempre ha estado conmigo.

A mis abuelos José González Y Rosa Ma. Insurriaga.

Por ser una parte importante en mi vida y por los consejos más sabios.

A mis todos mis tíos tanto por parte de mi madre como de mi padre.

Quienes de cierta forma siempre me apoyaron y aportaron un grano de arena en mi educación.

A Mary Arriaga.

Quien me dio un amor sincero y confianza, quien siempre ~~va a~~ ocupar un espacio muy especial en mí.

Resultados comparativos entre esquemas hormonales para la I.A. a tiempo fijo en vacas, con diagnóstico previo de cuerpo lúteo.

Roony Miguel Villaseñor González

Tesis

Presentada como requisito parcial para
obtener el grado de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Asesor

Dr. Carlos Leyva Orasma

RESUMEN

Los objetivos de esta investigación fue evaluar comparativamente la eficiencia de dos protocolos de sincronización a tiempo fijo corto (TAlc), sobre la fertilidad de las vacas inseminadas, en los meses de octubre a enero. Se utilizaron 79 vacas Holstein diagnosticadas vacías con presencia de un cuerpo lúteo (CL) bien definido por vía rectal, a los 43 ± 3 días post-inseminación e inyectadas intramuscular con $530\ \mu\text{g}$ de prostaglandina $F2\alpha$ ($\text{PGF}2\alpha$), posteriormente fueron repartidas aleatoriamente a uno de dos grupos, el protocolo de ECP (1mg de cipionato de estradiol a las 24hrs) y grupo GnRH (a las 48hrs $100\ \mu\text{g}$ de hormona liberadora de gonadotropinas). Se valoraron la tasa de preñez, intensidad del estro en relación con la fertilidad y la precisión del diagnóstico del cuerpo lúteo, confirmado con los niveles de progesterona (P_4) asociado a la fertilidad. El diagnóstico de gestación se realizó 43 ± 3 post-TAlc, donde se encontró que no hubo diferencia significativa sobre la tasa de preñez en ambos grupos (ECP=23.07%; GnRH=22.5%). El grupo ECP presentó mayor intensidad

de estro ($P=0.001$) que el grupo GnRH, sin embargo, no se encontró diferencia estadística cuando se relacionó el estro intenso y bajo, con la tasa de preñez ($P\geq 0.29$). Al momento del diagnóstico del CL el 69.51% de las hembras vacías tenían niveles $\geq 1\text{ng/ml}$, en cuanto a su relación con el porcentaje de preñez entre grupos y los niveles por debajo de los mencionados no se encontró diferencia significativa. Se concluye que TAIc puede ser una alternativa para disminuir los días abiertos, por otro lado disminuye los costos de los esquemas tradicionales, más aun cuando se incluye el ECP, que induce un estro con mayor intensidad y con fertilidad similar a los esquemas que utilizan la GnRH para TAI.

Palabras clave: sincronización TAI corto, ECP, GnRH, preñez, intensidad de celo y CL.

ÍNDICE.

Contenido	Página
RESUMEN.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Hipótesis.....	3
1.2 Objetivo general.....	3
1.3 Objetivos específicos.....	3
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Factores que afectan la intensidad del estro en la vaca lechera.....	4
2.1.1 Estrés calórico.....	5
2.1.2 Nutrición (balance energético y condición corporal).....	6
2.2 Programas actuales para la inseminación artificial a tiempo fijo.....	9
2.2.1 Ovsynch.....	10
2.2.2 Cosynch.....	11
2.2.3 Presynch.....	11
2.2.4 Heatsynch.....	13
2.2.5 Intensidad del estro según esquemas de tratamiento.....	13

2.3 Influencia de los niveles de p4 sobre la fertilidad al inicio de los programas de sincronización de la ovulación.....	15
2.4 Resincronización después del servicio para vacas no gestantes.....	16
2.5 Mortalidad embrionaria en los programas de sincronización de ovulación para TAI.....	19
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1 Descripción del área de estudio.....	22
3.2 Descripción de los animales.....	22
3.3 Diseño del experimento.....	22
3.4 Obtención de muestras de sangre para la determinación de progesterona.....	24
3.5 Variables evaluadas.	25
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1 Tasa de preñez.....	26
4.2 Intensidad de estro y su relación con la fertilidad.....	27
4.3 Niveles de progesterona y su relación con la fertilidad.....	30
VI CONCLUSIONES.....	33
VI LITERATURA CITADA.....	34

ÍNDICE DE CUADROS.

Contenido	Página
Cuadro 1.- Tasa de preñez (%) de vacas sincronizadas e inseminadas en ambos protocolos.....	26
Cuadro 2.- Porcentaje de vacas que presentaron mayor intensidad estro entre ambos protocolos de sincronización corta.....	27
Cuadro 3.- Tasa de preñez (%) en relación con la intensidad de estro de las vacas sincronizadas e inseminadas en ambos protocolos.....	28
Cuadro 4.- Tasa de preñez (%) en relación con la intensidad de estro de las vacas sincronizadas e inseminadas sin considerar a que grupo pertenecen....	29
Cuadro 5.- niveles de P4 al diagnóstico del CL en el inicio de ambos protocolos en las vacas inseminadas.....	30
Cuadro 6.- Tasa de preñez (%) en relación con los niveles de P4 al inicio del protocolo de las vacas inseminadas.	30
Cuadro 7.- Tasa de preñez (%) en relación con los niveles de P4 al inicio del protocolo de las hembras sincronizadas e inseminadas, sin considerar el protocolo utilizado.	31

ÍNDICE DE FIGURAS.

Contenido	Página
Figura 1.- Protocolo de sincronización de la ovulación a tiempo fijo para la rápida inseminación, con la aplicación de ECP.....	23
Figura 2.- Protocolo de sincronización de la ovulación a tiempo fijo para la rápida inseminación, con la aplicación de GnRH.....	23
Figura 3.- Porcentale del total de las vacas que entraron al experimento que se diagnosticaron con CL por palpación rectal y se confirmaron mediante niveles de P4 en ng/ml.....	32

I INTRODUCCIÓN

En los hatos lecheros comerciales la proporción de vacas vacías que deben de reinseminarse dentro de veintiún días es muy baja y en algunas regiones de México esto se acentúa más durante el verano, donde la pobre expresión de estro por parte de los animales debidos a múltiples factores y la baja eficiencia en la detección del estro, trae como consecuencia una reducción en la fertilidad y pérdidas económicas debidas a los intervalos prolongados entre servicios (Pursley *et al.*, 1997).

En las décadas pasadas se desarrollaron protocolos de manejo reproductivo que sincronizan la presencia del estro usando PGF2 α , estos protocolos no controlan el momento de la inseminación artificial (IA) y por lo general en las vacas lecheras las tasas de preñez son bajas después de la detección de estro (Lucy *et al.*, 1986). Este descenso se puede deber a una variación en el tiempo de ovulación con respecto al tiempo de la inseminación (Pursley *et al.*, 1997).

Uno de los factores que limita los buenos resultados de la fertilidad es la falla en la detección de celos y por lo tanto que la IA no se realice en el momento adecuado (Ruiz, 2004). Actualmente se han desarrollado programas para controlar la sincronización de la ovulación y la inseminación a tiempo fijo (TAI), como son los implantes (Geary *et al.*, 1998) y las esponjas vaginales de la liberación de progesterona (Cavestany *et al.*, 2003), junto con el protocolo de Ovsynch, que consiste en controlar los intervalos de tiempo para inseminar sin la necesidad de la detección del estro (Pursley *et al.*, 1995).

Peters y Pursley (2002) afirman que la ovulación en vacas Holstein puede ser sincronizada cuando se administra GnRH junto con la PGF2 α . Sin embargo, la diferencia entre la aplicación de una y la otra, debe ser de más de 24 hrs., ya que si el tiempo es menor, se puede comprometer la ovulación, e incluso, la fase

lúteal subsiguiente. En muchos hatos lecheros de La Comarca Lagunera, se han implementado los programas de sincronización de la ovulación para la inseminación a tiempo fijo, pero también se han buscado alternativas para reducir sus costos, entre ellas se encuentran, la inclusión del ECP que sustituye a la GnRH después de la aplicación de PGF2 α , como lo mencionan en un estudio realizado por Stevenson *et al.* (2004) donde compararon la aplicación de GnRH y ECP después de la aplicación de PGF2 α y donde concluyen que hay mayor incidencia de estro con ECP, comparado con GnRH, pero ligeramente menor tasa de ovulación, ya que el tiempo de liberación del pico preovulatorio de la hormona luteinizante (LH), es menor con la aplicación de GnRH en comparación con ECP.

La identificación rápida de las vacas vacías después de la IA es la mejor forma para reducir los intervalos prolongados a la concepción (Stevenson *et al.*, 2003). De hecho, se ha estado trabajando en el mejoramiento de técnicas de resincronización de estro y ovulación, para reducir el intervalo entre servicios, donde Chebel *et al.* (2003) afirman que acortando el intervalo entre el diagnóstico de las vacas vacías y la reinseminación, con el inicio del protocolo de Ovsynch una semana antes del diagnóstico, no causa daño a la gestación en curso e incluso, se obtienen resultados aceptables en los porcentajes de gestación, ya que al iniciar el protocolo al momento del diagnóstico, tomaría otros diez días a partir de éste para que las hembras vacías puedan volverse a inseminar.

Es por esto, que es necesario encontrar alternativas que permitan inseminar más vacas, tomando como base lo anterior en este estudio se planteó la siguiente hipótesis y objetivos.

