

---

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**



**SINCRONIZACION EN VACAS LECHERAS LACTANTES**

POR:

**DESIREE GUADALUPE JIMENEZ RODRIGUEZ**

**MONOGRAFIA**

Presentado como requisito parcial para obtener el título profesional de

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**Buenvista, saltillo, Coahuila, México**

**Noviembre del 2007**

---

---

---

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE CIENCIA ANIMAL**

**SINCRONIZACION EN VACAS LECHERAS LACTANTES**

Por:

**DESIREE GUADALUPE JIMENEZ RODRIGUEZ**

**MONOGRAFIA**

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial  
para obtener el título profesional de:

**INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

Aprobada por el Comité de Tesis

Asesor principal

\_\_\_\_\_  
Ing. José Rodolfo Peña Oranday

Asesor

\_\_\_\_\_  
M.C. Manuel Torres Hernández

Asesor

\_\_\_\_\_  
M.C. Enrique Esquivel Gutiérrez

\_\_\_\_\_  
Ing. José Rodolfo Peña Oranday  
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Noviembre del 2007

---

---

---

---

## AGRADECIMIENTOS

**Al M.C. José Rodolfo Peña Oranday** por haberme dado su apoyo incondicional, y mil gracias por su tiempo y por sus consejos.

**Al M.C. Manuel torres Hernández** por su valioso apoyo en la realización de esta monografía.

**Al M.C. Enrique Esquivel Gutiérrez** por su apoyo brindado en la revisión de este trabajo.

## DEDICATORIAS

**A mi padre Enrique Jiménez Bernabé**, por que gracias a tu ayuda y sacrificios yo he podido superarme, por el amor, comprensión, confianza y paciencia tan grande que me has tenido, gracias papa.

**A mi madre Ma. Rosario Rodríguez Guerra**, por que me has apoyado ha seguir adelante en todo momento, por tu amor y cuidados gracias mama.

A mis hermanos Rosario, Lizbeth, Karla y Luis por todo su apoyo y buenos deseos y por el amor que me han dado por estar conmigo cuando los he necesitado gracias, los quiero mucho.

A mi cuñado Ricardo Arredondo por sus buenos deseos, consejos, amor y por que eres como un hermano para mi, gracias.

A mi pequeño hijo Luis Rodrigo por iluminar mi vida, por darme tanta alegría y fuerza, te quiero mucho.

---

---

---

---

## INDICE

Índice de Cuadros.....	VII
Índice de figuras.....	VIII
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVICION DE LITERATURA.....	3
2.1 Ciclo estral.....	3
2.1.1 Estro.....	3
2.1.2 Características del celo bovino.....	5
2.1.3 Detección de celo.....	6
2.1.4 Problemas en la detección del celo.....	6
2.1.5 Duración del estro.....	7
2.2 Complementos para mejorar la detección de estros.....	8
2.2.1 Formas no automáticas de detección de estro.....	9
2.2.2 Métodos automáticos y telemétricos para detectar el momento de inseminación.....	10
2.3 Vacas postparto (ciclicidad).....	13
2.4 La clave para una reproducción exitosa.....	14
2.4.1 Periodo de espera voluntaria (VWP).....	16
2.4.2 Intervalo del (VWP) al primer servicio de IA.....	17
2.4.3 Intervalo del primer servicio de IA a la concepción.....	18

---

---

---

---

2.4.4	Gestación.....	19
2.5	Inseminación Artificial (IA).....	21
2.5.1	Manejo de la IA.....	23
2.6	Estrategias agresivas para el manejo reproductivo.....	24
2.6.1	Eliminar el (VWP) al primer servicio de IA.....	24
2.6.2	Mejore la tasa de servicio de IA y la tasa de preñez.....	25
2.6.3	Identifique a tiempo vacas no preñadas y retórnelas al servicio.....	26
2.7	Tópicos de fertilidad en vacas de alta producción.....	26
2.7.1	Relación entre el nivel de producción de leche y el Comportamiento estral de vacas lecheras lactantes.....	27
2.7.2	Influencia de otros factores en la fertilidad.....	28
2.8	Sincronización.....	31
2.8.1	Hormonas mas usadas en la sincronización.....	32
2.8.2	Objetivos de la sincronización.....	34
2.9	Primera IA: Sincronizar o no sincronizar.....	35
2.10	Protocolos de sincronización del estro.....	36
2.10.1	Selectsynch.....	37
2.10.2	Insertos de progesterona Intravaginal (CIDR).....	38
2.10.3	Target Breeding.....	40
2.10.4	Target Breeding (prostaglandinas mas CIDR dispositivo Vaginal).....	40
2.11	Protocolos de sincronización de la ovulación.....	41
2.11.1	Ovsynch.....	42

---

---

---

---

2.11.2 Presynch.....	46
2.11.3 Cosynch.....	48
2.11.4 Heatsynch.....	50
2.12 Resincronizacion.....	52
2.12.1 Resynch.....	52
2.12.2 Resynch-7.....	53
3. CONCLUSION.....	55
4. LITERATURA CITADA.....	56

---

---

---

---

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Número de aceptaciones a la monta y duración de los celos (promedio $\pm$ DE) en vacas Holstein.....	8
Cuadro 2. Intervalo entre partos predicho para un hato basado en el promedio o pobre manejo reproductivo.....	20
Cuadro 3. Revisión del uso de las hormonas.....	32
Cuadro 4. Resultados obtenidos con diversas opciones de Selectsynch.....	38
Cuadro 5. Procedimiento de aplicación de IPI (CIDR).....	39
Cuadro 6. Procedimiento de aplicación de Targeted Breeding.....	40
Cuadro 7. Procedimiento de aplicación de Targeted Breeding con CIDR.....	41
Cuadro 8. Procedimiento de la aplicación de Resynch.....	53
Cuadro 9. Procedimiento de la aplicación de Resynch-7.....	54

---

---

---

---

Cuadro de figuras

Figura 1. Conducta de expresión de celo.....	4
Figura 2. Sucesos biológicos que contribuyen a optimizar la Inseminación Artificial.....	22
Figura 3. Protocolo Ovsynch.....	46
Figura 4. Protocolo Presynch.....	48
Figura 5. Protocolo Cosynch.....	49
Figura 6. Protocolo Heatsynch.....	51



---

---

## 1. INTRODUCCION

La falla en la concepción o infertilidad es el problema reproductivo más importante en los hatos lecheros. En Estados Unidos, se ha observado una clara reducción del porcentaje de concepción en los últimos 40 años; así en 1951, se lograba gestar 65% de las vacas servidas, mientras que en 2000 se obtiene menos de 40% (Lucy, 2001). En México ha ocurrido algo similar, hace 30 años más de 50% de las vacas servidas quedaban gestantes y actualmente es menor de 40%. Ésta tendencia también se ha observado en Europa o Australia, países en los cuales el sistema de manejo no es tan intensivo como en América del Norte. La disminución de la fertilidad ha coincidido con un incremento considerable en la producción de leche, lo cual podría indicar que la alta producción de leche tiene un efecto negativo en la fertilidad.

Vacas altas productoras presentan problemas para expresar el celo, haciendo difícil su detección con exactitud por simple valoración visual, lo cual provoca que el periodo de tiempo entre intervalos de partos se prolongue mas de lo normal, ocasionando que la eficiencia reproductiva disminuya, y los costos se incrementen, repercutiendo en un menor numero de partos por año y por lo tanto menos reemplazos (Fricke, 2001).

Aunque muchos productores confían en la detección del estro para inseminar a sus vacas menos del 50% de los periodos estrales son detectados con precisión en la finca lechera promedio en EEUU (Sengler, 1994). Esta ineficiencia en la detección de los estros puede incrementar el intervalo promedio entre inseminaciones a 40-50 días limitando tanto la eficiencia reproductiva como la rentabilidad (Stevenson, 1983). El servicio a tiempo en vacas lactantes post-parto es esencial para reducir el promedio de días abiertos y el correspondiente intervalo entre partos. Un programa de servicio exitoso mejora la rentabilidad al maximizar el tiempo que las vacas están en la etapa más productiva de la

---

---

---

---

lactancia (Fricke, 2001). Los protocolos de sincronización son complementarios a un buen manejo pero no lo reemplazan por lo que debe considerarse el estado nutricional de los animales al momento del servicio.

La necesidad de reducir las deficiencias en la detección de celo han llevado a diseñar protocolos de Inseminación a Tiempo Fijo y aún cuando pueden existir variabilidad de resultados, es claro que se puede contar con una alternativa para contribuir a disminuir las deficiencias reproductivas, las deficiencias en la detección de celos es un problema importante y que puede afectar la productividad de un establecimiento.

### Objetivo

Revisar la literatura concerniente a los avances que se han alcanzado para reducir las deficiencias reproductivas en vacas de lechería y de esta manera contribuir con el conocimiento de las alternativas que pueden ayudar a la detección oportuna y eficaz de calores en estos animales de granja.

### Justificación

Poner al alcance de los productores la información existente sobre los avances que permiten obtener mejores resultados en la reproductividad del ganado lechero, coadyuvará de manera importante a mejorar el desempeño de los hatos y, consecuentemente, incrementar los ingresos del productor.

---

---

---

---

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Ciclo estral

El intervalo entre un celo y el siguiente se llama ciclo estral, el cual varia entre 18 a 24 días, siendo el promedio de 21 días. Comprende cuatro etapas que reciben denominación conforme al momento del ciclo en que ocurren:

Etapas del ciclo estral

**Proestro**

**Estro**

**Metaestro**

**Diestro**

#### 2.1.1 Estro

Es la etapa en la cual los estrógenos de la foliculina entran en la circulación en mayores dosis y provocan las manifestaciones típicas del celo, es decir, es el periodo en que la hembra es receptiva al macho y acepta la cópula.

Es esencial que el personal de la granja mida con exactitud los signos del comportamiento del estro. El permitir ser montada por una compañera es el signo primario del estro (Fig. 1) y es el mayor indicador del periodo de fertilidad. Desafortunadamente, recientes estudios han mostrado que la expresión del comportamiento es pobre en vacas lecheras lactantes haciendo difícil la detección del estro con exactitud por simple valoración visual en la empresa lechera (Fricke, 2001b). El celo o estro es el momento culminante del ciclo estral

---

---

---

---

durante el cuál la hembra es sexualmente receptiva. En este momento la hembra presenta un conjunto de signos característicos que denotan su receptividad.

El perfil hormonal que puede llevar a la expresión de celo en la vaca es un alto nivel de estrógeno en sangre y la caída de los niveles de progesterona por la lisis del cuerpo lúteo.

Estos altos niveles de estrógeno y baja concentración de progesterona son considerados prerequisites para la expresión de celo, pero no son los que en última instancia inducen el comportamiento clásico de celo (Becaluba, 2007).



Figura 1. Conducta típica de expresión de celo

---

---

---

---

### **2.1.2 Características del celo bovino:**

Dentro de las características de comportamiento del celo bovino, existen dos categorías, las principales y las secundarias.

#### **Principales:**

- Pasividad a la monta: Único indicador de que la hembra se encuentra en celo.

#### **Secundarias:**

Estas no son específicas del celo. Las hembras las manifiestan antes, durante y después del celo.

- Actividad de Monta
- Inquietud
- Disminuye la producción de leche
- Lamido y olfateo de genitales
- Vacas que se colocan en círculo. La que se encuentra en celo intenta descansar su barbilla en la espalda de la otra. Esto puede conducir o no a la actividad de monta.
- Rozamiento de cuello y cabeza
- Encuentros cabeza-cabeza
- Baja en el consumo / apetito
- Nerviosismo

#### **Signos Físicos:**

- Pelos de la grupa de la hembra parados
  - Aumento de la temperatura corporal
  - Falta de pelo en la grupa
  - Descarga muco cervical de la vulva
  - Edematización de la vulva
- 
-

---

---

### **2.1.3 Detección del celo**

Se debe realizar mediante la observación visual. Una persona que observe el rodeo e identifique el indicador (único) de celo que es la pasividad a la monta. La frecuencia de observación debe ser de dos a tres veces al día (mañana, mediodía y tarde). La duración debe ser de al menos 30 minutos como mínimo por vez. Lo correcto sería llevar un registro de las vacas en celo o las fechas de servicio. Esto es realmente necesario para predecir fechas de parto o celos futuros; también para manejar a las vacas de una manera apropiada.

### **2.1.4 Problemas en la detección de celo:**

Existen dos tipos de problemas: los fisiológicos y los de manejo.

#### **Fisiológicos:**

- La corta duración del celo.
- Tendencia a manifestarse en el horario de 18 a 6 hs (horario de difícil observación).
- Un único indicador: la pasividad a la monta.

#### **De Manejo:**

- La identificación de los animales es errónea, llevando a fallas en los registros de datos.
- Poco conocimiento por parte del responsable sobre detección.
- No se le brinda el debido tiempo a la actividad de detección. Se trata de detectar cuando se realizan otras actividades.

La detección de celo continúa siendo un tema crítico para un buen manejo reproductivo; debe dársele la importancia que se merece. La correcta detección es la clave para poder incrementar la eficiencia y exactitud en la reproducción (Guastavino, 2007).

---

---

---

---

### 2.1.5 Duración del estro

En las vacas, el estro dura de 12 a 18 horas, la literatura en libros antiguos cita que la duración del comportamiento estral era de cerca de 18 hrs (Roberts, 1986); sin embargo, recientes estudios han indicado que las vacas lecheras lactantes expresan un pobre comportamiento del estro comparadas con las vaquillas. Otros reportes publicados han estimado la duración del comportamiento estral para vacas lecheras lactantes de  $7,1 \pm 5,4$  horas (Dransfield, 1998) hasta  $9,5 \pm 6,9$  horas (Walter, 1996). Aunque la razón para la reducción en la duración del estro es desconocida, la producción de leche es correlacionada negativamente con su duración (Harrison, 1990). Esta reducción perjudica notablemente la eficiencia en detección del estro en hatos lecheros.

Adicionalmente, el número de veces diarias que las vacas son observadas, así como la duración y localización de estas observaciones, influencia profundamente la tasa de detección del estro. Ciertos factores fisiológicos que reducen la expresión del estro son: enfermedad, problemas de patas y aciclicidad debida a deficiencias nutricionales o problemas de salud. Factores medioambientales como el estrés calórico, debilidad en los cascos u otro tipo de estrés ambiental, pueden reducir la expresión del estro (Fricke, 2001b).

Lamentablemente, estudios recientes han demostrado que la expresión de celo es menos intensa en vacas en lactancia, haciendo más difícil la detección por observación visual. Estudios recientes, utilizando un monitoreo radiotelemétrico del comportamiento de celo han mostrado que vacas en lactancia manifiestan comportamiento de celo más débil que las vaquillonas (cuadro 1).

Aunque la razón de la reducción en la duración del celo es desconocida, se sabe que la producción de leche está negativamente correlacionada. Esta reducción disminuye significativamente la eficiencia de detección en los rodeos.

---

---

---

---

Además, la cantidad de veces por día que las vacas son observadas, así como el tiempo y el lugar donde se realizan las observaciones, influyen marcadamente en la tasa de detección de celo (Fricke, 2003).

---

Cuadro 1. Número de aceptaciones a la monta y duración de los celos (promedio  $\pm$  DE) en vacas Holstein.

---

Concepto	Vaquillonas	Vacas en lactancia
N° de animales	114	307
N° aceptaciones a la monta	16,8 $\pm$ 2,8	7,2 $\pm$ 7,2
Duración del celo (h)	11,3 $\pm$ 6,9	7,3 $\pm$ 7,2

( Adaptado de Nebel et al., 1997)

## 2.2 Complementos para mejorar la detección de estros

Hay una gran variedad de ayudas para la detección de celos. Muchas de ellas son beneficiosas como complemento de un programa bien organizado de detección visual y no debieran ser considerados como sustitutos de la observación.

Estas nuevas tecnologías que proveen una solución a los problemas de detección de celo debieran asegurar lo siguiente:

- Continuo seguimiento del animal
- Automática y exacta identificación del animal en celo
- Funcionar durante la vida productiva de la vaca
- Minimizar los requerimientos de mano de obra
- Tener alta exactitud en identificar el apropiado evento fisiológico.

### 2.2.1 Formas no automáticas de detección de estro

#### 2.2.1.1 Detectores de monta:

---

---

---

---

Estos dispositivos incluyen los parches detectores adheridos a la grupa y la pintura en la cola. En todos los casos, están diseñados para mostrar que las vacas han sido montadas pero no es prueba absoluta de que el animal esté en celo. La tasa de error con estos sistemas es de aproximadamente del 30%, indicando que se pueden cometer errores si estos dispositivos no se utilizan en conjunción con una buena observación e información sobre celos anteriores.

#### **2.2.1.2 Planilla de detección de celos:**

Este calendario, bien conocido por los productores de 21 días es útil en la predicción del día en el que se espera que se produzca el próximo estro si previamente se ha detectado un celo anterior. En rodeos grandes esto se hace generalmente con programas de computación. Este sistema sencillo permite identificar problemas de detección de celos en un rodeo, ya que puede ser utilizado para estimar el porcentaje de celos detectados. En este sentido es importante anotar todos los celos en cada vaca independientemente de si el animal es inseminado o no.

#### **2.2.1.3 Animales detectores:**

Tanto vacas, vaquillonas, como novillos, pueden ser tratados con testosterona o con estrógeno con el objetivo de inducir en ellos el aumento de la Actividad de monta. Los animales tratados muestran una actividad sexual incrementada y funcionan en forma permanente como sexualmente activos.

#### **2.2.1.4 Prueba de progesterona en leche:**

La utilización de este test en leche es útil para determinar la exactitud de detección de celo y para identificar también a las vacas difíciles. La progesterona es baja en el día del estro por lo que la colección de muestras de vacas identificadas en celo puede ser utilizada para su verificación.

#### **2.2.1.5 Filmación continua del rodeo:**

---

---

---

---

En todos estos métodos automáticos, la eficiencia varía entre el 56 y el 94 % generalmente superando a los grupos control en los que el celo se detectó mediante observación directa. Por su lado la exactitud se aproxima al 50% y es menor que en la detección visual.

### **2.2.2 Métodos automáticos y telemétricos para detectar el momento de inseminación:**

A diferencia del grupo descrito anteriormente, la forma en que se realiza la detección en este grupo es a través del monitoreo de variables coincidentes con el periestro, pero sin que estas sean estrictamente de comportamiento sexual o actividades sexuales.

#### **2.2.2.1 Podómetros:**

La eficiencia de este método varía de un 60 a 100%. Este método consta de podómetros los cuales van adosados a uno de los miembros posteriores de la vaca.

El número de pasos por hora de las vacas en estro es alrededor de 2 a 4 veces mayor que las que están en diestro. La eficiencia esperada y la exactitud deben ser optimizadas en condiciones específicas de campo. La podometría ha sido incorporada en sistemas computarizados de manejo de rodeos y utilizada con éxito como único método de detección de celo.

#### **2.2.2.2 Impedancia eléctrica intravaginal e intravulvar:**

El periestro esta asociado con el aumento de la hidratación de los genitales con respecto al diestro. La hidratación de los tejidos se encuentra inversamente relacionada a la impedancia eléctrica tisular; esta es la base biológica de la

---

---

---

---

detección del MAI mediante el monitoreo de los cambios de impedancia en los genitales. La IE ha sido medida utilizando sondas insertadas periódicamente en el lumen de la vagina anterior y por medio de electrodos implantados en forma fija dentro del tejido vulvar. Se encontró que en la mayoría de los casos, tanto la IE intravaginal como la vulvar, declinan alrededor del estro. En general, el grado de declinación de la IE intravaginal esta relacionado en forma inversa con la tasa de concepción. Las mediciones de la IE intravaginal han sido exitosamente utilizadas para determinar el MAI y mejorar la tasa de concepción con una eficiencia que va desde el 75 al 82 % y una exactitud entre el 57 y 82%. La IE intravaginal es considerada no confiable por la mayoría de los autores, debido a que tiene un patrón impredecible y se verifican variaciones marcadas dentro y entre animales (Becaluba, 2007).

#### **2.2.2.3 Elevación de la temperatura intravaginal y láctea:**

Algunos autores monitorearon picos de temperatura vaginal de 0,3 a 1,1 °C alrededor del estro y 12 a 21 horas antes de la ovulación mientras que otros no pudieron detectar un aumento de la temperatura vaginal relacionada con el estro.

El monitoreo frecuente de los cambios de temperatura puede ayudar en la detección de celo pero no parece un dato suficientemente confiable para ser utilizado como único método de detección (Becaluba, 2007).

#### **2.2.2.4 Sistema Heat Wath (HW, detector de celo)**

Es un sistema electrónico que combina sensores-transmisores electrónicos de presión, un receptor que obtiene informaciones de los transmisores individuales de cada vaca cuando los sensores se activan, y un buffer que almacena la información hasta que esta es requerida. Los sensores-transmisores de presión tienen aproximadamente 2cm de alto, 5cm de ancho y 7,5cm de largo y se adhieren sobre el sacro de las vacas a las que se intenta detectar celo. La antena receptora se coloca en una parte alta del establecimiento, permitiendo la recepción de señal de hasta 400m. Si hace falta se puede agregar una

---

---

---

---

“repetidora” para hacer llegar la señal a la base donde la información se almacena automáticamente en un buffer, que puede ser consultada en cualquier momento en una computadora personal.

El sistema HW registra el momento del día y la duración en segundos de cada monta de la que el animal es objeto. El sistema genera dos listas principales: la de “sospechosos de estar en celo” y la de “en celo”. La información provista al sistema con respecto a la frecuencia y duración de las montas, adjudica a los animales a alguna de las dos listas, pudiendo ser modificada para cada situación particular.

Este sistema ha sido probado en la universidad de Virginia Tech desde el año 1994 obteniéndose una eficiencia de detección de celo del 94% con un nivel de exactitud del 95%. Aun cuando existen solo resultados parciales, se verificó una disminución del periodo de vaca vacía posparto de alrededor de 30 días, incrementando la tasa de preñez en un 20% y disminuyendo en 0.5 el número de servicios por preñez. Si bien su costo es alto aún (unos USD6000 el sistema instalado para un rodeo de 120 vacas) dependerá de la evaluación de pérdidas por fallas en la detección de celos que se produzca en cada situación particular para determinar si se justifica la inversión. Por ultimo, se está desarrollando otro sistema que consiste en un detector de presión y un marcador lumínico, estos sistemas están todavía en etapa experimental. ([www.engormix.com](http://www.engormix.com))

En resumen, se puede decir que la efectiva detección de celos es uno de los puntos más críticos en los programas de IA, tanto sea en rodeos lecheros como en rodeos de carne. Los elementos auxiliares para detectar celo y el MAI son en general más eficientes, pero no necesariamente más exactos que las observaciones directas, aunque algunos métodos son alternativas confiables a la detección visual.

Aunque los métodos de detección de celo computarizados tienen un potencial importante para mejorar la detección de celo y la performance (acción y

---

---

---

---

representación) reproductiva, complementan un buen manejo pero no lo reemplazan (Becaluba, 2007).

### **2.3 Vacas posparto (Ciclicidad)**

Aunque muchas de las vacas estén bien alimentadas y sanas, comenzarán a ciclar alrededor de la tercera semana post-parto, los celos tempranos no son muy evidentes.

La intensidad de los celos aumenta a medida que pasan los días en el posparto, resultando en un aumento de la tasa de detección de celo cuando el intervalo posparto es mayor.

Este aumento en la expresión del estro durante los primeros tres ciclos posparto está probablemente relacionado con las diferencias en el patrón ovárico de secreción de esteroides durante estos tres ciclos. La expresión del estro en respuesta a los elevados niveles de estrógeno es aumentada si la vaca tuvo una exposición previa con progesterona. La primera ovulación posparto ocurre sin la exposición previa de progesterona por ausencia de cuerpo lúteo, por lo que probablemente esta sea la causa de una deficiente manifestación de celo en este primer ciclo. En forma similar, el nivel de secreción de progesterona entre la primera y segunda ovulación posparto es menor que entre la segunda y tercera.

El hecho de que tome alrededor de tres ciclos posparto antes que la intensidad del celo alcance su pico, es relativamente poco importante en la mayoría de las vacas, ya que el tercer ciclo comenzaría alrededor de la 8<sup>a</sup> o 9<sup>a</sup> semana posparto, lo que se corresponde con el inicio del período óptimo para dar servicio (Becaluba, 2007).

### **2.4 La clave para una reproducción exitosa**

La eficiencia reproductiva es un componente crítico en una operación lechera exitosa, mientras que la ineficiencia reproductiva es uno de los problemas reproductivos más costosos que enfrenta la industria lechera de hoy. Los

---

---

---

---

trastornos reproductivos se presentan con frecuencia en las vacas lecheras lactantes y puede afectar en forma dramática la eficiencia reproductiva en un hato lechero. Algunos de los trastornos más comunes incluyen quistes ováricos, mellizos, pérdida embrionaria temprana y placenta retenida. Estos son trastornos diversos que pueden causar una función reproductiva dificultosa (Fricke y Randy, 2001)

En las explotaciones donde utilizan ganado altamente especializado en producción de leche, principalmente Holstein de alta producción, la dificultad para mantener una alta eficiencia reproductiva es cada vez mayor, conforme aumenta el promedio de producción de leche.

Por otra parte, también se ha observado que las vacas altas productoras tienen menores concentraciones séricas de estradiol, lo que se ha asociado con una disminución en la intensidad de la conducta estral (López et al., 2004).

Si el nivel de eficiencia reproductiva no se mantiene suficientemente alto, el productor comienza a enfrentar una serie de problemas derivados de esa deficiencia, entre los que se pueden mencionar los siguientes:

- ❖ Los intervalos entre partos se incrementan dando lugar a que una mayor proporción de las vacas tengan lactancias mucho más prolongadas de lo ideal.
  - ❖ Lo anterior ocasiona que la producción durante la vida productiva de la vaca sea menor y que los costos de producción se incrementen, ya que muchas vacas estarán durante periodos prolongados con baja producción de leche por haberse preñado demasiado tarde
  - ❖ No se tiene el número de partos que se requiere cada mes para mantener un nivel elevado y estable de producción.
  - ❖ No nace la suficiente cantidad de becerros de reposición que debería nacer cada año, lo cual a mediano plazo ocasiona que no se tengan
- 
-

---

---

suficientes novillas gestantes próximas al parto para reponer las vacas que se van desechando. El productor no puede hacer crecer su hato y muchas veces ni siquiera puede mantener el tamaño del mismo.

- ❖ Al no contar con suficientes reemplazos, se ve en la necesidad de desechar solo las vacas que forzosamente tiene que desechar, perdiendo la oportunidad de hacer un desecho voluntario de aquellas vacas que no son muy productivas, con las cuales se tiene que quedar por un tiempo indefinido, con el consiguiente perjuicio económico.

Todos estos factores llevan a un intervalo entre partos (I.P.) mayor a los 13 meses tiempo recomendado para hacer eficientes los parámetros tanto productivos como reproductivos, esto indica que están teniendo lactancias mas prolongadas, lo que ocasiona que la producción sea menor durante la vida productiva de la vaca y que los costos de producción se incrementen, ya que muchas vacas estarán durante periodos prolongados con baja producción de leche por haberse preñado demasiado tarde (Cavazos, 2004).

Para cada vaca en el hato, el IP puede subdividirse en las siguientes cuatro etapas:

1. Periodo de espera voluntario (VWP), o el intervalo del parto hasta que la vaca es apta para recibir su primer servicio de IA;
2. El intervalo desde el fin del VWP hasta el primer servicio de IA;
3. El intervalo del primer servicio de IA a la concepción;
4. Periodo de gestación

Debido a que cada vaca en el hato tiene que avanzar consecutivamente a través de estos cuatro periodos, cada intervalo representa una oportunidad de manejo para optimizar el IP promedio del hato. Comprendiendo los factores que regulan la duración de cada uno de estos intervalos y las oportunidades de manejo que estos intervalos representan, tendremos una visión de las estrategias agresivas para mejorar la eficiencia en hatos lecheros (Fricke, 2001).

#### **2.4.1 Periodo de espera voluntaria (VWP)**

---

---

---

---

El intervalo que tiene que transcurrir desde el parto hasta que la vaca es apta para recibir su primer servicio de IA se llama periodo de espera voluntario (VWP). Como dice su nombre, la duración de este intervalo es voluntario (es decir, una decisión de manejo) y tradicionalmente varía entre 40 y 70 días. El VWP constituye parte del periodo de transición inmediatamente después del parto y representa un riesgo significativo para la salud futura y productividad de la vaca. Las vacas a menudo experimentan desórdenes fisiológicos, incluyendo placenta retenida, metritis, cetosis, desplazamiento de abomaso, y quistes ováricos durante el VWP (Fricke, 2001a).