1.1 Hipótesis.

Los protocolos de sincronización para la inseminación a tiempo fijo corto, con diagnóstico previo de cuerpo lúteo, acortan el intervalo entre servicios y tienen porcentajes de gestación similares a los protocolos originales.

1.2 Objetivo general.

Evaluar comparativamente los resultados de dos protocolos de sincronización de la ovulación e inseminación artificial a tiempo fijo corto con diagnóstico previo de cuerpo lúteo, sobre algunos parámetros reproductivos en vacas Holstein.

1.3 Objetivos específicos.

1.2.1.- Evaluar la tasa de preñez.

1.2.2.- La intensidad del estro y su relación con la fertilidad.

1.2.3.- Comparar los niveles de P4 al diagnóstico del cuerpo lúteo asociado con la fertilidad.

II REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 Factores que afectan la intensidad del estro en la vaca lechera.

De acuerdo con Chebel *et al.* (2003) la baja eficiencia y exactitud para la detección de estros es factor limitante para la eficiencia reproductiva de los hatos lecheros. La decisión de inseminar una vaca antes del periodo de espera voluntario es motivada por el factor miedo. La mayoría de los productores temen a la decisión de no inseminar una vaca en estro por que ésta puede no volver a ser detectada hasta muy avanzada la lactancia. Desafortunadamente este riesgo es reconocido en la granja que confía en la detección visual del estro por parte del personal y a la pobre expresión del celo de las vacas en lactancia (Fricke, 2004).

La regulación de la actividad ovárica está integrada por procesos que abarcan los signos extra ováricos y los factores intrafoliculares. Iniciando con el crecimiento del folículo primordial y las fases tempranas de la foliculogénesis, puede ocurrir sin gonadotropinas, pero la hormona folículo estimulante (FSH) puede afectar la proporción de crecimiento de los folículos preantrales, el folículo continúa su maduración, éste transfiere su dependencia de FSH a LH, que puede ser parte del mecanismo envuelto en la selección de folículos para continuar su crecimiento (Webb *et al.*, 2004). Por consiguiente, se ha demostrado que algunos factores como el balance energético negativo, concentraciones tóxicas de urea y nitrógeno, estrés calórico y otros factores estresantes y la deficiencia de vitaminas y minerales limitan la fertilidad de la vaca en lactancia. Los efectos fisiológicos de estos factores han sido difíciles de evaluar, pero se sabe que pueden alterar la ocurrencia y la facilidad de detección de estros así como los porcentajes de gestación por IA (Pursley *et al.*, 1997).

2.1.1 Estrés calórico.

El estrés es la inhabilidad de un animal para competir con su medio ambiente, un fenómeno que a menudo refleja el fracaso para lograr su potencial genético (Dobson y Smith, 2000). Los factores climáticos que pueden influenciar en el grado de estrés calórico, incluyen los mencionados por Gwazdauskas (1985) son; la temperatura, la humedad, la radiación y el viento. Cuando el índice de temperatura-humedad (THI) es ≥ 72 , se relaciona con un número menor de vacas detectadas en estro y con porcentajes de concepción más bajos (Carmill *et al.*, 2001).

El periodo de estrés calórico altera la duración y detección del estro, calidad del calostro, porcentaje de concepción, función uterina, estado endocrinológico, crecimiento y desarrollo folicular, mecanismos luteolíticos, desarrollo temprano del embrión y crecimiento fetal (Pancarci *et al.*, 2002; Jordan, 2003). La dinámica folicular en las vacas bajo estrés calórico fue alterada cuando se comparó con vacas control (Wolfenson *et al.*, 1995). Aunque el promedio del tamaño de la primera oleada folicular fue similar entre vacas bajo estrés calórico y el grupo control, estos decrecieron más pronto y la segunda oleada folicular emergía antes. Pudo haber sido que en el ganado bajo estrés calórico, el folículo de la segunda oleada folicular, haya envejecido al momento de la ovulación (Jordan, 2003).

La concentraciones de estradiol son bajas durante diferentes fases del ciclo estral en las vacas que se encuentran bajo estrés calórico (Wilson *et al.*, 1998), debido a que la capacidad esteroidogénica en los folículos se ve afectada porque existe una disminución en la actividad aromatasa en las células de la granulosa y por ende un valor menor en la concentración de estradiol en los folículos dominantes durante el día 8 del ciclo estral (Badinga *et al.*, 1993).

Dobson y Smith (2000) demostraron tener evidencia endocrinológica, donde diversos factores estresantes como; el transporte o la insulina, reducen la frecuencia y amplitud de la GnRH y los pulsos de LH, teniendo efectos sobre el hipotálamo y que la supresión de dichas hormonas deprimen el folículo ovárico llevando a reducir la producción de estradiol por el crecimiento lento del folículo y esto a una menor manifestación de signos de estro.

2.1.2 Nutrición (balance energético y condición corporal).

La nutrición juega un papel importante en la reproducción en el ganado (Gwazdauskas *et al.*, 2000), así como también puede inducir alteraciones en los rangos de las hormonas metabólicas que pueden ser correlacionadas con los cambios en la función ovárica (Webb *et al.*, 2004).

El peso de la novilla, más que la edad, determina cuando la pubertad se presenta y comienza el celo. El primer signo de celo aparece generalmente cuando la novilla ha alcanzado cerca del 40% de su peso corporal adulto. En novillas bien alimentadas, la madurez sexual se presenta usualmente cerca de los once meses de edad. Aún así, el estrés calórico y la mala alimentación de las terneras y novillas jóvenes, demora la madurez sexual y previene la iniciación de los ciclos estrales. En las regiones tropicales, la madurez de las novillas puede no presentarse antes de los catorce o quince meses de edad (Wattiaux, 1998).

Independientemente del efecto de los cambios metabólicos provocados por el balance energético negativo (BEN), las dietas ofrecidas a las vacas altas productoras también pueden afectar su fertilidad. Este efecto se puede ver cuando se administran dietas con alto contenido de proteína con relación al consumo de energía. Las dietas con contenidos de proteína cruda de 17 a 19% llegan a ocasionar una disminución de la fertilidad, demostrado que las vacas alimentadas de esta forma tienen altas concentraciones de urea y amoniaco en

sangre y en los fluidos uterinos, lo cual afecta la viabilidad de los espermatozoides, óvulo y embrión (Hernández, 2005).

Reportes anteriores, indican que el BEN y la condición corporal no interfirieren con la duración del comportamiento estral, así no reducen el porcentaje de detección de celos (Villa-Godoy *et al.*, 1990). Sin embargo, las vacas que genéticamente tienden a disminuir su condición corporal cuando presentan mayor BEN, como consecuencia, hay retraso al inicio de la actividad luteal y el primer estro (Dechow *et al.*, 2002). Así, el tiempo y la magnitud del balance energético puede ser un regulador importante en el reinicio de la conducta estral después del parto, actividad luteal y mantenimiento de la subsecuente gestación (Gwazdauskas *et al.*, 2000).

Durante el período de declinación del BEN, los pulsos de LH son suprimidos y el folículo dominante que se desarrolla tiende a disminuir la producción de estradiol para inducir una oleada preovulatoria de gonadotropinas (Roche *et al.*, 2000).

Las gonadotropinas circulantes pueden ser correlacionadas con cambios en la circulación en las concentraciones de hormonas metabólicas, incluyendo la insulina, IGF-1 (factor de crecimiento parecido a la insulina), la GH (hormona del crecimiento) y la leptina. La nutrición puede afectar la expresión del RNAm en el sistema IGF-1 ovárico, que regula la sensibilidad y la respuesta del folículo hacia las gonadotropinas, ya que la FSH puede inducir la producción de estradiol por las células de la granulosa y un incremento de expresión de RNAm para la aromatasa (Webb *et al.*, 2004).

Las concentraciones de leptina periférica están asociadas a la condición corporal y los niveles de alimentación en vacas lactantes. En el folículo, la leptina en concentraciones fisiológicas, estimula la actividad aromatasa por la enzima citocromo P450, pero en altas concentraciones en el fluido folicular, puede llegar a bloquear la esteroidogénesis y relacionarse con bajas concentraciones de

oxígeno intrafolicular, impidiendo el desarrollo del folículo preovulatorio y la muerte temprana del embrión (Webb *et al.*, 2004; Montaña, 2005).

El estradiol producido por los folículos es la hormona que estimula la conducta sexual y la secreción reducida de IGF-1 causada por el BEN podría alterar la producción de estradiol y como consecuencia suprime el comportamiento sexual (Gwazdauskas *et al.*, 2000).

Las reservas de energía en vacas pueden influenciar en la función pituitaria. La LH está relacionada con la condición corporal en vacas al parto y 30 días posteriores, ya que la nutrición postparto puede causar anestro en vacas de carne, asociado con el descenso de las reservas corporales de energía y la frecuencia de los pulsos de LH, siendo necesario su incremento para el inicio del ciclo estral, por consiguiente, la condición corporal baja en hembras de carne está asociada con la reducción de liberación de LH, con el bajo peso de los ovarios y del CL, así como con el retraso del ciclo estral (Rasby *et al.*, 1991).

La restricción de nutrientes preparto da como resultado vacas flacas al parto, que tienen un anestro postparto prolongado y menor número de vacas se encuentran en *estro durante en el periodo de servicio* (Ciccioli *et al.*, 2003).