Los eventos reproductivos más importantes que ocurren durante el VWP incluyen iniciación de la lactancia, involución uterina, la primera ovulación postparto y el reinicio de la ciclicidad reproductiva.

Aunque la mayoría de los productores de leche ajustan su propia duración para el VWP las decisiones de servicios para vacas individuales ocurren a menudo antes de que VWP termine. Por ejemplo, muchos productores deciden inseminar sus vacas en calor de monta detectado a los 50 días postparto, cuando su VWP está ajustado a 60 días postparto. Aunque esto parece ser una sobre simplificación de las decisiones de manejo que ocurren en las granjas, porque el VWP puede variar entre vacas individuales dentro del mismo hato, la decisión de inseminar por primera vez una vaca postparto a menudo se determina basado en cuando la vaca se detecta en estro (si se detecta) más que en una predeterminada decisión de manejo. En tales casos la vaca está manejando la decisión de la inseminación en lugar del director de la granja. La mayoría de los productores temen a la decisión de no inseminar una vaca en estro detectado, porque es posible que ella no regrese en estro hasta muy avanzada la lactancia, desafortunadamente, este riesgo a menudo es realidad en granjas que confían en la detección visual del estro para IA, debido a la pobre detección de estros por el personal de la granja y la pobre expresión del estro en las vacas en lactancia (Fricke, 2001a).

---

---

---

---

## 2.4.2 Intervalo del VWP al primer servicio de IA

Una vez que la vaca ha pasado el VWP, ya es apta para recibir su primer servicio de IA postparto. El intervalo del VWP al primer servicio de IA varía dramáticamente entre vacas del mismo hato. Unas pocas vacas pueden recibir su primer IA al final o cerca del final de VWP, mientras que otras vacas frecuentemente tienen intervalos extendidos al primer servicio de IA por varias razones. Así, este intervalo es calculado como un promedio de todas las vacas en el mismo hato.

Para las lecherías que confían en la detección visual del estro para servir las vacas, la duración de este periodo es primariamente determinada por la eficiencia en la detección del estro, y en menor magnitud por el estatus fisiológico de una vaca individualmente. Basados en la consideración utópica de que:

1. Todas las vacas dentro del hato están cíclicas al final del VWP
2. La duración del ciclo estral es de 21 días, y
3. La eficiencia en la detección del estro es del 100%, el promedio de duración para este periodo para todas las vacas del hato sería de 10,5 días.

(Fricke, 2001a)

En condiciones de campo, la duración de este periodo es mucho mayor por varias razones. Primero, una reciente prueba de campo conducida por la Universidad de Wisconsin en colaboración con otras estaciones de investigación de la Universidad en el Medio Oeste, mostraron que el 28% de las vacas en lactancia eran anovulatorias a los 60 días postparto (Pursley et al., 2001). De esta manera, casi un tercio de las vacas en estos hatos no habrían expresado estro al final del VWP. Segundo, la duración del ciclo estral varía ampliamente entre las vacas lecheras en lactancia, y promediaron alrededor de 24 días en el hato de la Universidad de Wisconsin- Madison (Sartori, 2001; citado por Fricke, 2001a).

---

---

---

---

Finalmente, la eficiencia en la detección del estro ha sido estimada en menos del 50% en la mayoría de las granjas lecheras en los Estados Unidos (Senger, 1994). Esta ineficiencia en la detección del estro no solo incrementa el intervalo a la primera inseminación, sino que también puede incrementar el promedio del intervalo entre servicios de 40 a 50 días (Stevenson y Call, 1983).

### **2.4.3 Intervalo del primer servicio de IA a la concepción**

El intervalo del primer servicio de IA a la concepción representa la tasa a la cual las vacas son preñadas en el hato, y varía dramáticamente entre vacas individuales dentro del hato. La tasa a la cual las vacas se preñan en un hato lechero, comúnmente llamada tasa de preñez, es definida como el número de vacas aptas en un hato que conciben cada 21 días. Dos factores que determinan la tasa de preñez son:

1. Servicios por concepción o tasa de concepción, y
2. Tasa de detección de estros o tasa de servicio.

(Fricke, 2001a)

De esta manera, unas pocas vacas pueden concebir a la primera IA, mientras que otras vacas requieren varios servicios para establecer una preñez. En muchas lecherías se calcula el inverso matemático o de la tasa de concepción o el número de servicios por concepción, así este intervalo es calculado como un promedio para todas las vacas del hato.

La fertilidad de la vaca lechera comúnmente se mide calculando el porcentaje de las vacas que conciben después de un servicio de IA, también conocido como la tasa de preñez por IA. La tasa de preñez por IA en vacas lecheras ha bajado desde:

1. 66% en 1951 (Spalding et al., 1974) alrededor del
  2. 50% en 1975 (Spalding et al., 1974); Macmillan y Watson, 1975), a alrededor del
  3. 40% en 1997 (Butter et al., 1995; Pursley et al., 1997a).
- 
-

---

---

Mientras que la tasa de preñez por IA en novillas ha permanecido en el 70% durante este mismo periodo (Spalding et al., 1974; Foote, 1975; Pursley et al., 1997b). De esta manera, la fertilidad de la vaca lechera es pobre y es la mayor causa de la baja eficiencia reproductiva en vacas lecheras lactantes. La clave para disminuir el intervalo del primer servicio de IA a la concepción no está en mejorar la tasa concepción mas allá de lo que es “normal” para vacas lactantes, sino en mejorar la tasa de servicio de IA (Fricke, 2001a).

La tasa de servicio se define como el porcentaje de vacas aptas servidas durante un periodo de 21 días. En hatos utilizando la IA, la tasa de servicio directamente refleja la eficiencia en detección de estro porque una vaca primero tiene que detectarse en estro antes de ser servida. Desafortunadamente menos del 50% de todos los periodos estrales son detectados con precisión en promedio en las vacas lecheras en los Estados Unidos (Senger, 1994). Esta ineficiencia en detección de estros no solo aumenta el tiempo a la primera IA, sino que aumenta el intervalo entre servicios (Fricke, 2001a).

#### **2.4.4 Gestación**

A pesar de que la gestación promedio en vacas Holstein es de 282 días, la duración de este evento reproductivo puede variar entre los animales. De 58 vacas que parieron, la duración de la gestación promedio fue de 279.4+/- 1.0 días con un rango de 269 a 295 días (Fricke, 2001). Además de los muchos factores que afectan la duración de la gestación (Foote, 1981), la gestación de vacas con partos gemelares, se reduce entre 6 y 10 días (Pfau et al., 1948; Foote, 1981; Nielen et al., 1989; Ryan y Bolan., 1991; Echternkamp y Gregory, 1999).

Sin importar esta variación en la duración de la gestación, el periodo de gestación no se considera como un intervalo útil para el manejo del intervalo entre partos en el hato lechero.

---

---

Con base en los cuatro intervalos que constituyen el intervalo entre partos, se puede predecir que el IP basado en índices de manejo reproductivo promedio o bajos (cuadro 2).

Así, el manejo reproductivo promedio resulta en un IP mas largo del deseado basado en el argumento de que IP de 13 meses resulta en un mayor retorno anual para las vacas dentro del hato. Frecuentemente hay granjas con dificultades en el manejo reproductivo que experimentan periodos abiertos por encima de los 18 meses (Fricke, 2001a).

Cuadro 2. Intervalo entre partos predicho para un hato basado en el promedio o pobre manejo reproductivo.

Intervalo (días)	Manejo reproductivo promedio	Pobre manejo reproductivo
Periodo de espera voluntario (VWP)	50	40
Fin del VWP al primer servicio de IA a	21	62
Primer servicio de IA a la concepción b	105	165
Gestación	282	282
IP promedio del hato	458 días (>15 meses)	549 días (>18 meses)

(Fricke, 2001a)

(a Basado en una tasa de servicios del 50% para el desempeño reproductivo promedio; 30% por pobre desempeño reproductivo.

b Basado en tasa de servicio del 50% y tasa de concepción del 40% para el desempeño reproductivo promedio; tasa del servicio del 30% y tasa de concepción del 40% para el pobre desempeño reproductivo.)

Es importante entender los factores que afectan la tasa a la cual las vacas se preñan, en los hatos lecheros así como las estrategias de manejo que se pueden implementar para mejorar la tasa preñez (Fricke, 2001).

## 2.5 Inseminación Artificial

---

---

La Inseminación Artificial (IA), es una de las tecnologías pecuarias mas importantes desarrolladas en este siglo y la mayoría de los productores de leche usan la IA en algún grado en sus hatos para mantenerse competitivos en el clima económico actual de la industria lechera, sin embargo, la ineficiencia reproductiva en vacas lecheras lactantes reduce substancialmente el impacto y la eficiencia de la IA en las granjas lecheras.

La inseminación artificial ofrece a los ganaderos la oportunidad de mejorar genéticamente sus hatos con un alto grado de precisión estadísticas a un costo bajo por animal fertilizado (Foot, 2003).

La relación fisiológica que existe entre la ovulación y el principio de la conducta de estro subraya la importancia de la detección precisa del calor. Existe una ventana limitada de oportunidad en la que se puede elevar al máximo la tasa de concepción con inseminación artificial. Son muchos los fenómenos biológicos que se presentan durante esta limitada ventana de oportunidad y que contribuyen a la eficacia de la inseminación artificial en el bovino, incluyendo 1) el tiempo de transporte que se requiere del esperma viable desde el sitio de su depósito hasta el lugar de la fertilización, 2) el período viable funcional de los espermatozoides y el óvulo, y 3) el tiempo de ovulación con relación a la inseminación artificial (Figura 1) (Dalton, 2006). El tiempo calculado que se requiere para el transporte sostenido de los espermatozoides viables al sitio de la fertilización varía de 6 a 12 horas (Hunter y Wilmut, 1983). El período viable funcional de los espermatozoides en el tracto reproductivo de la hembra se ha calculado en 24 horas (Trimberger, 1948), mientras que la ventana óptima de la fertilización del óvulo se calcula que es inferior a 10 horas (Brackett et al., 1980) (Figura 2).

Es importante que los espermatozoides se encuentren en el tracto reproductivo de la vaca por lo menos unas 6 u 8 horas antes de la hora estimada en que ovulará dicha vaca y se hace énfasis en que, aunque el lapso de vida de los espermatozoides dentro del tracto reproductivo de la vaca es de aproximadamente 22 a 24 horas, la vida del óvulo (oocito), por el contrario, solo

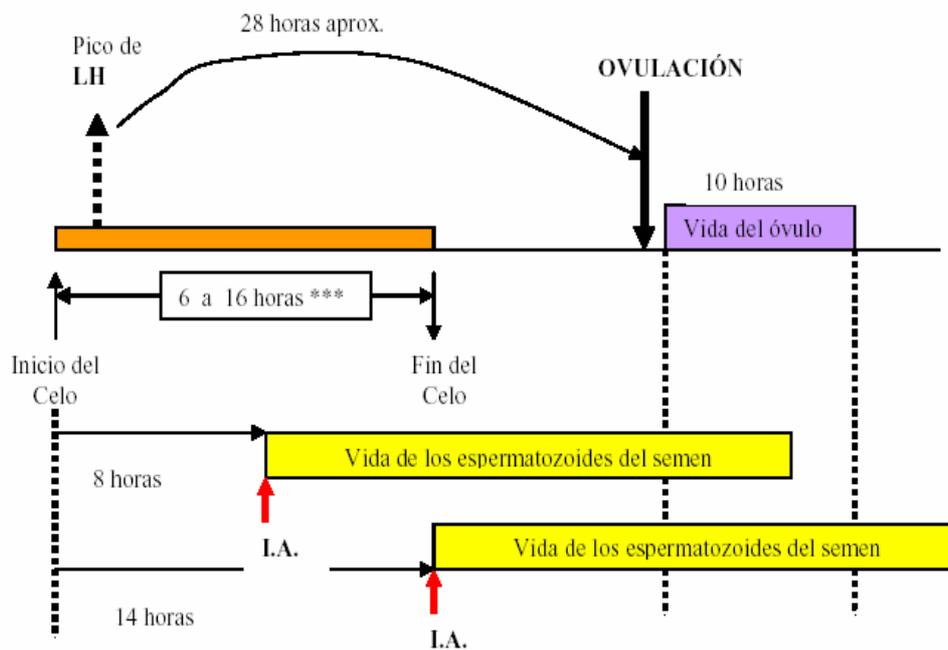
---

---

---

es de unas 10 horas aproximadamente y que lo ideal es que el óvulo (oocito) sea fecundado en las primeras horas siguientes al momento en que ha sido liberado del folículo por medio del proceso de la ovulación (Fig. 2). (Debido a que, conforme va envejeciendo, va perdiendo la capacidad de generar embriones con suficiente habilidad para sobrevivir, aún cuando la fecundación sigue siendo posible en embriones ya “avejentados”, (Cavazos, 2004).

---



---

Figura 2. Sucesos biológicos que contribuyen a optimizar la Inseminación Artificial

---

### 2.5.1 Manejo de la inseminación artificial

La baja eficiencia de la detección de estros limita la fertilidad global del hato. Este problema lo padecen todos los hatos de ganado lechero en todo el mundo. En México se detecta, en el mejor de los casos, el 60% de las vacas en estro y casos extremos en los cuales escasamente observan el 30% (Hernández et al., 1994).

---

---

---

Desde hace más de 50 años se ha aplicado el esquema de inseminación AM-PM y PM-AM, lo que significa que las vacas que presentan el estro en la mañana son inseminadas en la tarde y las de la tarde se inseminan en la mañana siguiente (Trimberger, 1948). Este esquema proporciona buenos resultados en fertilidad, siempre y cuando se cuente con una eficiente y precisa detección de estros. En condiciones deficientes en la observación de estros, no se sabe si la vaca observada en estro se encuentra en las primeras o en las últimas horas del periodo de aceptación. Si se programa la inseminación 12 h después, es probable que se realice demasiado tarde, cuando ya haya ocurrido la ovulación (Zarco y Hernández, 1996). Esta situación aumenta la probabilidad de encontrar óvulos viejos, ya que la viabilidad de estos es de 10 h. Así, el óvulo se fertiliza pero da origen a un embrión que muere en los siguientes días (Hunter, 1985). Este error es el más frecuente en los hatos y contribuye con la baja fertilidad.

Mejorar la fertilidad del hato, a través de un incremento del porcentaje de concepción, es una tarea muy difícil. Una posibilidad de mejorar la fertilidad es mediante el aumento de la tasa de preñez. Es decir, con el mismo porcentaje de concepción se puede aumentar el número de vacas gestantes por ciclo, sólo aumentando el número de vacas inseminadas. El único recurso para aumentar el número de vacas inseminadas es el incremento de la eficiencia en la detección de estros.

Algunos de los factores que afectan la eficiencia en la detección de estros son el poco tiempo dedicado a esta actividad, la pobre capacitación del personal, la falta de motivación y las instalaciones con pisos de cemento mal diseñado.

## **2.6 Estrategias agresivas para el manejo reproductivo**

Alcanzar la eficiencia reproductiva puede ser difícil pero se pueden usar nuevas herramientas para el manejo de la reproducción, y así mejorar la eficiencia

---

---

---

---

reproductiva y alcanzar IP rentables dentro del hato lechero. El manejo reproductivo agresivo comprende dos estrategias:

1. Mejorar la tasa de servicio de IA y así mejorara la tasa de preñez y
2. Identificación temprana de las vacas vacías postservicio e implementar una estrategia de manejo para retornar rápidamente las vacas no preñadas al servicio de IA.

Estas estrategias se enfocan en reducir la duración del IP, eliminando el VWP al primer servicio de IA y reduciendo el intervalo de este último a la concepción.

### **2.6.1 Eliminar el intervalo del VWP al primer servicio de IA**

El segundo de los cuatro periodos comprendidos en el IP es el intervalo entre el final del VWP y el primer servicio de IA. Este depende altamente de tasas de detección de estro en el hato y puede ser una causa significativa del aumento del IP. Los tratamientos de IA programada como el Ovsynch son herramientas poderosas para mejorar la eficiencia reproductiva en una empresa lechera.

Para determinar la efectividad del Ovsynch para el manejo reproductivo en vacas lactantes, se tomó un grupo de vacas (n=33) de tres hatos de Wisconsin, y se asignaron al azar a uno de dos grupos al momento del parto (Pursley et al., 1997<sup>a</sup>). La reproducción en las vacas control fue manejada utilizando los procedimientos reproductivos típicos en cada finca (es decir, detección del estro, servicios AM/PM, y uso periódico de PGF2 $\alpha$ ). La reproducción para las vacas tratadas con Ovsynch se manejo programando la IA después del protocolo de Ovsynch el mismo día de cada semana.

Los días al primer servicio de IA (VWP=50 días) en una prueba de campo en la cual las vacas las recibieron IA después del estro detectado (control) o después desde la IA programada (Ovsynch). Casi el 30% de las vacas en el grupo control recibieron su primera IA hasta después de los 100 días postparto, mientras que

---

---

---

---

el 100% de las vacas en el grupo Ovsynch recibieron su primera IA dentro de los siete días siguientes al VWP.

Los resultados de este estudio ilustran el beneficio de programar el primer servicio de las vacas utilizando un protocolo como Ovsynch. El VWP se puede vigilar muy de cerca en las vacas individualmente, y el periodo desde el final del VWP al primer servicio de IA puede ser efectivamente eliminado, reduciendo de esta manera la duración del IP (Fricke, 2001a).

### **2.6.2 Mejorando la tasa de servicio de IA y la tasa de preñez**

El uso de protocolos programadores de IA como el Ovsynch mejora la tasa de preñez, al mejorar la tasa de servicios de IA. Los días medianos a la primera IA (54 vs 83días) y el promedio de días abiertos (99 vs 118días) fueron menos para vacas tratadas con Ovsynch que para el grupo control. Una tasa de concepción fue similar (37% vs 39%) para ambos grupos, y a pesar de ello las vacas de Ovsynch se sirvieron mas temprano. La tasa de servicio se mejora dramáticamente utilizando Ovsynch porque todas las vacas aptas fueron servidas en forma rutinaria en un día determinado de la lactancia sin importar la detección del estro.

De esta manera, Ovsynch mejora el desempeño reproductivo de vacas lecheras en lactancia al incrementar la tasa de servicio, permitir una IA programada, y eliminar la dependencia en la detección del estro para la IA, comparado con el manejo reproductivo estándar (Fricke, 2001a).

### **2.6.3 Identificar a tiempo las vacas no preñadas y retórnarlas al servicio**

Tradicionalmente, un practicante bovino detecta vacas no preñadas dentro de 32 a 45 días postservicio por palpación rectal. Nuevas tecnologías, como el

---

---

---

---

ultrasonido transrectal pueden brindar mayores beneficios como una práctica herramienta de manejo en lechería. El uso de ultrasonografía transrectal para medir el estado de la preñez durante la gestación temprana está dentro de las aplicaciones mas practicas para la reproducción en ganadería de leche.

La identificación de vacas vacías postservicio mejora la eficiencia reproductiva y la tasa de preñez en una lechería, debido a la disminución del intervalo entre servicios y al mejoramiento de la tasa de servicio, esto resultaría en un intervalo entre servicios de 35 días para las vacas que necesiten resincronizacion (Fricke, 2001a).

## **2.7 Tópicos de fertilidad en vacas de alta producción**

El estrés causado por la alta producción de leche, junto con el aumento en el tamaño de los hatos, los cambios en el tipo de instalaciones y las medidas de manejo, han hecho de la fertilidad uno de los principales focos de atención para el mejoramiento genético actual. En estados unidos, la mayor preocupación es la reducción en la tasa de preñez al primer servicio, y el impacto de esta reducción en la fertilidad de la raza Holstein ocurrido principalmente en los últimos 20 años (Washburn, 2002).

### **2.7.1 Relación entre el nivel de producción de leche y el comportamiento estral de vacas lecheras lactantes**

Setter y Wiltbank (2003) intentaron determinar si hay una asociación entre el nivel de producción de leche y la duración del estro. En un estudio que realizaron, las vacas fueron encerradas en un establo a libre acceso y ordeñadas 2 veces por día pero la media de leche por los 10 días antes del día del estro fue usado para clasificar vacas como mas bajas (<39.5 Kg./día) o mas altas (>39.5 Kg./día) productoras en el momento de la expresión del estro. El tamaño folicular

---

---

---

---

y las concentraciones de suero de estradiol fueron determinadas en un subgrupo de vacas (n=71) en el día de estro. La duración (6.2+/-0.5h vs. 10.9+/-0.7h; P<0.0001), de los movimientos para dejarse montar (6.3+/-0.4 vs. 8.8+/-0.6; P=0.001), (21.7+/-1.3s vs. 28.2+/- 1.9s; P=0.007) fueron mas cortos con los estros de mas alta producción (46.4+/-0.4 Kg./día; n=146) que con los de mas baja producción (33.5+/-0.3 Kg./día; n=177).

La producción de leche estuvo correlacionada con la duración de los estros ( $r=-0.51$ ; P<0.0001; n=323). Las productoras mas altas tuvieron concentraciones mas bajas de estradiol (E<sub>2</sub>) que las productoras mas bajas (6.8+/-0.5; n=31 vs. 8.6+/-0.5 pg/ml; n=40; P=0.001) a pesar de la mas larga dinámica preovulatoria folicular (18.6+/-0.3; n=31 vs. 17.9+/-0.2mm; n=40; P=0.004). Interesantemente las concentraciones de E<sub>2</sub> no fueron correlacionadas con la dinámica de la preovulación folicular ( $r=0.17$ ; P=0.15) pero la producción de leche estuvo correlacionada con ambas concentraciones de E<sub>2</sub> ( $r=0.57$ ; P<0.0001). De esta manera la alta producción de leche decrece la duración de estros probablemente debido a la circulación decreciente de las concentraciones de E<sub>2</sub>, lo cual provoca ineficiencia en cuanto a detección visual de celos, problema que presentan algunos establos (Setter y Wiltbank, 2003)

## **2.7.2 Influencia de otros factores en la fertilidad**

### **2.7.2.1 Condición corporal (CC)**

La condición corporal es una característica subjetiva con heredabilidad moderada que busca indicar la cantidad de tejido de reserva (grasa sobretodo) en el cuerpo, indicando así el estado nutricional y de salud de la vaca lechera (Gallo, 1999).

La condición corporal, esta asociada con el balance energético posparto y con el periodo de parto a primera ovulación. Se debe recordar que cuando las vacas caen en severos balances energéticos negativos pierden más condición corporal y tardan más en ovular (Butler, 2000), además, el inicio de la actividad ovárica posparto esta correlacionado positivamente con un incremento de la fertilidad y

---

---

---

---

que por cada día de retraso a la primera ovulación se ha observado un aumento de 0.24 y 0.41 días abiertos (Darwash et al., 1997b).

Bajo estas circunstancias, ya se están incluyendo parámetros reproductivos en los criterios de selección, ya que es probable que se hayan seleccionado vacas para producciones altas descuidando su fertilidad.

Altos puntajes de C.C durante la lactancia están relacionados con bajos niveles productivos pero son favorablemente relacionados con el desempeño reproductivo (Dechow, 2001).

Pryce et al. (2000) obtuvieron correlaciones genéticas de -0.40 y 0.22 entre CC e intervalos Inter – parto, antes y después de ajustar por producción de leche respectivamente. Royal et al. (2002b) encontraron una correlación genética de 0.84 entre CC e intervalo Inter- parto. Veerkamp et al. (2000) mostraron que bajas CC fueron relacionadas con incrementos en el tiempo de inicio de la actividad ovárica luego del parto, y Royal et al. (2002b) Sugirieron que un retraso de seis días en el inicio de la actividad luteal ocurre por un punto de reducción en CC. Pryce et al. (2000) indican que cambios en la CC entre uno y cuatro meses post – parto tienen el mayor impacto en el intervalo entre partos. Pryce et al. (2000) encontraron para vacas de primera lactancia que la CC muestra su máxima correlación genética con intervalo Inter - parto cuando es medida un mes después del parto. Por tanto, este es probablemente el tiempo óptimo para registrar CC.

### **2.7.2.2 Producción de leche**

Se ha observado que las vacas altas productoras tienen menores concentraciones séricas de estradiol, lo que se ha asociado con una disminución en la intensidad de la conducta estral (López et al., 2004).

---

---

---

---

Westwood et al. (2002) evaluaron los factores que influenciaron la fertilidad de 82 vacas multíparas en Australia y observaron que las vacas produciendo mas de 38 litros de leche por día tuvieron 2.6 veces mas probabilidad de ovular tarde (53 días después del parto) que las vacas produciendo menos de 29 litros por día. Los autores notaron que este retraso en la ovulación deriva en un retraso del primer estro y por tanto, un intervalo mas largo al parto.

Weigel (2003) mostró que vacas primíparas que producen mas de 36 litros de leche por día y multíparas que producen mas de 45 litros por día tuvieron 1.8 y 1.6 % mas baja tasa de concepción, respectivamente, comparado con otros animales de la misma edad.

### **2.7.2.3. Estrés calórico**

El estrés calórico es una preocupación muy relevante en algunas áreas, bajo estas condiciones las vacas muestran reducido consumo de alimento y actividad física, lo cual deriva en reducida expresión del celo. El estrés calórico ocurre cuando el incremento en temperatura corporal impacta varias funciones corporales.

Un incremento en la temperatura corporal al momento de la inseminación deriva en baja fertilización y alta incidencia de muerte embrionaria, porque la viabilidad del oocito, espermatozoides y embrión se ven comprometidas. La incidencia, intensidad, y duración del estro presente también es reducida. Las vacas con estrés calórico van a tener una reducción en el incremento de estradiol previo al estro, un menor folículo dominante durante la segunda ola folicular, un mayor numero de folículos por ola por ciclo estral, y largas fases luteales (Wilson, 1998).

Los efectos del estrés calórico en la reproducción del ganado lechero se han incrementado en los últimos años, lo que ha coincidido con el incremento en la producción de leche (Wolfenson et al., 2000). Se ha observado que el aumento

---

---

---

---

en la producción de leche se refleja en un incremento de la generación de calor metabólico. Esta generación de calor se ha asociado con el incremento del peso vivo de las vacas lecheras. De esta forma, vacas más grandes tienen un mayor aparato digestivo, lo que les permite consumir y digerir más alimento.

Durante el metabolismo de los nutrientes se genera calor, el cual contribuye con el mantenimiento de la temperatura corporal, condición favorable en climas fríos. Sin embargo, en climas cálidos el calor se debe eliminar para mantener la temperatura corporal dentro de los rangos normales. La capacidad de termorregulación de la vaca lechera es insuficiente, lo cual ocasiona un incremento de la temperatura corporal.

En vacas en estrés calórico es común que la temperatura alcance valores entre 39.5 a 41 °C (Hansen et al., 2001). Weigel (2003), mostró que la tasa media de concepción para el verano fue de 25.9%, comparada con una media de 34.1% en invierno. Ravagnolo y Mitzal (2002), evaluaron la tasa de no retorno a los 45, 60 y 90 días después de la inseminación en Holstein en Florida y encontraron una relación casi nula entre tolerancia al calor para rendimiento lechero y tolerancia al calor para fertilidad.

## **2.8 Sincronización**

Es un programa desarrollado para reducir los problemas inherentes a la detección del celo y al servicio y para un mejor aprovechamiento de los recursos del establo.

La sincronización consiste en la aplicación de un producto hormonal obtenido en laboratorio. Según cada producto es la forma, momento y número de aplicaciones.

Muchos protocolos de sincronización para ganado vacuno han sido desarrollados usando hormonas exógenas como progestágenos, prostaglandinas (PGF<sub>2α</sub>) o análogos de la PGF<sub>2α</sub>, y estrógenos solos o en varias combinaciones para

---

---

---

---

controlar la fisiología del ciclo reproductivo y sincronizar la conducta del estro (cuadro 2) (Odde, 1990).

Según Patterson et al. (2000) la evolución de los métodos para el control del ciclo estral en la vaca, puede ser ordenado en 5 fases distintas. La primera comprende todas investigaciones con el sentido de prolongar la fase lútea a través de la administración de progesterona exógena.

Con el tiempo estos métodos pasaron a contar con una asociación de estrógenos y gonadotropinas. La tercera fase está caracterizada por la utilización de prostaglandinas con el fin de acortar la fase lútea, la cuarta fase sería aquella en la que fueron desarrollados los métodos con la asociación de progestágenos y prostaglandinas. La denominada quinta fase surgió por estudios mas recientes de las ondas foliculares que mostraron que el control del ciclo estral en la vaca requiere la manipulación no solo de la fase lútea sino también del crecimiento folicular ([www.engormix.com](http://www.engormix.com)).