La alimentación con dietas altas en energía después del parto puede mejorar la eficiencia reproductiva de vacas primíparas que al parto tuvieron una condición corporal baja a moderada (Ciccioli *et al.*, 2003). Sin embargo, la alimentación con dietas altas en energía produce mayor calidad de oocitos, comparado con las vacas alimentadas con una dieta baja en energía (Gwazdauskas *et al.*, 2000).

2.2 Programas actuales para la inseminación artificial a tiempo fijo.

El principal factor que limita la fertilidad es la falla en la observación o la detección del calor y por lo tanto no se insemina al ganado en el momento apropiado. Durante muchos años, las prostaglandinas (PGF₂α) se usaron en programas controlados de reproducción después del periodo de espera voluntario (55 a 60 días postparto) bajo palpaciones semanales de ovarios para determinar la presencia de un cuerpo lúteo funcional y observar que las vacas respondieran apropiadamente después de 3 a 5 días de haber recibido la inyección. Este programa ha sido usado en algunas granjas lecheras mejorando la detección de calores. Actualmente han sido desarrollados varios programas reproductivos con el fin de sincronizar grupos de vacas lactantes en distintas fases del ciclo estral sin practicar la palpación rectal (Ruiz, 2004).

Nuevos estudios continúan refinando diversos métodos para la implementación de programas de servicio sistemático de la vaca en producción, alterando el tiempo de la IA con respecto a la ovulación y examinando varios intervalos de tiempo relacionados con las inyecciones del protocolo original (Fricke, 2004). Recientemente, se han utilizado programas como Ovsynch, Cosynch, Presynch y Heatsynch con buenos resultados (Ruiz, 2004). La incorporación sistémica de protocolos de sincronización de la ovulación en los programas reproductivos minimiza la necesidad de la labor de la detección de celo y ayuda a elevar el rendimiento del ganado lechero (Pankowski *et al.*, 1995).

La primera inseminación postparto representa una oportunidad única para el manejo reproductivo de la vaca, por que en ese momento todas las vacas del hato tienen un estado de preñez conocido (vacías), lo cual permite el uso del sistema de sincronización el cual involucra el uso de PGF₂α sin riesgo de inducir un aborto (Fricke, 2004).

2.2.1 Ovsynch.

Este programa de sincronización de la ovulación consiste en la inseminación artificial a tiempo fijo (TIA), evita la necesidad de la detección del estro (Fricke, 2004) y los resultados con Ovsynch indican que todas las vacas vacías podrían ingresar al protocolo sin importar su fase del ciclo estral (Pursley *et al.*, 1995). Este protocolo consiste en la inyección de GnRH el día 0, que se encargará de reclutar un folículo ovulatorio; el día 7 de PGF2 α para la regresión del CL y así permitir la maduración del folículo ovulatorio; 48 horas después la segunda inyección de GnRH la cual inducirá la ovulación y de 16 a 20 horas se realizará la IA (Pursley *et al.*, 1997).

Fricke (2004) menciona que la ovulación de un folículo en respuesta a la segunda inyección de GnRH ocurre en un 85% de las vacas productoras que reciben este protocolo. La ovulación ocurre entre 24 a 32 horas en vacas sincronizadas, seguida de una nueva oleada folicular (Pursley *et al.*, 1995).

Algunas veces este sistema es conocido como el sistema Ovsynch de “la puerta trasera”, por que se usa como repasador para las vacas que no fueron detectadas en estro. Es común encontrar menores tasas de concepción en Ovsynch que en IA a estro detectado en hatos que utilizan este protocolo de esta forma (Fricke, 2004).

Algunas variantes se han adaptado en este protocolo, como es el uso de la bST que puede incrementar los porcentajes de gestación debido a los efectos antes de la inseminación, en desarrollo folicular y del CL, que ocurre durante el protocolo de TIA y debido también, a los efectos después de la inseminación. Si la bST incrementa los porcentajes de gestación debido a estos efectos antes de la inseminación, indica por anticipado que los porcentajes de gestación podrían ser mayores en la aplicación de bST el día 0 del inicio del Ovsynch comparado con la aplicación el día de la IA (Moreira *et al.*, 2000b). Así como la incorporación

del acetato de melengestrol (progestágeno) para suprimir el estro entre las inyecciones de GnRH y PGF2 α y eliminar la prematura expresión de estro y reforzar la fertilidad de la TIA (Hiers *et al.*, 2003)

2.2.2 Cosynch.

Los protocolos de manejo reproductivo para la TAI, minimizan o eliminan la detección visual del estro, tienen que ser fáciles de implementar dentro del trabajo diario de la granja o el protocolo fracasará por falta de cumplimiento. Es común que las granjas elijan un calendario para la TAI que les dé flexibilidad de inseminar la vaca en determinado tiempo, por dichas razones se le hizo una modificación al protocolo original de Ovsynch, que consiste en realizar la IA al momento que recibe la segunda inyección de GnRH, a dicha modificación se le conoce como Cosynch. Los porcentajes de gestación no tienen diferencia significativa entre el Cosynch y el Ovsynch ($P=0.80$), lo que indica que el tiempo de IA no minimiza la tasa de concepción para la TIA (pursley *et al.*, 1998; Dalton *et al.*, 2001; Geary *et al.*, 2001; Lemaster *et al.*, 2001), así permite que las vacas sean manejadas a la misma hora del día de la IA (fricke, 2004).

2.2.3 Presynch.

Vasconcelos *et al.* (1999) comentan que la iniciación del Ovsynch entre los días 5 y 9 del ciclo estral en vacas lecheras resultó en mayor tasa de sincronización y preñez por IA, comparado con otras etapas del ciclo. De esta forma puede aumentar la probabilidad de ovular el folículo dominante de la primera oleada, mejorando así la sincronización de la emergencia de una nueva oleada y la ovulación sincronizada después de la segunda inyección de GnRH (Frincke, 2004).

La presincronización hormonal de un grupo de vacas en la fase aleatoria del ciclo estral para iniciar el Ovsynch entre los días 5 y 12 del ciclo, puede lograrse usando dos inyecciones de PGF2 α con un intervalo de 14 días antes de la primera inyección de GnRH. La presincronización con las dos inyecciones de PGF2 α , que se administran a los 14 días de intervalo y 12 días antes del inicio del Ovsynch, ha demostrado mejorar la tasa de concepción en vacas lecheras comparado con el Ovsynch (Moreira *et al.*, 2000a).

Fricke *et al.* (2003) tomó como base los datos originales de Moreira *et al.* (2000a), para modificar el sistema de Presynch ya establecido, donde aumentó el intervalo de 12 días entre la segunda aplicación de PGF2 α del protocolo de Presynch y la primera aplicación de GnRH del Ovsynch se extendiera a los 14 días, así las dos primeras aplicaciones de PGF2 α de Presynch y las dos primeras inyecciones de del Ovsynch, podrían ser programadas para el mismo día de cada semana, siendo esto la única ventaja, esto fue confirmado por Navanukraw *et al.* (2004) quienes afirman que no se produce cambios en la dinámica folicular, la tasa de ovulación y la tasa de concepción. Esto es importante para la implementación en las granjas que asignan grupos de vacas a iniciar el protocolo semanalmente de modo que el día de programar inyecciones no se presenten confusiones entre grupos.

La presincronización ha demostrado tener menor porcentaje de metritis, piómetra, ovarios quísticos, un alto porcentaje de actividad luteal, así como mayor detección de estros, alto índice de ovulaciones y gestaciones (Lopes-Gatius *et al.*, 2003). Así, la presincronización en vacas puede tener incremento en los porcentajes de gestación al primer servicio en los protocolos de TIA, a través de tres mecanismos: 1) reforzando el estado de salud del tracto reproductivo, 2) al incrementar el número de ciclos estrales antes de la IA, 3) por el número de vacas que iniciaron el protocolo de TIA en un estado más favorable del ciclo estral (Moreira *et al.*, 2001).

2.2.4 Heatsynch.

Lopes *et al.* (2000) indican que ECP puede reemplazar la segunda inyección de GnRH, en TAI con éxito para inducir al estro, la oleada de LH pre-ovulatoria, la ovulación y la formación normal del cuerpo lúteo, cuando se administra 24 horas después de la PGF2 α , cuando las concentraciones de P4 a nivel sanguíneo son bajas, como sucede al finalizar el diestro o en proestro. Se ha determinado que las vaquillas lecheras y las vacas no lactantes ovulan 60 a 62 horas después de la inyección de ECP, respectivamente, la IA se realiza 48 horas después de la inyección de ECP, debido a que el intervalo de tiempo para el pico de LH y la ovulación es más prolongado con la aplicación de ECP que con GnRH, pero sin haber una diferencia significativa (Stevenson *et al.*, 2004), con porcentajes de gestación similares en múltiparas y primíparas (Cerri *et al.*, 2004).

Pancarci *et al.* (2002), compararon el Ovsynch con el Heatsynch, observaron que los porcentajes de gestación no tuvieron diferencia entre tratamientos. Así, la sincronización de ovulación y la subsecuente fertilidad indican que el cipionato de estradiol puede ser usado con éxito para inducir la ovulación para la TAI. Claramente, bajas dosis de ECP (1 mg) no tienen efecto perjudicial en la fertilidad cuando es parte de un programa de TAI, así el uso Heatsynch puede ofrecer a los productores lecheros una alternativa efectiva a un bajo costo económico.