### 2.8.1 Hormonas más usadas en la sincronización

---

Cuadro 3. Revisión del uso de las hormonas:

---

Compuesto	Productos	Ruta de Administración	Uso
Progesterona/Progestágenos	<a href="#">CIDR</a> Dispositivo (progesterona)	Intravaginal	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sincronización del apareamiento</li><li>• Reviene el estro y ovulación</li><li>• Tratamiento del anestro</li><li>• Resincronización</li></ul>
Prostaglandinas	<a href="#">LUTALYSE/DINOLYTIC</a> Solución Estéril (dinoprost trometamina)	IM	<ul style="list-style-type: none"><li>• Regresión del cuerpo luteo</li><li>• Sincronización del apareamiento</li><li>• Tratamiento del calor silencioso</li></ul>

---

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• CMetritis crónica y pio metra</li> <li>• Inducción del aborto</li> <li>• Inducción del parto</li> </ul>
Estradiol	<a href="#">ECP</a> Solución Esteril (cipionato de estradiol)	IM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento del anestro</li> <li>• Estimula la expulsión de material virulento y fetos momificados del utero</li> </ul>
FSH	Hormona Foliculo Estimulante	IM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimula el desarrollo folicular</li> </ul>
GnRH	Hormona liberadora de las Gonadotropinas	IM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimula la liberación de FSH/LH por la pituitaria resultando en:</li> <li>• Ovulación</li> <li>• Nueva onda folicular</li> </ul>

([www.pfizerah.com.mx/health](http://www.pfizerah.com.mx/health))

### 2.8.1.1 Prostaglandina

Los protocolos de sincronización usando hormonas aprobadas para vacas lecheras en lactancia, han sido principalmente limitados a prostaglandinas (PGF<sub>2</sub><sup>2</sup>) (Lucy, 1986; Stevenson, 1987; Archibald, 1992; Stevenson and Pursley, 1994). Esta hormona esta disponible comercialmente y muchos estudios han demostrado que el uso de PGF<sub>2</sub> $\alpha$  puede reducir el intervalo entre ciclos estrales detectados y mejora la eficiencia de detección de estros. Sin embargo, la PGF<sub>2</sub> $\alpha$  no regresa el cuerpo lúteo temprano (menos de 6 días después del estro); por lo tanto, dos inyecciones de PGF<sub>2</sub> $\alpha$  se requieren para sincronizar en forma efectiva el estro de vacas en lactancia.

### 2.8.1.2 Progesterona

Existe evidencia de que las vacas infértiles tienen una función lútea anormal, lo cual se refleja en concentraciones subnormales de progesterona. El tratamiento

---

---

lógico consiste en la administración de progesterona; sin embargo, los estudios en los cuales se ha suplementado directamente con progesterona o en aquellos en los que se ha promovido el mejoramiento de la función lútea con GnRH o hCG, tienen resultados variables (Hernández y Morales, 2001).

- Hormona producida en forma natural por el ovario, sus niveles aumentan después de la ovulación, llega a su pico junto con el máximo desarrollo del cuerpo lúteo y decrece con la degeneración de éste, permitiendo así el inicio de un nuevo ciclo.
- Esta hormona es comercializada como Sincro-Mate-B e Easy Breed. Estos productos permiten la entrega paulatina de la hormona durante aproximadamente una semana para luego ser retirados, causando una brusca disminución de los niveles y con esto la ovulación.

### **2.8.1.3 Estrógeno**

El uso de estradiol exógeno en el control del ciclo estral tiene como objetivo desencadenar la luteolisis, cuando es aplicado en la mitad del ciclo o impedir el crecimiento de un nuevo cuerpo lúteo cuando es aplicado luego de la ovulación. Así mismo, el estradiol al ser aplicado al momento de la aplicación del progestágeno suprime la onda folicular presente e induce el desarrollo de una nueva onda folicular en promedio de 3 a 4 días.

### **2.8.1.4 GnRH**

Para controlar la dinámica folicular y la ovulación se han desarrollado protocolos que utilizan análogos de la hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRH) que causan la ovulación del folículo dominante, resultando en una nueva onda de crecimiento folicular dentro de los 2 o 3 días posteriores. Los protocolos de sincronización de la ovulación utilizando GnRH se han popularizado con el nombre de Ovsynch.

---

---

---

---

[www.portalveterinaria.com](http://www.portalveterinaria.com)).

### **2.8.2 Objetivos de la Sincronización**

Algunos programas requieren de la detección del estro (calor); otros incorporan la inseminación a tiempo fijo. Algunos programas están enfocados sobre la fase lútea del ciclo estral, otros sobre la fase folicular; pero todos ayudan a proporcionar los beneficios de reducir el manejo y mejorar las tasas de preñez. Esto incrementa el nivel de la eficiencia reproductiva siendo valioso porque:

- Pocas vacas altas productoras serán desechadas por razones reproductivas, más por baja producción de leche o problemas tales como mastitis crónica.
- Los costos por reemplazos son reducidos así como los animales desechados.
- Más leche es producida por día en la vida de una vaca (el avance promedio de un hato lechero se incrementaría de 9,000 a 11,000 kilogramos de leche en menos de 2 años).
- Más becerros son nacidos por año.
- La detección del estro (calor) es eliminada o se facilita su labor.
- La labor de detección del estro (calor) y apareamiento es reducida y modernizado.
- Los problemas reproductivos del hato pueden ser diagnosticados más rápidamente.
- El valor del veterinario como un objetivo evaluador del hato incrementará su rendimiento.
- La rentabilidad del hato mejora rápidamente.

[www.pfizerah.com.mx/health](http://www.pfizerah.com.mx/health)

---

---

---

---

## **2.9 Primera IA: Sincronizar o no sincronizar**

Un principio fundamental de la biología reproductiva es que la inseminación artificial es el primer paso para establecer una preñez. Desafortunadamente, muchas vacas no reciben su primer servicio de IA hasta después de 100 días en lactancia.

La primera inseminación postparto representa una oportunidad única para el manejo reproductivo de la vaca lechera porque en este momento todas las vacas del hato tienen el estatus conocido de preñez (no preñadas) lo cual permite el uso de sistemas de sincronización con hormonas que usan  $PGF2\alpha$  sin el riesgo de abortar una preñez previamente establecida. Mas aun, la reducción del intervalo del parto a la primera inseminación en todas las vacas del hato tiene un profundo efecto sobre la eficiencia reproductiva.

El intervalo de tiempo desde el parto hasta que la vaca es apta para recibir su primera IA es denominado Periodo de Espera Voluntario (PEV). Como lo dice su nombre, la duración de este intervalo es voluntario (una decisión de manejo), tradicionalmente varia entre 40 y 70 días en la mayoría de las fincas lecheras. (Fricke, 2003).

## **2.10 Protocolos de Sincronización de estro**

La sincronización del estro involucra el control o manipulación del ciclo estral con el propósito de que las hembras elegidas en un rebaño expresen estro (celo) aproximadamente al mismo tiempo. El factor determinante en el éxito de la sincronización es la elección del método adecuado, que se ajuste a las condiciones de cada animal. La sincronización de la conducta del estro también ha sido usada para mejorar la eficiencia reproductiva.

---

---

---

---

La sincronización de estro con PGF2 $\alpha$  ha sido exitosa si el ganado se insemina en un estro detectado (Lucy *et al.*, 1986; Stevenson *et al.* 1987; Larson y Ball, 1992) debido a que se incrementa la tasa de detección de estro, y el manejo de IA es más eficiente comparado con la detección diaria del estro. Sin embargo, el estro no está precisamente sincronizado con PGF2 $\alpha$  en vacas lecheras en lactancia que responden a PGF2 $\alpha$  porque este tratamiento solo regula el ciclo de vida del cuerpo lúteo y no sincroniza el crecimiento folicular. Por lo tanto, las vacas con cuerpo lúteo funcional entrarán en celo durante un período de siete días después del tratamiento con PGF2 $\alpha$ . Además, cuando las vacas reciben una IA de tiempo fijo 72-82 h después una segunda inyección PGF2 $\alpha$ , la tasa de preñez por IA fue aproximadamente la mitad de las vacas servidas en un estro detectado (Lucy *et al.*, 1986; Stevenson *et al.*, 1987; Larson y Ball 1992).

Hay muchos programas diferentes de reproducción disponibles conforme a la variabilidad de las necesidades de los productores. Pero sin embargo la variedad de todos ellos están diseñados con una simple meta, el mejorar el comportamiento reproductivo obteniendo un gran número de vacas preñadas en el menor período de tiempo.

### **2.10.1 Selectsynch**

El método Selectsynch (Selective Synchronization) se desarrolló con base en los resultados obtenidos al inseminar a calor detectado las vacas sometidas a los tratamientos anteriores. El protocolo es: GnRH - (7 días) - PGF2 alfa - I.A. al calor detectado (am-pm). La observación para detección de celos se hace desde 24 - 48 horas antes de la prostaglandina y se continúa por 5 - 7 días. Si hay estro antes de la prostaglandina se debe suspender el tratamiento e inseminar (am-pm). Como algunas hembras no manifiestan el celo después del tratamiento la alternativa para estos casos es la de detectar celos hasta 48 - 60 horas después de la PGF2 alfa, inseminar las que manifiesten celo y las que no lo hicieron se inseminan a las 60 - 72 horas aplicándoles GnRH al momento de la I. A.,

---

---

---

---

convirtiendo el tratamiento en un Cosynch con unas horas más entre la prostaglandina y el servicio.

En el Cuadro 4 se muestran los resultados obtenidos con las dos opciones de Selectsynch inseminando a celo detectado o con inseminación a tiempo fijo con o sin la aplicación de GnRH a la I.A. Los mejores resultados se obtuvieron con calor observado y después cuando se inseminó en forma fija a 72 horas.

Cuadro 4. Resultados Obtenidos con Diversas Opciones de Selectsynch  
Opción de Inseminación Gestación

A celo detectado (am-pm)	61%
Fija a 72 horas con GnRH	54%
Fija a 72 horas sin GnRH	55%
Fija a 80 horas con GnRH	39%
Fija a 80 horas sin GnRH	47%

(Aspron, 2004)

El Selectsynch es más sencillo y barato que Ovsynch y Cosynch, pues solo 30 - 40% de las vacas reciben la segunda inyección de GnRH, pero requiere detección de celos. La mayoría de las vacas muestran calor 2 - 4 días después de la prostaglandina. Con presentación de celos de 70 - 75% y fertilidad de 60 - 70% (mayor que en los otros métodos por el hecho de inseminar en un mejor momento) se obtiene 45 - 50% de gestación (Aspron, 2004).

### **2.10.2 Inserto intravaginal de progesterona (CIDR)**

---

---

---

---

Es un tratamiento de progesterona por corto término que permite la sincronización del estro con tasas aceptables de concepción. Es especialmente útil para sincronizar estros en novillas lecheras y vacas y novillas de carne.

Actualmente en el mercado se encuentran disponibles diferentes tipos de dispositivos intravaginales los cuales contienen concentraciones variadas de progesterona, como por ejemplo se tienen: CIDR-B (1,9 g de progesterona), PRID (1,55 g de progesterona), DIB (1 g de progesterona), DISPOCEL (1 g de progesterona), etc. (Becaluba, 2007)

Uno de los más utilizados es el CIDR-B. Este dispositivo consta de un implante en forma de T de silicona con un molde de nylon impregnado con 1,9 g de progesterona. La mucosa vaginal absorbe aproximadamente 0,5 a 0,6 mg de progesterona al día, determinándose de esta forma el bloqueo hipotalámico-hipofisiario.

El dispositivo es introducido en la cavidad vaginal a través de un aplicador semejante a un especulo que mantiene las extremidades de la T aproximadas a manera de facilitar su introducción. La extremidad distal del CIDR contiene un filamento de nylon que al final del periodo de utilización sirve para la remoción del dispositivo por tracción (Becaluba, 2007)

### **Características de CIDR:**

- Progesterona liberada a través de difusión controlada dentro del dispositivo.
  - Los niveles de progesterona en el plasma se elevan a 4µg/ml en una hora
  - Dispositivo para usar una sola vez para bioseguridad, control de transmisión de enfermedades venéreas y de origen sanguíneo.
  - PGF2 $\alpha$  permite la regresión del CL maduración folicular en consecuencia produce comportamiento de estro y ovulación.
  - Progesterona induce a ciclar animales en anestro/prepúberes (cuadro 5).
- 
-

Cuadro 5. Procedimiento de aplicación de CIDR

Día 0	Día 6	Día 7	Días 7 - 11
Inserte CIDR	Inyecte con PGF2 $\alpha$	Remueva el CIDR	Insemine a celo detectado

(www.pfizerah.com.mx/health)

### 2.10.3 Targeted Breeding (Prostaglandinas solamente)

Este es un programa en el cual se usa simplemente prostaglandinas tal como [LUTALYSE™/DINOLYTIC™](#) Solución Estéril (dinoprost trometamina) la cual lleva a las vacas a que entren en estro (calor) hasta cierto punto más predecible.

Al realizar este programa se deberán aplicar dos o tres inyecciones de [LUTALYSE/DINOLYTIC](#) (cuadro 6). Una inyección es dada como establecimiento para adecuar al ciclo estral de todas las vacas para que tengan ellas el estado correcto del estro (calor) en la próxima inyección. Seguido de la primera inyección, una inyección al apareamiento traerá a las vacas para la detección del estro e inseminarlas (IA.) A las no observadas en estro (calor) y no inseminadas deberán ser inyectadas nuevamente 14 días mas tarde, a lo largo con nuevos animales que están listos para su primera inyección de establecimiento para el apareamiento.

Cuadro 6. Procedimiento de aplicación de Targeted Breeding

Día 0 (45-60 días posparto)	Día 14	Días 15-18	Día 28 (vacas todavía sin servicio)	Días 29-32
Inyectar <a href="#">LUTALYSE/DINOLYTIC</a>	Inyectar <a href="#">LUTALYSE/DINOLYTIC</a>	Monitorear para detectar calores y dar servicio por I.A.	Inyectar <a href="#">LUTALYSE/DINOLYTIC</a>	Observación del estro y servir y/o asignar servicio a las 80 horas

---

---

([www.pfizerah.com.mx/health](http://www.pfizerah.com.mx/health))

#### 2.10.4 Targeted Breeding (Prostaglandina más CIDR Dispositivo Intravaginal)

Este es similar al programa de uso de prostaglandinas solamente excepto por el uso del Dispositivo Intravaginal CIDR, de liberación de progesterona el cual es insertado por siete días y posteriormente removido. La vaca estará recibiendo 5 ml de [LUTALYSE/ DINOLYTIC](#) para una posterior sincronización del estro (cuadro7). La ventaja de este programa es que al proporcionar progesterona tratará el anestro y ayudará a los animales a ciclar previo a la inyección de [LUTALYSE/ DINOLYTIC](#) solución Estéril.