2.2.5 Intensidad del estro según esquemas de tratamiento.

Desde el punto de vista técnico, los inseminadores consideran importante si el animal ha presentado algún signo de celo a pesar de haber entrado a un programa de sincronización de ovulación, para poder determinar si es conveniente inseminarlo y en que momento. Debido a que la penetración cervical

y la colocación del semen con la inserción del catéter puede ser mas difícil cuando unas vacas no han estado expuestas a una concentración normal de estrógenos secretados por el folículo preovulatorio (Stevenson *et al.*, 2004).

La frecuencia de detección de estros es mayor con la aplicación de ECP comparado con la aplicación de GnRH. El estro ocurrió a 29.0 ± 1.8 horas después de la ECP. Esto indica que algunas vacas detectadas en celo a las 24 horas después de la inyección de ECP sean inseminadas y a las 48 horas las vacas restantes, debido que el 75% de las ovulaciones ocurren entre las ≥ 48 a 72 horas después de la ECP (Pancarci *et al.*, 2002). Esto fue confirmado por Stevenson *et al.* (2004) quienes afirman que la incidencia de estro fue menor en protocolo original de Ovsynch con 54%, comparado con un 87% del protocolo de Heatsynch, pero mayor número de vacas tratadas con Ovsynch se les detectó un pico de LH preovulatorio (95% vs 65%) y ovularon (100% vs 86%).

La sustitución de estrógenos por la segunda inyección de GnRH, es una lógica opción por numerosas razones, incluyendo el costo, la inducción de características normales de estro, tales como la secreción de moco, tono uterino y conducta sexual. Esta progresión de eventos más lógica simula un estro natural cuando el estrógeno se da en un tiempo apropiado después de la regresión del cuerpo lúteo inducida por la PGF 2α (Bridges *et al.*, 2000; Stevenson *et al.*, 2004; Cerri *et al.*, 2004).

Los comentarios de los inseminadores con respecto al programa Heatsynch, fueron que las vacas tuvieron mayor tono uterino, facilidad a la inseminación y ocurrencia de estro (Pancarci *et al.*, 2002).

Kirby *et al.* (1997) plantean que el efecto del tratamiento con bST, disminuye la expresión de estro en comparación con el grupo control, como consecuencia hay un aumento de ovulaciones no detectadas. Esto hace suponer

que la bST altera los centros de comportamiento dentro del cerebro que controlan la expresión del estro (Lefebvre y Brock, 1992).

2.3 Influencia de los niveles de p4 sobre la fertilidad al inicio de los programas de sincronización de la ovulación.

Moreira *et al.* (2001) sugieren que el estado óptimo del ciclo estral en que el protocolo de TAI podría iniciar, corresponde a la fase lútea temprana en los días 5 al 12 del ciclo estral, concordando con lo planteado por Cerri *et al.* (2004) quienes obtuvieron mayor tasa de gestación cuando inició el protocolo de Heatsynch, con niveles altos de P4, así la etapa del ciclo estral cuando se administra la primera inyección de GnRH puede proporcionar un ambiente de P4 más favorable para el desarrollo del folículo ovulatorio, teniendo mayores tasas de concepción que las que iniciaron el Ovsynch durante el metaestro, diestro tardío o proestro (Fricke, 2004).

En datos recientes se indica que el estado del ciclo estral en que inicia el protocolo de TAI afecta los subsecuentes porcentajes de gestación. Debido a que el inicio en la fase lútea tardía entre los días 13 al 17 del ciclo estral, pueda llevar a la prematura regresión del CL, y las vacas son observadas en estro antes de la segunda inyección de GnRH del protocolo de TAI. De la misma forma si se inicia el protocolo de TAI durante la fase de metaestro en los días 1 al 4 del ciclo estral puede llevar al fracaso de la sincronización de una nueva oleada folicular por el momento de la primera inyección de GnRH, tal fracaso puede afectar el folículo ovárico, resultando en un CL que produce bajas concentraciones de P4, seguida de una ovulación inducida por la segunda inyección de GnRH del protocolo de TAI (Moreira *et al.*, 2000c) y puede comprometer los subsecuentes porcentajes de gestación (Moreira *et al.*, 2000b). La iniciación del protocolo durante la fase de proestro del día 18 al 21 del ciclo estral, puede resultar en la incompleta regresión del CL después de la aplicación de PGF2 α (Moreira *et al.*, 2000c), debido a que

las vacas con CL en regresión antes de la inyección de PGF2 α del protocolo de TAI tuvieron menor fertilidad, debido a la asincronía de la ovulación y la inseminación (Pancarci *et al.*, 2002).

2.4 Resincronización después del servicio para vacas no gestantes.

El problema al que más se enfrenta el ganado lechero son los días abiertos, debido a esto se han implementado diversos métodos para la sincronización de la segunda inseminación, con el objetivo de reducir los días abiertos. La sincronización de la segunda inseminación, se logra cuando la primera inseminación fue sincronizada, esto por que con la primera TAI se agrupa vacas en la misma fase del ciclo estral (Lucy, 2005). Por consiguiente las vacas vacías retornan a estro aproximadamente en el mismo tiempo, el retorno a estro es variable, sin embargo, la mayoría de las vacas que retornan a estro, lo hacen en los días 20 a 24 después de la primera inseminación (Chenault *et al.*, 2003; Zarco, 2005).

Cavalieri *et al.*, 2003, (citado por Lucy, 2005) comenta que las vacas que no retornan a estro han sido denominadas como vacas fantasmas; debido a aparentar estar gestantes, pero en realidad no lo están, la presencia de éstas, crea un desafío reproductivo. Bajo un manejo reproductivo tradicional, dichas vacas no son descubiertas hasta el diagnóstico de gestación. Dentro de las causas de éste trastorno se incluyen: el estro sin ovulación seguida del tratamiento inicial, el estro y ovulación seguida al tratamiento inicial pero con retorno a anestro, la ovulación entre los días 14 a 28, pero con fracaso para expresar el estro antes de la ovulación, los intervalos anormales entre estros y la pérdida temprana de gestación (Lucy, 2005).

Al realizar la sincronización de la ovulación para mejorar los porcentajes de inseminación a primer servicio, se reduce el impacto de la pobre eficiencia en la

detección de celos, después de realizar la inseminación, algunos animales que fallan en la concepción tardan un largo periodo que puede exceder los sesenta días respecto a la previa IA para que puedan ser nuevamente reinseminadas (Fricke *et al.*, 2003), para esto es necesaria la incorporación de métodos efectivos de diagnóstico para identificar a las hembras vacías y reiniciar rápidamente con los servicios, y así mejorar la eficiencia reproductiva, los porcentajes de gestación y disminuir los intervalos entre servicios (Fricke, 2002).

El uso de la P4 para la sincronización tuvo origen en Nueva Zelanda y Australia, donde se utilizó el CIRDS (Controlled-Internal Drug-Releasing), que es un dispositivo que contiene P4, que fue usado en los primeros protocolos de sincronización para la inseminación y resincronización. En la práctica, el dispositivo CIRDS es insertado por un periodo de seis a ocho días, empezando en los días 14 ó 16 después de previa inseminación con la aplicación de cipionato de estradiol (0.5 a 1.0 mg), para ayudar a sincronizar la oleada folicular. El benzoato de estradiol (0.5 a 1.0 mg), puede aplicarse a la remoción del dispositivo, para incrementar el comportamiento del estro, ya que una de las limitaciones de la sincronización con P4 es el requerimiento de la detección de estro seguido al tratamiento, también mejora la respuesta ovulatoria, una alternativa es la administración de GnRH en sustitución de esta hormona para sincronizar la oleada folicular (McDougall y Leoffler, 2004).

Chebel *et al.* (2003) comentan que la aplicación de la primera inyección de GnRH del programa de Ovsynch, a una hembra previamente inseminada, no causa daño a la gestación en curso. La primera inyección del protocolo de Ovsynch puede ser dada a todas las vacas aproximadamente una semana antes del diagnóstico de gestación. Las vacas que son subsecuentemente diagnosticadas como vacías, pueden ser inyectadas con PGF2 α y 48 horas después, inyectar con GnRH antes de inseminar a tiempo fijo. Si el diagnóstico de gestación por ultrasonido ocurre el día 28, entonces la reinseminación de las

vacas vacías por TIA será en el día 30 a 31 y concluye que se obtienen altos porcentajes de gestación.

La mayoría de las vacas vacías retornan a estro entre los días 20 a 24 después de la primera inseminación. Si el diagnóstico de gestación por ultrasonido se realiza aproximadamente el día 29, las vacas que no están gestantes, se encuentran entre los días 5 y 9 del subsecuente ciclo estral. Esta fase temprana del ciclo estral representa un periodo donde el CL es sensible a la PGF2 α y el folículo dominante está presente en el ovario. Así, un simple sistema de dos inyecciones que consiste en la aplicación de PGF2 α para la regresión del CL y la GnRH administrada cuarenta y ocho horas más tarde estimula la ovulación, logrando una rápida resincronización, fijando el tiempo de la IA (Lucy, 2005).

Fricke *et al.* (2003) mencionan que sí es posible realizar con exactitud el diagnóstico de gestación a los 33 días, a este tiempo puede implementarse un sistema de resincronización, con la aplicación de la primera inyección del protocolo de Ovsynch o que si en el manejo reproductivo de la granja, está incorporado el diagnóstico por ultrasonido, se puede iniciar dicho protocolo a los 26 días después de la IA previa, donde obtuvo mayores resultados que cuando inició el día diecinueve postservicio.

En otro trabajo realizado por Lucy *et al.* (1992) señalan que si el ciclo estral tiene una duración promedio de veintiún días, a los días veintisiete a veintinueve después de previa IA corresponde al día seis u ocho del ciclo estral, si la vaca es diagnosticada como vacía. Este intervalo coincide con el periodo donde el primer folículo dominante alcanza su máximo diámetro. Como alternativa para reducir el intervalo entre servicios Stevenson *et al.* (2003), afirman que el tratamiento de las hembras vacías con PGF2 α entre los días 27 a 29 postservicio, facilitaron la inseminación después de la detección de estro o incluyendo la aplicación de

GnRH a las 48 horas después de la PGF2 α , inducirán la luteolisis asegurando la ovulación para posterior TAI.

2.5 Mortalidad embrionaria en los programas de sincronización de ovulación para TAI.

El óvulo casi siempre es fertilizado si se deposita semen fértil en el aparato reproductor de la hembra en el momento apropiado del ciclo estral. Sin embargo, se produce una elevada mortalidad embrionaria entre la fertilización y el momento del reconocimiento materno de la gestación, por lo que en muchos de los casos el animal que estuvo gestante retorna a estro en un periodo de tiempo equivalente a la longitud normal del ciclo estral, dando la apariencia de nunca haber estado gestante (Zarco, 2005).

Se han descrito varias etapas críticas para el desarrollo y sobrevivencia embrionaria. En cada una de ellas se han postulado posibles causas de falla, muchas de las cuales están relacionadas con alteraciones en la función lútea, como: las alteraciones en el ritmo de elevación de las concentraciones de P4 durante las etapas iniciales del ciclo estral, la deficiencia relativa de P4 durante la fase lútea, el retraso en el desarrollo embrionario, la producción insuficiente de interferon tau (INF-t) por parte del embrión y la regresión prematura del CL, son algunas causas de muerte embrionaria. En muchos de los casos existen asociaciones entre dos o más de estas alteraciones, por lo que no es posible hacer una separación estricta de las diversas patogenicias. Un papel en la mortalidad embrionaria que se produce antes del día 6 en los animales puede deberse a que durante el ciclo previo tuvieron folículos persistentes, cuando está suceso entre los días 4 al 9, se puede deber a la regresión prematura del CL, por la secreción anticipada de PGF2 α , cuando ocurre en los días 14 al 19 son debido a la falla en reconocimiento materno de la gestación, que se asocia directamente o indirectamente con la deficiencia en la producción de P4 durante la fase lútea

temprana y tardía, de esta misma forma cuando se produce entre los días 28 al 42 de la gestación, es cuando hay fallas en la implantación y placentación, se han asociado a deficiencias en la producción de P4 (Inskeep, 2004).

En un estudio previo que realizó Vasconcelos et al. 1997 (citado por Fricke, 2004) comenta que la pérdida de preñez en vacas lecheras en producción fue 11% entre los días 28 a 42, de un 6% del día 42 a 56 y el 2% corresponde a los días 56 a 98 post IA, sugiriendo que las pérdidas son mayores en fases tempranas, y que luego decrecen a medida que la gestación avanza.

Pursley et al. (1998) mencionan que las IA realizadas a las 0, 8, 16 y 24 horas posteriores a la segunda inyección de GnRH del Ovsynch, obtienen porcentajes similares de preñez, comparados cuando se realiza la IA a las 32 horas, sin embargo, las pérdidas de gestación son menores cuando la IA se realizó al momento de la aplicación de GnRH, este mismo autor comenta que hay mayores porcentajes en la falla de concepción cuando la IA se realiza 32 horas después de la inyección de GnRH, sugiriendo que la edad del oocito a la fertilización puede afectar los porcentajes de gestación y pérdidas de está.

En un estudio realizado, las pérdidas de gestación en los días 30 a 58 post servicio fueron de 11.5%, sin tener diferencia significativa entre el protocolo Heatsynch y el grupo control, a pesar del efecto positivo en el porcentaje de gestación del Heatsynch, las hembras que exhibieron signos de estro presentaron similar pérdida de gestación que aquellas que no presentaron estro al momento de la IA (Cerri et al., 2004).

Los porcentajes de pérdida de preñez entre los días 27 al 45 son mayores cuando la regresión del CL es incompleta, después de 48 horas de la aplicación de la PGF2 α , comparado con las vacas que tuvieron regresión completa. Además la pérdida de preñez entre el día 20 a 27 después del primer servicio fue mayor

para las vacas que recibieron resincronización a los 20 días posteriores a la primera IA, con la combinación de Ovsynch con bST (Moreira *et al.*, 2000b).

Galvão *et al.* (2004) mencionan que las hembras detectadas al finalizar el protocolo de presincronización tuvieron mejor porcentaje de gestación y menor pérdida embrionaria, debido al mayor porcentaje de ovulación, este mismo autor comenta que las hembras anovulatorias sujetas a la presincronización para la TAI tuvieron similares porcentajes de ovulación en comparación con las vacas cíclicas, pero con menor porcentaje de detección de estro y gestación, así como una mayor pérdida embrionaria.

Fricke *et al.* (2003) comentaron que la administración de GnRH el día 19 de la previa IA en hembras gestantes, no produce pérdida iatrogénica, ya que la administración de GnRH el día 26 de la primera IA en hembras diagnosticadas vacías por ultrasonido, obtuvo porcentajes similares en ambos grupos en cuanto a gestación y pérdida de gestación.

III MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Descripción del área de estudio.

La presente investigación se llevó a cabo en el establo Ampuero localizado en el km 6.5 de la carretera Torreón-Mieleras del municipio de Torreón, Coahuila, situado en la latitud 26° norte, longitud 103° oeste y a una altitud de 1,140 m sobre el nivel del mar (Schmidt, 1989), la temperatura promedio es de 23.4°C y la precipitación pluvial promedio anual es de 230 mm³ (C.N.A., 2006). El establo cuenta con 1855 animales en producción, en sistema intensivo, teniendo un promedio de producción diaria de 30.02 litros por vaca, llevándose a cabo 3 ordeñas diarias iniciando la primera a la 08:00 hrs., la segunda a las 16:00 hrs. y la tercera a las 24:00 hrs.

3.2 Descripción de los animales.

Se utilizaron 79 vacas Holstein, con peso corporal entre 500 y 600 kg, con producción láctea similar, buen estado de salud general y con un número similar de servicios. Las vacas fueron alimentadas a libre acceso con una dieta con una proporción de forraje / concentrado de 48.5 /51.5, respectivamente, el alimento fue ofrecido por la mañana, tarde y noche coincidiendo con el horario de las ordeñas.

3.3 Diseño del experimento.

Para comenzar el estudio se llevó a cabo previamente un diagnóstico de gestación (43 ± 3 días post-servicio) conforme al manejo reproductivo del establo, en el cual para el inicio de ambos tratamientos, se integraron al estudio las

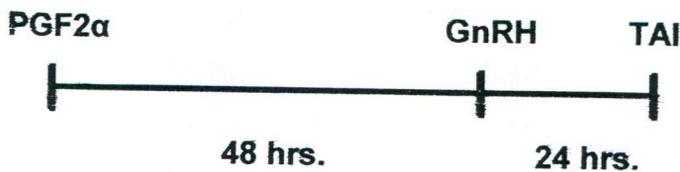
hembras diagnosticadas vacías y con la presencia de un cuerpo lúteo funcional por palpación rectal. Todos los animales del experimento fueron inyectadas vía intramuscular (IM) con 530 µg de Prostaglandinas F2α (Celosil, Schering-Ploung, Friesoythe, Alemania), posteriormente fueron distribuidos aleatoriamente en dos protocolos de sincronización de la ovulación e inseminación a tiempo fijo.

Figura 1.- Protocolo de sincronización de la ovulación a tiempo fijo para la rápida inseminación, con la aplicación de ECP.



Grupo A (n 39)= PGF2α (IM), 24 hrs. Posteriormente se aplicó 1mg de ECP (ECP, Pharmacia & Upjohn, Kalamazoo, MI, EUA), (IM) y se inseminaron a las 48 hrs independientemente de los signos de celo.

Figura 2.- Protocolo de sincronización de la ovulación a tiempo fijo para la rápida inseminación, con la aplicación de GnRH.



Grupo B (n 40)= PGF2α (IM), 48 hrs. posteriores se aplicó 100 µg de GnRH (Fertagyl, Intervet, Milan, Italia), (IM) y se inseminaron a las 24 hrs independientemente de los signos de celo.

Para la aplicación de los tratamientos se utilizaron jeringas de tres a cinco ml y agujas desechables

La intensidad del estro se valoró bajo los criterios de; Intenso; cuando presentó señales de haber sido montada por otra hembra, tono uterino y moco cervical. Bajo; cuando no se encuentran presentes 1 o más de los signos ya mencionados.

Todas las hembras de los dos grupos, fueron inseminadas con semen de toro de fertilidad probada por técnicos inseminadores de basta experiencia. El celo fue identificado por medio de actividad electrónica, crayones en la base de la cola, observación y palpación rectal, para verificar la calidad del estro en que se encontraba el animal. Las vacas que no presentaron un celo después de la inseminación, se diagnosticaron por palpación rectal, a los 43 ± 3 días post-servicio para la identificar el estado de gestación.