---

Cuadro 7. Procedimiento de aplicación de Targeted Breeding con CIDR

---

Día 0 (45-60 días posparto)	Día 7	Día 14	Días 15-18	Día 28	Días 29 - 32
Inyectar <a href="#">LUTALYSE/ DINOLYTIC</a>	Insertar <a href="#">CIDR</a>	Inyectar <a href="#">LUTALYSE/ DINOLYTIC</a> y remover <a href="#">CIDR</a>	Observar para detectar calores y dar servicio por I.A.	Inyectar <a href="#">LUTALYSE/ DINOLYTIC</a>	Servir sobre calor detectado. Servir a todas las vacas que no sean vistas en estro a las 80 horas

([www.pfizerah.com.mx/health](http://www.pfizerah.com.mx/health))

#### 2.11 protocolos de Sincronización de la ovulación

Se pueden utilizar herramientas nuevas en el manejo de la reproducción para mejorar la eficiencia reproductiva en el hato lechero. El uso de sistemas de

---

---

---

---

sincronización con hormonas que permiten inseminación a tiempo fijo asegura que todas las vacas reciban su primera IA durante o cerca del final del periodo de espera voluntario (Fricke, 2003).

Gran variedad de protocolos de sincronización a tiempo fijo nuevos han llegado a la industria lechera desde la aparición de Ovsynch a mediados de los 90s. La variedad de modificación al protocolo original de Ovsynch ha llevado a mucha confusión entre los productores y sus consultores reproductivos acerca del “mejor” protocolo de inseminación a tiempo fijo para implementar en su finca. Los beneficios de cada uno de ellos se describen a continuación (Fricke, 2003).

Ahora que se cuenta con los protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo se insemina a más vacas en un tiempo corto, siendo de esperarse que más vacas queden preñadas durante las primeras etapas de la lactancia. Sin embargo, es evidente que en todos los programas sistemáticos de servicio la tasa de concepción a la primera inseminación artificial no llega al 100%. Por lo tanto, será necesario inseminar a las vacas en una segunda o tercera ocasiones, para lograr que queden gestantes. Los ganaderos deben prestar mucha atención entre los 18 y 24 días posteriores a la inseminación artificial para detectar a las vacas repetidoras y/o implementar un programa de inseminación de seguimiento (Re-synch) (Dalton, 2006).

### **2.11.1 Ovsynch**

Los fisiólogos reproductivos buscaron por mucho tiempo desarrollar un programa de sincronización que superara los problemas y limitaciones asociados con la detección visual del celo. Tal programa fue desarrollado en la universidad de Wisconsin- Madison en 1995 y es comúnmente conocido como Ovsynch (Fricke, 2001c).

---

---

---

---

Este protocolo de sincronización utiliza hormonas aprobadas para vacas lecheras en lactancias que esta limitado principalmente por la GnRH, que comercialmente esta disponible como Ovalyse (hormona que estimula la liberación de gonadotropinas LH y FSH) y Con una mayor concentración aumenta los índices de fertilidad en el ganado bovino y resuelve satisfactoriamente los quistes ováricos, lo que lo convierte en un producto altamente rentable.

Para el tratamiento de quistes ováricos y para aumentar los índices de fertilidad. Desencadena el mecanismo de respuesta en el organismo animal, dando como resultado una liberación y elevación de niveles de hormona luteinizante (LH) que estimula la ovulación o luteinización de los quistes en vacas.

Ovsynch sincroniza la ovulación antes que el estro, los productores no necesitan ya confiar en la detección del estro, siendo este uno de los principales problemas en la mayoría de las operaciones lecheras, para inseminar artificialmente sus vacas. Debido a que la ovulación se determina con precisión usando Ovsynch, la vacas lecheras en lactancia pueden ser servidas de forma programada mientras se mantiene una tasa de concepción similar a las de las vacas servidas en estro (Fricke, 2001c).

Ovsynch sincroniza el desarrollo folicular, la regresión del cuerpo lúteo, y el tiempo de la ovulación, permitiendo, por lo tanto, IA a tiempo fijo (ITF) después de la segunda inyección de GnRH y mejorando la tasa de servicio (Pursley, 1995).

El protocolo de Ovsynch involucra dos hormonas que son aprobadas para uso en vacas lecheras en lactancia, administrada en una etapa al azar del ciclo de estro, la primera inyección de GnRH induce la ovulación en 65% de las vacas y causa la emergencia de una nueva curva folicular en el 100% de las vacas. La inyección de PGF2 $\alpha$  induce la regresión del cuerpo lúteo espontáneo y/o inducido por GnRH, y la segunda inyección de GnRH sincroniza el tiempo de ovulación del folículo dominante de la curva folicular que empezó a crecer

---

---

---

---

después de la primera inyección de GnRH. La ovulación de un folículo dominante en respuesta a la segunda inyección de GnRH ocurre en 85% de las vacas lactantes que reciben este protocolo (Fricke *et al.*, 1998) y la ovulación se presenta dentro de 24 a 32 h después de la segunda inyección de GnRH en vacas sincronizadas seguido por el crecimiento de una nueva curva folicular (Pursley *et al.*, 1995).

El uso de una dosis de 50  $\mu$ g (1.0 ml) de Cystorelin por cada inyección del protocolo Ovsynch resulta en tasas de sincronización y de concepción similares al uso la dosis de 100  $\mu$ g (2.0 ml) (Fricke, 1998). Aunque la dosis reducida de Cystorelin ha sido efectiva, se debe usar la dosis completa recomendada de PGF2\_ para rodos los protocolos de ITF (Fig. 4).

Muchos estudios han mostrado que Ovsynch una estrategia efectiva y económica para mejorar el desempeño reproductivo de vacas de alta producción (Britt, 1998; Burke, 1996; Pursley, 1997a; Pursley, 1997b). Los primeros estudios mostraron tasas de concepción similares para vacas en lactancia manejadas en confinamiento recibiendo Ovsynch ó vacas servidas a estro detectado (Pursley, 1997). Sin embargo, varios estudios posteriores han reportado que Ovsynch resulta en menores tasas de concepción comparado con IA a estro detectado (Jobst, 2000; Stevenson, 1999). Además, la efectividad de Ovsynch en vacas lecheras manejadas en sistemas pastoriles todavía no ha sido determinada (Córdoba, 2001; Córdoba, 2002).

Los factores que expliquen la variación en la tasa de concepción entre hatos son desconocidos hasta ahora, pero pueden incluir la proporción de vacas anovulatorias en cada hato, la dinámica folicular de vacas individuales dentro de los hatos, o la habilidad del personal de la finca para la implementación de Ovsynch.

Para determinar la efectividad de usar Ovsynch para el manejo reproductivo de vacas en lactancia, 333 vacas de tres hatos lecheros de Wisconsin se les asignó al azar al parto, a uno de dos grupos (Pursley *et al.*, 1997b). La reproducción

---

---

---

---

para las vacas de control se manejó usando el procedimiento de manejo reproductivo típico usado en cada granja (es decir, detección de estro, servicio AM/PM, y uso periódico de PGF2 $\alpha$ ). La reproducción para las vacas tratadas con Ovsynch fue manejado por IA programada después del protocolo de Ovsynch en el mismo día cada semana. La condición de preñez se determinó 32 días después de IA para ambos grupos usando ultrasonografía transrectal. Las vacas no preñadas fueron reinseminadas usando el mismo tratamiento hasta que se las diagnosticó preñadas o fueron desechadas del hato. Los días promedio a la primera IA (54 vs 83 días) y un promedio de días abiertos ( 99 vs 118 días) fueron menores para las vacas tratadas con Ovsynch que para las vacas de control.

La tasa de preñez para la primera IA fue similar (37% vs 39%) para ambos grupos, aunque las vacas Ovysinch fueron servidas más temprano al postparto. La tasa de servicio se mejora en forma dramática usando Ovsynch porque todas las vacas elegibles son rutinariamente servidas en un día dado de la lactancia sin considerar la detección del estro. Por lo tanto, Ovsynch mejora la función reproductiva de las vacas lecheras en lactancia aumentando la tasa de servicio, permite una IA programada elimina el depender de la detección estro para IA comparada con el manejo reproductivo estándar.

Ovsynch mejora la eficiencia reproductiva de vacas lecheras en lactancia aumentando la tasa de servicio. Sin embargo, la tasa de concepción en respuesta a IA programada después Ovsynch es similar a la tasa de concepción en respuesta a IA después estro detectado. Los dos experimentos comparando de vacas en lactancia que reciben de un estro detectado (Control) programada después de la sincronización ovulación. (Ovsynch; Pursley *et al.*, 1997a). Para ambos experimentos, TP/IA no difiere entre grupos. Por lo tanto la IA después Ovsynch resulta en una fertilidad normal sin necesidad de detección de estro. Además, efectividad de Ovsynch para la sincronización ovulación en vaquillas lecheras vírgenes en el Experimento 2. La tasa de concepción fue mayor ( $p<0,01$ ) vaquillas que recibían IA programada después de la sincronización de ovulación (Ovsynch). Basados en estos resultados, Ovsynch recomienda como

---

---

---

---

método para sincronización de vaquillas lecheras. Pese a que no se entiende completamente, la diferencia en eficacia de Ovsynch entre vacas en lactancia y vaquillas se relaciona a las diferencias en los patrones de crecimiento folicular entre vacas en lactancia y vaquillas durante el ciclo estral.

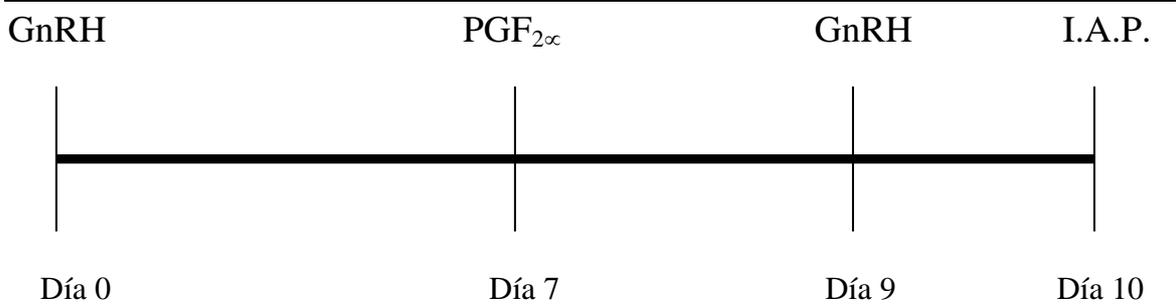


Figura 3. En el protocolo de sincronización de ovulación Ovsynch se induce la maduración folicular con regresión del cuerpo lúteo (CL) por medio de la inyección de GnRH y se practica la inseminación programada. La GnRH administrada el día cero sincroniza el inicio de una nueva onda folicular, la PGF<sub>2α</sub> aplicada el día 7 causa la regresión del CL y sincroniza el estro, y finalmente una segunda administración de GnRH el día 9 sincroniza la ovulación 24 a 32 horas después y el momento de la inseminación es 16 horas después de la segunda inyección de GnRH.

---

(Fricke, 2001c)

### 2.11.2 Presynch

Resultados obtenidos por (Vasconcelos, 1997) con vacas lecheras en producción, y los de Moreira et al. (2000) con vaquillas lecheras, sugieren que la iniciación de Ovsynch entre el día 5 y 12 del ciclo estral puede mejorar las tasas de concepción respecto al protocolo Ovsynch original. La resincronización hormonal para agrupar a vacas ciclando aleatoriamente para iniciar Ovsynch entre los días 5 y 12 del ciclo puede lograrse usando dos inyecciones de PGF<sub>2α</sub> administradas con 14 días de intervalo antes de la primera inyección de GnRH de Ovsynch. Una estrategia de presincronización en la que dos inyecciones de PGF<sub>2α</sub> se administran con 14 días de intervalo precediendo la iniciación de Ovsynch en 12 días ha demostrado mejorar las tasas de concepción de vacas lecheras en producción como complemento al programa Ovsynch (Moreira, 2000).

---

---

---

---

Las vacas fueron asignadas aleatoriamente a Ovsynch (n=262) o Presynch (n=264) para su primera IA posparto, la cual se condujo 16 horas después de la segunda inyección de GnRH. La primera y segunda inyección de PGF2 $\alpha$  se administraron a los 37 y 51 días en lactancia, respectivamente, y todas las vacas recibieron ITF a los 73 días en lactancia. Las tasas de concepción aumentaron del 29% para las vacas de Ovsynch al 43% para las de Presynch. De esta manera, el uso de Presynch para programar vacas lecheras a recibir su primera ITF posparto puede mejorar la tasa de concepción al primer servicio en el hato (Fig 5).

Una pregunta común acerca de los datos originales de Presynch de Moreira et al. (2000b) tiene que ver con la importancia del intervalo de 12 días entre la segunda inyección de PGF2 $\alpha$  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 dentro de las semanas sucesivas. Esto es importante para su aplicación en fincas lecheras que asignan grupos de vacas a iniciar el protocolo semanalmente de forma tal que el programa de inyecciones no se preste a confusiones entre grupos.

Para evaluar si dos inyecciones de PGF2 $\alpha$  con 14 días de intervalo administradas 14 días antes de la iniciación de Ovsynch cambiarían la dinámica folicular, la tasa de ovulación y la tasa de concepción de vacas lecheras en lactancia (Navanukraw, 2002) vacas Holstein no preñadas (n=257) >60 DL fueron agrupadas en bloques por número de partos y asignadas aleatoriamente a uno de dos grupos. Las vacas del primer grupo (Ovsynch, n=128) recibieron 50  $\mu$ g de GnRH (día -10); 25 mg de PGF2 $\alpha$  (día -3) y 50 g de GnRH (día -1) comenzando en una fase aleatoria del ciclo estral. Las vacas del segundo grupo (Presynch, n=129) recibieron Ovsynch pero con la adición de inyecciones de PGF2 $\alpha$  (25 mg) a los días -38 y -24. Todas las vacas recibieron ITF (día 0) 18 h después de las segunda inyección de GnRH.