3.4 Obtención de muestras de sangre para la determinación de progesterona.

Las muestras de sangre se recolectaron de la vena coccigea al momento del diagnóstico del cuerpo lúteo, se utilizaron agujas Vacutainer desechables en tubos de 7.0 ml con 40.0 μg de heparina como anticoagulante. Los tubos con las muestras obtenidas se centrifugaron a 2,500 rpm para la separación del plasma que se congeló en tubos Eppendorff a -20°C hasta el día de la determinación hormonal. Las muestras de plasma fueron procesadas en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de México, para la determinación de progesterona y se realizó el método de radioinmunoanálisis (RIA) de fase sólida para cuantificar los niveles de esta hormona, mediante un componente de un equipo comercial (COAT-A-COUNT, progesterone).

3.5 Variables evaluadas.

En el experimento se valoraron para ambos grupos las siguientes variables:

- Tasa de preñez (número de vacas diagnosticadas preñadas sobre el número de vacas inseminadas).
- Intensidad del estro y su relación con la fertilidad conforme a la actividad electrónica, observación visual, crayoneo en la base de la cola y palpación rectal.
- Precisión del diagnóstico del CL, según los niveles de P4 y su relación con la fertilidad.

Los datos obtenidos fueron analizados con el programa SYSTAT (versión 10) utilizando para ello, una comparación de proporciones mediante la prueba de Chi- cuadrada (χ^2).

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Tasa de preñez.

En relación a la tasa de preñez con ambos tratamientos no se encontró diferencia significativa (Cuadro 1), a pesar de que numéricamente llegaron más vacas al diagnóstico del grupo de GnRH.

Cuadro 1.- Tasa de preñez (%) de vacas sincronizadas e inseminadas en ambos protocolos.

Grupo	Dx	Gestantes
ECP	53.8 (21/39)	23.0a (9/39)
GnRH	60.0 (24/40)	22.5a (9/40)
		NS

NS: no hay diferencia significativa; Dx: Diagnóstico.

Los resultados obtenidos concuerdan con los obtenidos por Lucy (2005), donde menciona que los porcentajes en la tasa de preñez fueron similares para el sistema de dos inyecciones (PGF2 α + GnRH) y protocolo original de Ovsynch (23.9% y 24.6% respectivamente).

En un estudio realizado por Stevenson *et al.* (2003) donde compararon un grupo tratado sólo con la inyección de PGF2 α , el día 27 ó 29 obteniendo un 22% de tasa de preñez contra un grupo (PGF2 α +GnRH) iniciando en el mismo intervalo de tiempo, con 23% de tasa de preñez, coincidiendo con las tasas de preñes similares a las encontradas en este estudio.

Sin embargo Fricke *et al.* (2003) obtuvieron un 38% de tasa de preñez cuando el protocolo de Ovsynch cuando se inicio el día 33 después de previa la IA, lo que hace diferir con las tasas de preñez de estudio, donde no se aplico la

primera inyección de GnRH del protocolo original, coincidiendo con este autor el mismo intervalo de tiempo para realizar la IA, lo que puede indicar que la aplicación de esta hormona puede tener efecto en la fertilidad.

4.2 Intensidad de estro y su relación con la fertilidad.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas más altas en cuanto a la intensidad del estro para las hembras tratadas con ECP que para las hembras del grupo GnRH ($P = 0.001$) como se ve en el cuadro 2.

Cuadro 2.- Porcentaje de vacas que presentaron mayor intensidad estro entre ambos protocolos de sincronización corta.

Grupo	Intenso
ECP	71.7a (28/39)
GnRH	30.0b (12/40)

Literales distintas difieren estadísticamente ($P = 0.001$).

Pancarci *et al.* (2002) afirman que hay mayor incidencia de expresión de estro con la incorporación de ECP en los programas de inseminación a tiempo fijo, estos autores reportaron que después de la aplicación ECP hay un 75.7% y 86.5 % de los animales presentaron estro, lo cual coincide con el reporte de por Stevenson *et al.* (2004) donde encontró que la incidencia de estro después de la aplicación de GnRH fue de 54% comparado con el 87% del protocolo con ECP.

En este estudio a pesar de la mayor incidencia de estro en el grupo ECP, no hubo diferencia significativa en la tasa de preñez en relación con la intensidad del estro en ambos grupos (cuadro 3), lo que significa que más vacas presentaron estro con el grupo de ECP, pero la cantidad de ovulaciones es menor, debido a que aplicación de GnRH es más efectiva en la liberación del pico

preovulatorio de LH, pero sin haber una diferencia significativa Stevenson *et al.*, 2004),

Cuadro 3.- Tasa de preñez (%) en relación con la intensidad de estro de las vacas sincronizadas e inseminadas en ambos protocolos.

Grupo	gestantes		
	Intenso	Bajo	
ECP	25.0a (7/28)	18.1a (2/11)	NS
GnRH	33.3a (4/12)	17.8a (5/28)	NS
	NS	NS	

NS: literales iguales entre columnas y filas no hay diferencia estadísticamente.

En el presente experimento se determino variación en la manifestación de signos del estro entre los esquemas de tratamiento utilizados, en los que se observaron mayor intensidad con la aplicación de ECP después de la aplicación de PGF2 α , que en relación a los tratados con GnRH, como lo mencionaron Stevenson y Tiffany, (2004), quienes compararon los esquemas de Ovsynch contra Heatsynch, concluyendo que este último manifestó una mayor cantidad de estros, sin tener una variante significativa en el porcentaje de gestación.

Considerando que los resultados de este estudio, indican que hay altos porcentajes de vacas que presentaron signos de estro, podria decirse que simulan un estro natural, pero los porcentajes de preñez son similares entre protocolos, coincidiendo con estudios previos en los que las tasas de concepción de Ovsynch en vacas en confinamiento fueron similares a las tasas de concepción de las vacas servidas a estro detectado (Pursley *et al.*, 2002; Stevenson *et al.*, 1996). Sin embargo, varios estudios posteriores han reportado que Ovsynch resulta en menores tasas de concepción comparado con IA a estro detectado (Jobst *et al.*, 2000) lo que indica que la alta incidencia de signos de estro se debe a la aplicación de ECP.

Los resultados obtenidos concuerdan con los obtenidos por Stevenson y Tiffany (2004) en los que la incidencia de hembras inseminadas después de ser detectadas en celo fue mayor para el protocolo Heatsynch (24%) que para el Ovsynch (6%), sin embargo, mayor número de hembras fue TAI con Ovsynch que para Heatsynch (82% vs. 62%), concluyendo que los porcentajes de gestación también tendieron a ser mayores para las hembras IA después de estro detectado (37%) en comparación con las de TAI (29%), pero en general ambos protocolos no tuvieron diferencia significativa en el porcentaje de gestación (Stevenson *et al.*, 2005).

No hubo una relación con una mayor o menor intensidad de estro y la tasa de preñez, sin considerar el grupo al que pertenecían las hembras, ya que no se encontró diferencia significativa (Cuadro 4), sin embargo, si hubo una tendencia de mayor número de hembras gestantes que presentaron un estro intenso sobre aquellas que no lo presentaron.

Cuadro 4.- Tasa de preñez (%) en relación con la intensidad de estro de las vacas sincronizadas e inseminadas sin considerar a qué grupo pertenecen.

Estro	gestantes
Intenso	27.5a (11/40)
Bajo	17.94a (7/39)
	NS

Literales iguales entre si no difieren estadísticamente.

Pursley *et al.* (1995) realizaron el protocolo de Ovsynch, con el fin de eliminar la necesidad de detectar estro e inseminar a tiempo fijo, con los resultados del presente estudio confirmamos que la IA se puede hacer sin considerar si el animal presenta signos de estro o no, sin embargo, a los técnicos inseminadores les da más confianza inseminar a una hembra con signos.

4.3 Niveles de progesterona y su relación con la fertilidad.

Los niveles de P4 al momento del diagnóstico del CL, entre ambos grupos no difieren estadísticamente en relación con los niveles de las vacas inseminadas, considerando que los animales fueron respectivamente designados al azar a un grupo.

Cuadro 5.- niveles de P4 al diagnóstico del CL en el inicio de ambos protocolos en las vacas inseminadas.

Grupo	≥1ng/ml	n<1ng/ml
ECP	76.9a (30/39)	23.0a (9/39)
GnRH	62.5a (25/40)	37.5a (15/40)

Literales iguales entre si en columnas y filas no difieren estadísticamente.

La relación entre los niveles de P4 al inicio de ambos tratamientos y los porcentajes de preñez no tuvo diferencia significativa, considerando que en el estudio no se está tomando el día del ciclo estral en que se encuentran los animales (cuadro 6).

Cuadro 6.- Tasa de preñez (%) en relación con los niveles de P4 al inicio del protocolo de las vacas inseminadas.

Grupo	gestantes		
	≥1ng/ml	<1ng/ml	
ECP	20.0a (6/30)	33.3a (3/9)	NS
GnRH	24.0a (6/25)	20.0a (3/15)	NS
	NS	NS	

Literales iguales entre si en columnas y filas no difieren estadísticamente.

En un estudio realizado por Peters y Pursley (2002), indican que los niveles de P4 ≥ 1 ng/ml en el día 7 del protocolo que cuando se administra la PGF2 α , fue similar para el grupo Ovsynch y Presynch (82.9% y 95.3% respectivamente), de igual forma no obtuvieron diferencia significativa entre grupos en las tasas de gestación de 38.3% para Ovsynch y 41.5% para Presynch.

Los resultados obtenidos contrastan con el reporte de Moreira *et al.* (2000b), quienes encontraron mayores tasa de preñez cuando los niveles de P4 resultaron ser altos al inicio y al séptimo día del Ovsynch (38.4%), sin embargo, en el presente estudio no se administró la primera GnRH del protocolo original, ya que se administró la PGF2 α en la detección del CL y así dicha hormona se encargaría de la regresión de éste, como lo señala Hafez (2003).