Aunque la proporción de vacas ovulando a la primera y segunda inyección de GnRH no fue estadísticamente diferente entre tratamientos (41.1 y 69.6 vs. 35.9

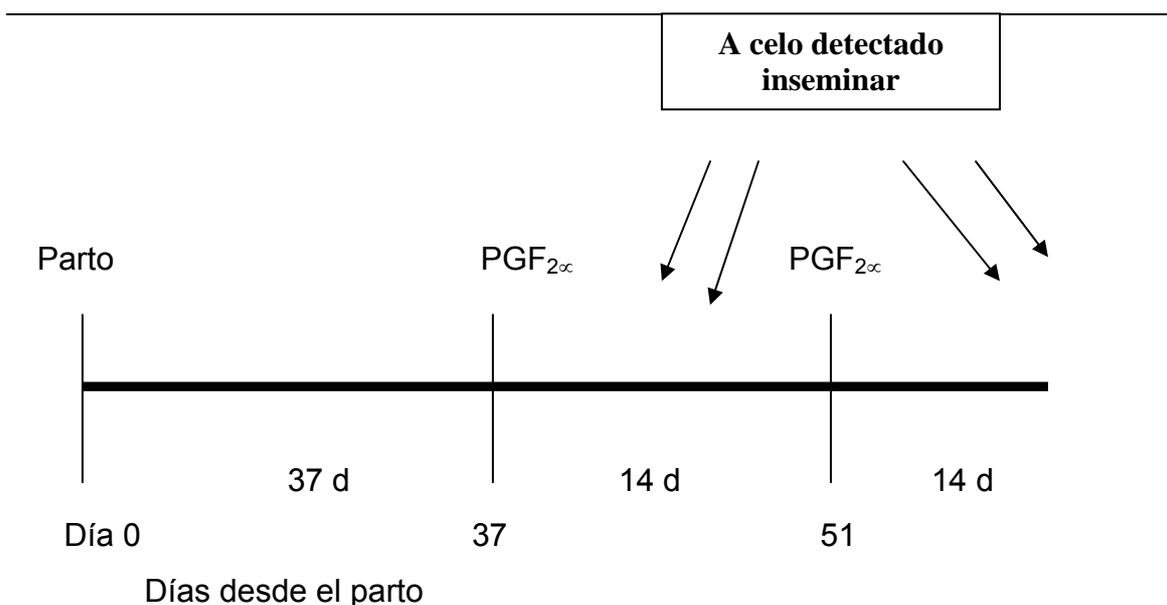
---

---

---

---

y 81.1% para Ovsynch vs. Presynch, respectivamente;  $P=0.58$  y  $0.17$ , test Chi-cuadrado), la tasa de concepción fue mayor ( $P<0.08$ ) para las vacas que recibieron Presynch vs. Ovsynch (48.1 vs. 37.5%). Estos datos respaldan el uso de este protocolo Presynch modificado para incrementar las tasas de concepción de vacas en lactancia recibiendo ITF, y la mayoría de las fincas lecheras que usan Ovsynch han incorporado esta modificación.



---

Figura 4. Protocolo de presincronización Presynch usando doble inyección de  $PGF_{2\alpha}$  con intervalo de 14 días antes de iniciar el protocolo Ovsynch. La primera inyección de Ovsynch se aplica 12 días después de la última inyección de  $PGF_{2\alpha}$ . (Fricke, 2001c)

---

### 2.11.3 . Cosynch

El término Cosynch ha sido usado para una modificación específica de Ovsynch o Presynch en la cual las vacas reciben la ITF inmediatamente después de la administración la segunda inyección de GnRH (Fig. 6). El uso Cosynch permite a los administradores de fincas manipular las vacas una vez menos, comparado con el protocolo original, pero importante aún, permite que la manipulación de todas las vacas ocurra a la misma hora a pesar de que esto es ventajoso desde

---

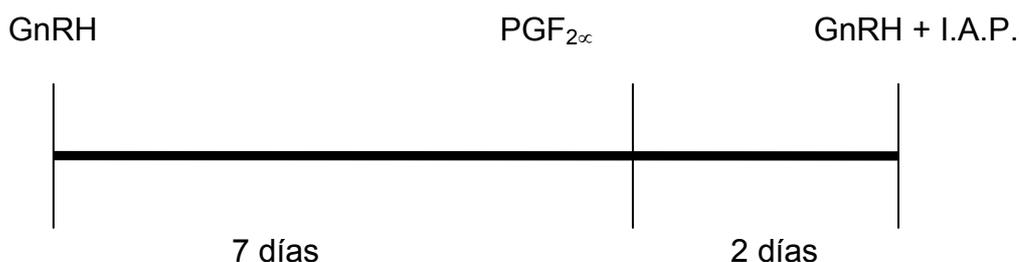
---

---

---

el punto de vista del manejo, no se logran tasas de concepción óptimas con Cosynch (Pursley, 1998).

Para medir el tiempo óptimo de IA respecto a la ovulación sincronizada, vacas en lactancia (n=733) de varios hatos lecheros de Wisconsin con un promedio de producción por vaca año de 22,000 a 26,000 libras fueron asignadas aleatoriamente a cinco grupos por estado de lactancia y número de partos (Pursley, 1998). La ovulación se sincronizó usando Ovsynch, y las vacas recibieron IA a las 0, 8, 16, 24, ó 32 horas después de la segunda inyección de GnRH. En este estudio, el grupo de la hora 0 es equivalente al protocolo Cosynch. Como fue determinado en un estudio preliminar, todas las vacas ovulan 24 a 32 horas después de la segunda inyección de GnRH. La hora de las inyecciones fue programada de tal manera que todas las vacas fueron inseminadas al mismo tiempo, los inseminadores no sabían a que grupo pertenecía cada vaca. El estado de preñez fue determinado 25 a 35 días después de la IA en todos los grupos por medio de ultrasonografía transrectal. La tasa de concepción y tasa de parición fue mayor ( $P<0.05$ ) para las vacas en los grupos de las horas 0, 8, 16, y 24 comparado con el grupo de la hora 32. Las pérdidas de preñez fueron menores ( $P<0.05$ ) para el grupo de la hora 0 comparado con todos los otros grupos, y hubo una tendencia a mayor pérdida de preñez en el grupo de la hora 32 ( $P<0.01$ ). De esta manera, aunque no hay diferencia en la tasa de concepción entre 0 y 24 horas después de la segunda inyección de GnRH, inseminar muy tarde (como a las 32 horas) disminuye la tasa de concepción.



---

Figura 5. Protocolo Cosynch de sincronización de la ovulación.

---

(Fricke, 2001c)

#### **2.11.4 Heatsynch**

Heatsynch es un nuevo protocolo de inseminación que ha sido desarrollado en vez de usar la segunda inyección de GnRH empleada en el protocolo Ovsynch original. En este sistema se usa una inyección de cipionato de estradiol (ECP).

La GnRH tiene un efecto inmediato sobre la liberación súbita (pulso) de LH, mientras que el ECP tiene un efecto sostenido sobre la hormona. Estudios recientes han demostrado que las vacas inyectadas con GnRH muestran una liberación de LH en la hora siguiente de la inyección, pero el pulso de LH persiste durante 40 horas en las vacas inyectadas con ECP. Esta diferencia tan grande en duración del incremento de LH indica que se tienen que alterar los intervalos en inyecciones de hormonas cuando se sustituye la GnRH por ECP. El Heatsynch consiste en una inyección de GnRH (100 microgramos) el día 0, siete días después se aplican 25 mg de PGF<sub>2α</sub> y 24 horas después se administra 1 mg de ECP; esta última hormona se administra en vez de 100 mcg de GnRH (figura 3). El retraso en el intervalo del incremento de LH sugiere que hay que fijar el momento de la inseminación 72 horas después de la última inyección de PGF<sub>2α</sub>, en otras palabras, 48 horas después del ECP.

Usando el protocolo Heatsynch, los productores pueden observar vacas con signos de calor porque los estrógenos (ECP) inducen la expresión de signos de calor después de la inyección. Las vacas detectadas en estro con este protocolo deben ser inseminadas de acuerdo con la rutina normal a.m. – p.m. (las vacas detectadas en la mañana se inseminan en la tarde y las detectadas en la tarde se inseminan en la mañana) o también inseminarlas 72 horas después de la inyección de PGF<sub>2α</sub>.

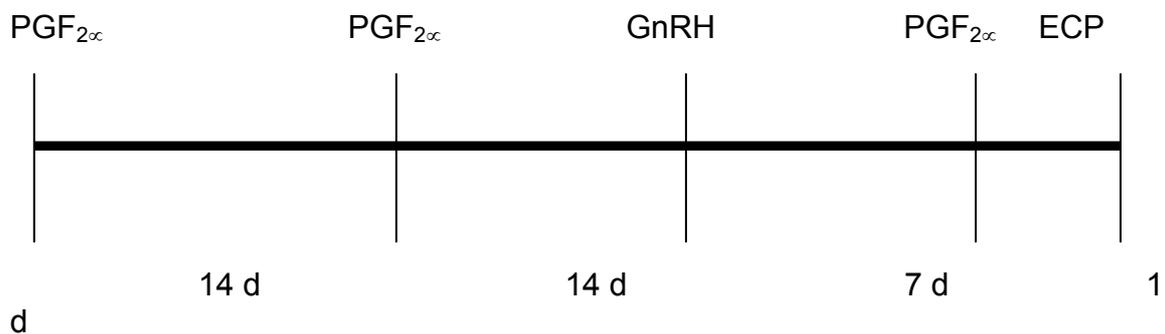
Según Ruiz, 2004, en un estudio se encontró que 40% de las vacas fueron detectadas en calor con el protocolo Heatsynch en comparación con 8% usando

---

---

---

el protocolo original Ovsynch. Una de las mayores ventajas con el protocolo Heatsynch en comparación con el Ovsynch es la reducción en el costo de la GnRH. Se ha demostrado que la tasa de concepción después del protocolo Heatsynch es de 50.7 +/- 6.5%. El ECP puede causar ovulación para inseminación artificial programada en vacas lecheras en producción, pero puede no ser tan efectivo como la GnRH en inducir ovulación en vacas anovulatorias (Ruiz, 2004).



---

Figura 6. Secuencia del protocolo Heatsynch.

---

([www.agteamdirect.com](http://www.agteamdirect.com))

### **Características de Heatsynch:**

ECP es administrado 24 horas después de la inyección final de Lutalyse®(PGF2a) en lugar de 48 horas para la GnRH.

I.A. en tiempo a las 48 horas después de la inyección de ECP.

No tan efectiva como la GnRH para inducir ovulación en vacas anovulares con anestro.

Costo más bajo comparado con GnRH.

La recomendación de un estudio es inseminar cualquier vaca detectada en celo estático por una inyección ECP 24 horas después para mejorar la respuesta en

---

---

---

---

general al protocolo. Vacas no detectadas en celo a 24 horas recibirán luego inseminación en tiempo a 48 horas después ECP.

## **2.12 Resincronizacion**

Las tasas de concepción de vacas lecheras de alta producción son del 40% o menos, el 60% o más de las vacas fallan en concebir y por lo tanto requieren una estrategia de resincronización para recibir rápidamente un nuevo servicio.

ReSynch es el término general que se le ha dado a los esquemas de sincronización que se han desarrollado para re-sincronizar rápidamente el estro o la ovulación en el ganado sin saber el estado exacto de gestación del animal.

La resincronización de vacas para tener una segunda oportunidad mediante la utilización del Ovsynch iniciado 21 días después de la primera IA resulta en una tasa de concepción similar a ésta.

La pendiente aprobación del dispositivo CIDR por parte de la FDA en vacas lecheras en lactancia permitirá una nueva estrategia de resincronización. Por lo tanto, el desafío es desarrollar y evaluar nuevos sistemas de resincronización hormonal que programen a vacas vacías para recibir una nueva IA y permitir un manejo reproductivo más eficiente de los rodeos lecheros (Fricke, 2003).

### **2.12.1 Resynch**

Basado en promedio de concepción de 35% en los EEUU. Se puede obtener cerca de 65% en vacas no preñadas después de una sola inseminación. Puesto que la meta es tenerlas a todas preñadas, hace sentido identificar vacas abiertas lo más temprano que sea posible y remitirlas en un corto periodo de tiempo a un segundo servicio de IA. Resincronización es una estrategia mediante la cual vacas no preñadas son remitidas rápidamente para un segundo servicio de IA. Después del chequeo de preñez usando los protocolos OvSynch, CoSynch o

---

---

HeatSynch. En este programa la primera GnRH para la resincronización es proporcionada a vacas abiertas el día del chequeo del hato (día 0) lo cual debería ser día 26-33 después de la primera inseminación (cuadro 8). No es recomendado empezar la resincronización antes del día 26 por la baja fertilidad experimentada comprobada por ensayos de investigación ([www.agteamdirect.com](http://www.agteamdirect.com)).

### Características de Resynch:

Resincronización es una estrategia agresiva que debe ser combinada con un diagnostico temprano de preñez (idealmente ultrasonido) para obtener la mayor ventaja. Si no se está usando ultrasonido, es necesario ir al día 33-40 para el diagnostico de preñez.

Si se usa HeatSynch es recomendable proporcionar ECP en el día 8 en vez de GnRH en el día 9 e IAT en el día 10.

Cuadro8. Procedimiento para la aplicación de Resynch

Día 0	Día 33	Día 40	Día 42
IA a tiempo fijo	Chequeo de preñez e inyectar GnRH solo a las vacas vacías	Inyecte PGF2 $\alpha$ a las vacas resincronizadas en el día 33	Inyecte GnRH y IAT de acuerdo con el programa seleccionado.

([www.agteamdirect.com](http://www.agteamdirect.com))

### 2.12.2. Resynch -7

ReSynch -7 es una estrategia de resincronización aun mas agresiva en la cual la primera inyección de GnRH para la segunda sincronización (resincronización) es administrada 7 días antes del diagnostico de preñez (día 0). Aunque las vacas reciben GnRH sin conocer el estado de preñez GnRH no tiene impacto negativo en vacas preñadas. Usando resynch -7 las vacas abiertas reciben PGF2 $\alpha$

---

---

inmediatamente después del diagnóstico de preñez y son inseminadas 2 (CoSynch) o 3 (OvSynch) días después del chequeo de preñez (cuadro 9). Con este programa se puede volver a remitir todas las vacas vacías para una segunda IA. Una semana más pronto comparado con ReSynch 0 ([www.agteamdirect.com](http://www.agteamdirect.com)).

### Características de Resynch 7:

No deberá hacerse chequeo de ultrasonido después del día 33 post inseminación puesto que se estaría dando GnRH más temprano del día 26. La administración de GnRH después del día 26 post IAT puede reducir las posibilidades de éxito.