Los porcentajes de gestación, fueron similares en las hembras con niveles altos y bajos de P4, sin considerar la hormona que fue aplicada posteriormente, donde se puede considerar que las vacas respondieron aceptablemente al tratamiento con PGF2 α o el CL estaba en fase de regresión, como indican Acosta *et al.* (2002).

Cuadro 7.- Tasa de preñez (%) en relación con los niveles de P4 al inicio del protocolo de las hembras sincronizadas e inseminadas, sin considerar el protocolo utilizado.

Nivel	gestantes
≥ 1 ng/ml	21.8a (12/55)
<1ng/ml	25.0a (6/24)
	NS

Literales iguales entre sin no difieren estadísticamente.

El diagnóstico del CL del total de las vacas que entraron al experimento, sin considerar a que grupo serían designadas, fue confirmado por lo niveles plasmáticos de P4, donde las vacas que tuvieron concentraciones de $\geq 1\text{ng/ml}$ fueron significativamente mayores comparadas con las vacas que tuvieron $< 1\text{ng/ml}$, como se ilustra en la figura 3.

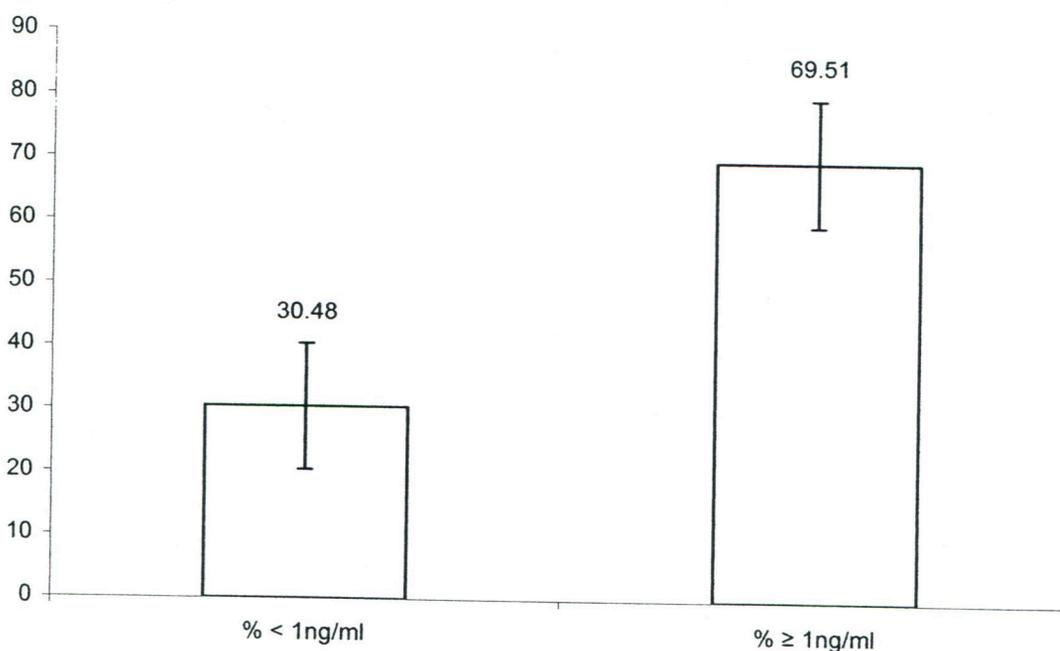


Figura 3.- Porcentaje del total de las vacas que entraron al experimento que se diagnosticaron con CL por palpación rectal y se confirmaron mediante niveles de P4 en ng/ml.

Varios días después de la ovulación las concentraciones circulantes de P4 alcanzan niveles de 1 ng/ml, que generalmente se aceptan como evidencia de la existencia de un CL activo, sin embargo, las concentraciones siguen elevándose, alrededor de una semana después de la ovulación, las concentraciones características de una fase lutea corresponden de 6 a 10 ng/ml, manteniéndose eso niveles hasta el reconocimiento materno de la gestación (Zarco, 2005), en este estudio se considero que el 100% de las vacas tenían presente un CL, sin embargo, sólo un 69.51% de ellas tenían niveles de P4 por encima de 1ng/ml.

VI CONCLUSIONES.

La sincronización de la ovulación "corta" con el diagnóstico previo de cuerpo lúteo puede ser una alternativa para disminuir los días en que la vaca vacía se mantiene sin ser servida, por otro lado disminuyen los costos de los esquemas de tratamiento tradicionales, más aún cuando en ellos se incluye el Cipionato de Estradiol, el que produce una mayor intensidad de los celos y una fertilidad similar a la de los esquemas que incluyen los agonistas de GnRH antes del servicio de inseminación artificial.

VI LITERATURA CITADA.

- Acosta T. J., N. Yoshizawa, M. Ohtani, A. Miyamoto. 2002. Local changes in blood flow within the early and midcycle corpus luteum after prostaglandin F2a injection in the cow. *Biol. Reprod.* 66: 651–658.
- Badinga, L., W. W. Thatcher, T. Diaz, M. Drost, D. Wolfenson. 1993. Effect of enviromental heat stress on follicular development and steroidogenesis in lactating Holstein cows. *Theriogenology.* 39:797-810.
- Bridges, P. J., R. Taft, P. E. Lewis, W. R. Wagner, E. K. Inskeep. 2000. Effect of the previously gravid uterine horn and postpartum interval on follicular diameter and conception rate in beef cows treated with estradiol benzoate and progesterone. *J. Anim. Sci.* 78:2172-2176.
- Cartmill, J. A., S. Z. El-Zarkouny, B. A. Hensley, T. G. Rosell, J. F. Smith, J. S. Stevenson. 2001. An alternative IA breending protocol for dairy cows exposed to elevated ambient temperatures before or after calving or both. *J. Dairy Sci.* 84:799-806.
- Cavestany, D., A. Meikle, H. Kindahl, E. Van Lier, F. Moerira, W. W. Thatcher, M. Forsberg. 2003. Use of medroxyprogesterone acetate (MAP) in lactating Holstein cows within an ovsynch protocol: follicular growth and hormonal patterns. *Theriogenology.* 59(8):1787-1798.
- Cerri, R. L. A., J. E. P. Santos, S. O. Juchem, K. N. Galva, R. C. Chebel. 2004. Timed artificial insemination with estradiol cypionate or insemination at estrus in high-producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:3704–3715.
- Chebel, R. C., J. E. P. Santos, R. L. A. Cerri, K. N. Galvao, S. O. Juchem, W. W. Thatcher. 2003. Effect of resynchronization with GnRH on day 21 after artificial

- insemination on pregnancy rate and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Theriogenology* 60:1389-1399.
- Chenault, J. R., J. F. Boucher, K. J. Dame, J. A. Meyer, S. L. Wood-Follis. 2003. Intravaginal progesterone insert to synchronize return to estrus of previously inseminated dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86:2039-2049.
- Ciccioli, N. H., R. P. Wettemann, L. J. Spicer, C. A. Lents, F. J. White, D. H. Keisler. 2003. Influence of body condition at calving and postpartum nutrition on endocrine function and reproductive performance of primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.* 87:3107-3120.
- C. N. A. Comisión Nacional del Agua. 2006. Datos estadísticos de la región hidrológica N°36. Torreón, Coahuila, México.
- Dalton, J. C., S. Nadir, J. H. Bame, M. Noftsinger, R. L. Nebel, R. G. Seacke. 2001. Effect of time of insemination on number of accessory sperm, fertilization rates, and embryo quality in nonlactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 84:2413-2416.
- Dechow, C. D., G. W. Rogers, J. S. Clay. 2002. Heritability and correlations among body condition score loss, body condition score, production and reproductive performance. *J. Dairy Sci.* 85:3062-3070.
- Dobson, H., R. F. Smith. 2000. What is stress, and how does it affect reproduction?. *Anim Reprod Sci.* 60-61:743-752.
- Fricke, P. M. 2002. Scanning the Future-Ultrasonography as a Reproductive Management Tool for Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 85:1918-1926.

- Fricke, P. M., D. Z. Caraviello, K. A. Weigel, M. L. Welle. 2003. Fertility of dairy cows after resynchronization of ovulation at three intervals following first timed insemination. *J. Dairy Sci.* 86:3941-3950.
- Fricke, P. M. 2004. The implementation and evolution of timed artificial insemination protocols for reproductive management of lactating dairy cows. www.wisc.edu/dysci/uwex/rep_phys/pubs/ImplementationandEvolutionofTIAprotocols.pdf
- Galvão, K. N., J. E. P. Santos, S. O. Juchem, R. L. A. Cerri, A. C. Coscioni, M. Villaseñor. 2004. Effect of addition of a progesterone intravaginal insert to a timed insemination protocol using estradiol cypionate on ovulation rate, pregnancy rate, and late embryonic loss in lactating dairy cows. *J. Anim. Sci.* 82:3508–3517
- Geary, T. W., E. R. Whittier, D. G. Downing, R. W. LeFever, M. D. Silcox, T. M. Holland, N. Niswender, G. D. Niswender. 1998. Pregnancy rates of *pospartum* beef that were synchronized using Syncro-Mate-B or the ovsynch protocol. *J. Anim. Sci.* 76: 1523-1527.
- Gwazdauskas, F. C. 1985. Effects of climate on reproduction in cattle. *J. Dairy Sci.* 68:1568–1578.
- Gwazdauskas, F. C., K. W. Kendrick, A. W. Pryor, T. L. Bailey. 2000. Impact of follicular aspiration on folliculogenesis as influenced by dietary energy and starge of lactation. *J. Dairy Sci.* 83:1625-1634.
- Hafez, E. S. E., B. Hafez. 2003. Reproducción e inseminación artificial en animales. Septima ed. Editorial McGraw-Hill. 519pp.
- Hernández-Cerón, J. 2005. Causas y tratamientos de la infertilidad en la vaca lechera. www.fmvz.unam.mx/biotecnia/BtRgZooG010.pdf

- Hiers, E. A., D. R. Barthle, M.K. V. Dahms, G. E. Portillo, G. A. Grigeds, D. O. Rae, W. W. Thatcher, J. V. Yelich. 2003. Synchronization of *Bos indicus* x *Bos taurus* cows for timed artificial insemination using gonadotropin-releasing hormone plus prostaglandin F2 α in combination with melengestrol acetate. J. Anim. Sci. 81:830-385.
- Inskeep, E. K. 2004. preovulatory, postovulatory, and postmaternal recognition effects of concentration of progesterone on embryonic survival in the cows. J. Anim. Sci. 82(E. Suppl.):E24-E39.
- Jobst S. M., R. L. Nebel, M. L. McGilliard, K. D. Pelzer. 2000. Evaluation of reproductive performance in lactating dairy cows with prostaglandin F2 α , gonadotropin-releasing hormone, and timed artificial insemination. J. Dairy Sci. 83:2366-2372.
- Jordan, E. R. 2003. Effects of heat stress on reproduction. J. Dairy. Sci. 86:(E. Suppl.):E104-E114.
- Kirby, C. J., S. J. Wilson, M. C. Lucy. 1997. Responce of dairy cows treated with bovine somatotropin to a luteolytic dese of protaglendin F2 α . J. Dairy Sci. 80:286-294.
- Lefebvre, D. M., E. Bock. 1992. effect of recombinant somatotropin on estradiol-induced estrous behavior in ovariectomized heifers. J. Dairy Sci. 75:1461-1464.
- Lemaster, J. W., J. V. Yelich, J. R. Kempfer, J. K. Fullenwinder, C. L. Barnett, M. D. Fanning, J. F. Selph. 2001. Effectiveness of GnRH plus prostaglandin F2 α for estrus synchronization in cattle of *Bos indicus* breeding. J. Anim. Sci. 79:309-316.

- Lopes, F. L., D. R. Arnold, J. Williams, S. M. Pancarci, M. J. Thatcher, M. Drost, and W. W. Thatcher. 2000. Use of estradiol cypionate for timed insemination. *J. Anim. Sci.* 78(Suppl. 1):216. (Abstr.)
- López-Gatius, F., K. Murugavel, P. Santolaria, J. Yáñez, M. López-Béjar. 2003. Effects of presynchronization during the preservice period on subsequent ovarian activity in lactating dairy cows. *Theriogenology.* 60:545-552.
- Lucy, M. C., J. S. Stevenson, E. P. Call. 1986. Controlling first service and calving interval by prostaglandin F2 alpha, gonadotropin-releasing hormone, and timed insemination. *J Dairy Sci.* 69 (8): 2186-2194.
- Lucy, M. C., J. D. Savio, L. Badinga, R. L. de la Sota, W. W. Thatcher. 1992. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *J. Anim. Sci.* 70:3615-3626.
- Lucy, M. C. 2005. Methods for resynchronizing estrus in cows that are not pregnant after first insemination. III simposio nacional de infertilidad en la vaca lechera, Aguascalientes, Aguascalientes, México (13-14 de Oct.) 35-41.
- McDougall, S., S. H. Loeffler. 2004. Resynchrony of postpartum dairy cows reviously treated for anestrus. *Theriogenology* 61:239-253.
- Montaño, E. L., Z. T. Ruiz Cortés. 2005. ¿Por qué no ovalan los primeros folículos dominantes de las vacas cebú posparto en el trópico colombiano?. *Rev Col Cienc Pec* Vol. 18:2,.
- Moreira, F., C. Orlando, C. Risco, F. Lopes, R. Mattos, W. W. Thatcher. 2000a. Pregarancy 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. A. Risco, M. F. A. Pires, J. D. Ambrose, M. Drost, W. W. Thatcher. 2000b. Use of bovine somatotropin in lactating cows receiving timed artificial insemination. *J. Dairy Sci.* 83:1237-1247.
- Moreira, F., R. L. de la Sota, T. Diaz, W. W. Thatcher. 2000c. 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. A. Risco, R. Mattos, F. Lopes, W. W. Thatcher. 2001. Effects of presynchronization rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84:1646-1659.
- Navanukraw, C., D. A. Redmer, L. P. Reynolds, J. D. Kirsch, A. T. Grazul-Bilska, P. M. Fricke. 2004. A modified presynchronization protocol improves fertility to timed artificial insemination in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:1551-1557
- Pancarci, S. M., E. R. Jordan, C. A. Risco, M. J. Schouten, F. L. Lopes, F. Moreira, W. W. Thatcher. 2002. Use of estradiol cypionate in a presynchronized timed artificial insemination program for lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 85:122-131.
- Pankowski, J. W., D. M. Galton, H. N. Erb, C. L. Guard, Y. T. Grohn. 1995. Use of prostaglandin F2 alpha as a postpartum reproductive management tool for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78 (7): 1477-1788.
- Peters, M. W., J. R. Pursley. 2002. Fertility of lactating dairy cows treated with Ovsynch after presynchronization injections of PGF2 α and GnRH. *J. Dairy Sci.* 85:2403-2406.

- Pursley, J. R., M. O. Mee, M. C. Wiltbank. 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF₂alpha and GnRH. *Theriogenology*. 44:915-923.
- Pursley, J. R., M. C. Kosorok, M. C. Wiltbank. 1997. Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. *J. Dairy. Sci.* 80:301-306.
- Pursley, J. R., R. W. Silcox, M. C. Wiltbank. 1998. Effect of timed 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.
- Rasby, R. J., R. P. Wettemann, R. D. Geisert, J. J. Wagnep and K. S. Lusby. 1991. Influence of nutrition and body condition on pituitary, ovarian, and thyroid function of nonlactating beef cows. *J. Anim. Sci.* 69:2073-2080.
- Roche, J. F., D. Mackey, M. D. Diskin. 2000. Reproductive management of postpartum cows. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61:703-712.
- Ruiz, H. A. 2004. Programa de sincronización de estros en los bovinos. Primera de tres partes: Generalidades fisiológicas. *Hoard's Dairyman en español* 1:35-37.
- Schmidt, R. H. 1989. The arid zones of México: Climatic extremes and conceptualizations of the Sonoran desert. *J. Arid. Env.* 16:241-256.
- Stevenson, J. S. , M. W. Smith, J. R. Jaeger, L. R. Corah, D. G. LeFever. 1996. Detection of estrus by visual observation and radiotelemetry in peripubertal, estrus-synchronized beef heifers. *J. Anim. Sci.* 74:729-735.
- Stevenson, J. S., J. A. Cartmill, B. A. Hensley, S. Z. El-Zarkouny. 2003. Conception rates of dairy cows following early not-pregnant diagnosis by

ultrasonography and subsequent treatment with shortened Ovsynch protocol. *Theriogenology*. 60:475-483.

Stevenson, J. S., S. M. Tiffany. 2004. Resynchronizing estrus and ovulation after not-pregnant diagnosis and various ovarian states including cysts. *J. Dairy Sci.* 87:3658–3664

Stevenson, J. S., S. M. Tiffany, M. C. Lucy. 2004. Use of estradiol cypionate as a substitute for GnRH in protocols for synchronizing ovulation in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 87:3298-3305.

Stevenson, J. S., A. P. Phatak. 2005. Inseminations at estrus induced by presynchronization before application of synchronized estrus and ovulation. *J. Dairy Sci.* 88:399–405

Vasconcelos, J.L.M., R. W. Silcox, 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.

Villa-Godoy, A., T. L. Hughes, R. S. Emery, E. P. Stanisiewsk, R. L. fogwell. 1990. Influence of energy balance and body condition on estrus and estrous cycles in holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 73:2759-2765.

Wattiaux, M. A. 1998. Reproducción y nutrición. The badcock institute for international dairy research and development. University of Wisconsin. Madison, Wisconsin, USA. 41-44.

Webb, B., P. C. Garnsworthy, J.-G. Gong, D. G. Armstrong. 2004. Control of follicular growth: local interactions and nutritional influences. *J. Anim. Sci.* 82 (E. Suppl):E63-E74.

Wilson, S. J., J. Kirby, A. T. Koenigsfeld, D. H. Keisler, M. C. Lucy. 1998. Effect of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. 2. Heifers. *J. Dairy Sci.* 81(8):2132-2138.

Wolfenson, D., W. W. Thatcher, L. Badinga, J. D. Savio, R. Meidan, B. J. Lew, R. Braw-Tal, A. Berman. 1995. Effect of heat stress on follicular development during the estrous cycle in lactating dairy cattle. *Biol. Reprod.* 52:1106-1113.

Zarco, Q. L. 2005. Relación entre la función del cuerpo lúteo y la mortalidad embrionaria en rumiantes. III simposio nacional de infertilidad en la vaca lechera, Aguascalientes, Aguascalientes, México (13-14 de Oct.) 48-54.