ReSynch rápido es una modificación de ReSynch suministrando PGF2 $\alpha$  a vacas vacías al momento del diagnóstico de preñez pero no suministrando la primera GnRH. Este programa puede producir resultados inconsistentes porque no está sincronizada una onda folicular, en consecuencia es desconocido el estado de desarrollo folicular a la IA. en tiempo fijo.

---

Cuadro 9. Procedimiento de la aplicación de Resynch-7

---

Día 0	Día 26	Día 33	Día 35
IA a tiempo fijo	Inyecte GnRH a todas las vacas (desconociendo el estado de preñez)	Chequeo de preñez. Inyecte PGF2 $\alpha$ solo a vacas vacías.	Inyecte e IA en tiempo fijo de acuerdo al programa seleccionado

([www.agteamdirect.com](http://www.agteamdirect.com))

---

---

---

---

### **3. CONCLUSION**

La detección del estro en vacas lecheras lactantes es pobre, no solo por inadecuados protocolos de detección sino porque las vacas de alta producción expresan el estro muy débilmente. Los productores pueden mejorar su tasa de preñez mas efectivamente mejorando su tasa de servicio de IA en sus hatos, y esto puede alcanzarse con la ayuda de la sincronización del estro y de la ovulación, para lo cual se puede recurrir al uso de productos tales como selectsynch, CDIR, Targeted Breeding, Targeted Breeding Modificado, Ovsynch, Presynch, Cosynch y Heatsynch además de dar una oportuna resincronizacion en caso de no quedar gestantes con estos protocolos.

---

---

---

---

## LITERATURA CITADA

- Aspron M. A** , 2004, Curso de Actualización - Manejo Reproductivo del Ganado Bovino, Publisher: International Veterinary Information Service (www.ivis.org), Ithaca, New York, USA.
- Archibald, L. H, T. Tran, R. Massey, and E. Klapstein.** 1992. Conception rates in dairy cows after timed-insemination and simultaneous treatment with gonadotropin-releasing hormone and/or prostaglandin F2 $\alpha$ . *Theriogenology* 37:723.
- Ax, R. 2005.** Uso de hormonas para incrementar las tasas de gestación. Memorias del DIGAL chihuahua, pags.1- 21.
- Britt, J.S., and J. Gaska.** 1998. Comparison of two estrus synchronization programs in a large, confinement-housed dairy herd. *JAVMA* 212:210-212.
- Bó, G.A., G.P. Adams, R.A. Pierson, y R.J. Mapletoft.** 1995. Exogenous control of follicular wave emergence in cattle. *Theriogenology*; 43:31-40.
- Bo G.A, M.Caccia , M. Martinez, y R.J. Mapletoft.** 1996 Follicular wave emergence after treatment with estradiol benzoate and CIDR-B vaginal devices in beef cattle. 13th Int Congr Anim Reprod, Sydney, Australia; 7:22 abstr.
- Bó, G.A., L. Cutaia, G.M. Brogliatti, M. Medina, R. Tríbulo y H. Tríbulo.** 2001. Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en ganado bovino utilizando progestágenos y estradiol. Resúmenes Cuarto Simposio Internacional de Reproducción Animal, Huerta Grande, Córdoba. Argentina.pp. 117-136.
- Bó, G.A., L. Cutaia, y R. Tribulo.** 2002. Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne: algunas experiencias realizadas en Argentina. Primera Parte. *Taurus*; 14: 10-21.
- Burke, J.M., R.L. de la Sota, C.A. Risco, C.R. Staples, E.J.P. Schmitt, and W.W. Thatcher.** 1996. Evaluation of timed insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79:1385-1393.
- Butler, W. R., D. J. R. Cherney, and C. C. Elrod.** 1995. Milk urea nitrogen (MUN) analysis: Fields trial results on conception rates and dietary inputs. *Proc. Cornell Nutr. Conf.* p. 89
- 
-

---

---

**Colazo**, M.G. G.A. Bó, H. Illuminanti, G. Meglia, E.E. Schmidt y J. Bartolomé. 1999. Fixed-time artificial insemination in beef cattle using CIDR-B devices, progesterone and estradiol benzoate. *Theriogenology*; 51:404 abstr.

**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.

**Cordoba**, 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.

**Cutaia**, L., D. Moreno, M.L. Villata, y G.A. Bó, G.A. 2001. Synchrony of ovulation in beef cows treated with progesterone vaginal devices and estradiol benzoate administered at device removal or 24 hours later. *Theriogenology*; 55:408 abstr.

**Dalton**, J.C. \*1, A. Ahmadzadeh\*2, R.C. Chebel\*3, y M.W. Overton. 2006. Como elevar al máximo el desempeño reproductivo en los bovinos lecheros de alta producción.\*Universidad de Idaho, 1Centro de Extensionismo e Investigación Caldwell, 2Departamento de Ciencias Animales y Veterinarias, Moscú, 3Centro de Enseñanza Veterinaria Caine, Caldwell † Universidad de California, Davis, Centro de Enseñanza e Investigación en Medicina Veterinaria –Tulare.

**Darwash** A.O, G.E. Lamming, y J.A. Woolliams. 1997b. The phenotypic association between the interval to postpartum ovulation and traditional measures of fertility in dairy cattle. *J Anim Sci* .65:9-16.

**Dechow** C.D., G.W. Rogers and J.S. Clay. 2001 Heredabilities and correlations among body condition scores, production traits, and reproductive performance .*J. Dairy Sci.* 84:266-275.

**Dransfield**, M. B. G., R. L. Nebel, R. E. Pearson, and L. D. Warnick. 1998. Timing of artificial insemination for dairy cow identified in estrus by a radiotelemetric estrus detection system. *J. Dairy Sci.* 81:1874.

**Echternkamp**, S. E., and K. E. Gregory. 1999. Effects of twinning on gestation length, retained placenta, and dystocia. *J. Anim Sci.* 77:39

**Fricke** P. M., J. N. Guenther, y 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.

---

---

---

---

**Fricke**, P.M. 2001a Estrategias agresivas de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva. Institute Babcock, Department of Dairy Science, University of Wisconsin- Madison, Novedades Lacteas.

**Fricke**, P. M. 2001b Entendiendo la clave para una reproducción exitosa. Institute Babcock, Department of Dairy Science, University of Wisconsin-Madison, Novedades lacteas.

**Fricke**, P.M. 2001c. Manipulación de la función ovárica. Institute Babcock, Department Dairy Science, University of Wisconsin – Madison, Novedades lácteas.

**Fricke**, P. M., and D. Randy. 2001. Manejando trastornos reproductivos en vacas lecheras. Institute Babcock, Department of Dairy Science, University of Wisconsin-Madison, Novedades Lacteas.

**Fricke** P.M. 2003., Monitoreando la reproducción desde la puerta de entrada. Department of Dairy Science, University of Wisconsin- Madison, Novedades Lacteas.

**Fricke**. P. M. 2003., La ecuacion de la reproduccion en los rodeos lecheros. Taurus, Bs. As., 5(20):8-14. USA.

**Foote**, R. H. 1981. Factors affecting gestation lengthin in dairy cattle. TTheriogenology 6:553.

**Gallo** L., P. Carnier, M. Cassandro, R. Dal Zotto, and G. Bittante. 1999. Genetic aspects of condition score , heart girth and milkyield in Italian Fresian cows. Pages 159-164 in metabolic stress in dairy cows.

**Hansen**, P.J., M. Drost,R.M., Rivera, F.F.Paula-Lopes, Y.M. Al-Katanani, C.E. Krininger III, C.E., and C.C. Chase, Jr., 2001. Adverse impact of the heat stress on embryo production: causes and strategies for mitigation. Theriogenology. 55: 91-103.

**Harrison**, R. O., S. P. Ford, J. W. Young, A. J. Conley, and A. E. Freeman . 1990. Increased milk production versus reproductive and energy status of high producing dairy cow. J. Dairy Sci. 73:2749.

**Hernández**, C.J, A.A.Porrás y S. Benítez 1994. Eficiencia de la detección de estros y niveles de progesterona al momento de la inseminación de vacas Holstein. Av en Inv Agropecuaria. 3:12-17.

**Hernández**, C.J, y R.J.S. Morales. 2001. Falla en la concepción en el ganado lechero: Evaluación de terapias hormonales. Vet Méx .32:279-287.

---

---

---

---

**Hunter, R.H.F.** 1985. Fertility in cattle: basic reasons why late insemination must be avoided. *Anim. Breed. Abstr.* 53:83-87.

**Jobst, S.M., R.L. Nebel, M.L. McGilliard, and K.D. Pelzer.** 2000. Evaluation of reproductive performance in lactating dairy cows with PGF $2\alpha$ , gonadotropin-releasing hormone, and timed artificial insemination. *J. Dairy Sci.* 83:2366-2372.

**Larson, L. L., and P. J. H. Ball.** 1992. Regulation of estrous cycles in dairy cattle: a review. *Theriogenology* 38:255.

**Lucy, M. C., J. S. Stevenson, and E. P. Call.** 1986. Controlling first service and calving interval by prostaglandin F $2\alpha$ , gonadotropin-releasing hormone, and timed insemination. *J. Dairy Sci.* 69:2186.

**Lucy, M.C.** 2001. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? *J Dairy Sci.* 84:1277-1293.

**Lopez H., L.D. Satter, y M.C. Wiltbank** 2004. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science.* 81:209-223.

**Lopez H, L.D. Satter, M.C. Wiltbank.** 2004. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science.* 81:209-223.

**Macmillan, K. L., and J. D. Watson.** 1975. Fertility differences between groups of sires relative to the stage of oestrus at the time of insemination. *Anim. Prod.* 21:243.

**Macmillan, K.L. y A.J. Peterson.** 1993. A new intravaginal progesterone releasing device for cattle (CIDR-B) for estrus synchronization, increasing pregnancy rates and the treatment of post-partum anestrus. *Anim. Reprod. Sci.* 33:1-25.

**Martínez, M.F. J.P. Kastelic, G.P. Adams, E. Janzen, D. McCartney, R.J. Mapletoft.** 2000. Estrus synchronization and fertility in beef cattle given CIDR and estradiol or GnRH. *Can. Vet. J.* 41, 786-790.

**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. Lopes, R. Mattos, and W.W. Thatcher.** 2000b. 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.).

---

---

---

---

**Nielen, M., Y.H. Schukken, D. T. Scholl, H. J. Wilbrink, and A. Brand. 1989.** Twinning in dairy cattle: a study of risk factors and effects. *Theriogenology* 32:845

**Navanukraw, C., L.P. Reynolds, A.T. Grazul-Bilska, D.A. Redmer, and P.M. Fricke. 2002.** Effect of presynchronization on pregnancy rate to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85(Suppl. 1):263.

**Oltenacu, P. A. T. R. Rounsaville, R. A. Milligan, and R. H. Foote, 1981.** Systems analysis for designing reproductive management programs to increase production and profit in dairy herds. *J. Dairy Sci.* 64:2096

**Pecsock, S. R., M. L. Mcgillard, and R. L. Nebel . 1994.** Conception rates. 1. Derivation and estimates for effects of estrus detection on cow profitability. *J. Dairy Sci.* 77:3008.

**Pfau, K. O., J. W. Bartlett, C. E. Shuart. 1948.** A study of multiple births in a Holstein- Friesian herd. *J. Dairy Sci.* 31:241.

**Pryce, J.E., M.P. Coffey and S. Brotherstone. 2000.** The genetic relationship between calving interval, condition score and linear type and management traits in pedigree registered Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83:2664-2671.

**Pursley J. R., M. O. Mee, M. C. Wiltbank. 1995.** Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF<sub>2</sub> and GnRH. *Theriogenology* 44:915.

**Pursley J. R., M. R. Kosorok, M. C. Wiltbank. 1997a.** Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. *J. Dairy Sci.* 80:301.

**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., P. M. Fricke, H. A. Garverick, D. J. Kesler, J. S. Ottobre, J. S. Stevenson M. C. Wiltbank, 2001.** Improved fertility in ovulatory lactating dairy cows treated with exogenous progesterone during Ovsynch. *J. Dairy Sci.* Abstract Submitted.

**Ravagnolo O. and I . Misztal, 2002.** Effect of heat stress on nonreturn rate in Holstein cow: Genetic analyses *J. Dairy Sci.* 85: 3092-3100.

**Ryan, D. P., and M. P. Boland. 1991.** Frequency of twin births among Holstein-Friesian cow in a warm dry climate. *Theriogenology* 36:1.

**Royal, M.D., J.E. Pryce, J.A. Woolliams, and A.P.F. Flint. 2002.** The genetic relationship between commencement of luteal activity and calving interval, body condition score, production, and linear type traits in Holstein –Friesian dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 85:3071-3080.

---

---

---

---

**Satter**, L. D. and M.C. Wiltbank. 2003. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Journal Dairy Science* (Abstr.) Department of Dairy Science. University of Wisconsin, 1675 Observatory drive, Madison, WI 53706, USA.

**Sengler**, P.L. 1994. The estrus detection problem: new concepts, technologies, and possibilities. *J. Dairy Sci.* 77:2745-2753.

**Stevenson**, J.S., and E.P. Call. 1983. Influence of early estrus, ovulation, and insemination on fertility in postpartum Holstein cow. *Theriogenology* 19:367-375.

**Stevenson**, J. S., M. C. Lucy, and E. P. Call. 1987. Failure of timed inseminations and associated luteal function in dairy cattle after two injections of prostaglandin F<sub>2</sub>α. *Theriogenology* 28:937.

**Stevenson**, J. S., and J. R. Pursley. 1994. Use of milk progesterone and prostaglandin F<sub>2</sub>α in a scheduled artificial insemination program. *J. Dairy Sci.* 77:1755.

**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 F<sub>2</sub>α. *J. Dairy Sci.* 82:506-515.

**Spalding**, R. W., R. W. Everett, and R. H. Foote. 1974. Fertility in New York artificially inseminated Holstein herds in dairy herd improvement. *J. Dairy Sci.* 58:718

**Trimberger** GW. Breeding efficiency in dairy cattle from artificial insemination at various intervals before and after ovulation. *Nebraska Agric. Exp. Stn. Bull.*, 153:3 (1948).

**Vasconcelos**, J.L.M., R.W. Silcox, J.A. Lacerda, J.R. Pursley, and M.C. Wiltbank. 1997. Pregnancy rate, pregnancy loss, and response to heat stress after AI at two different times from ovulation in dairy cows. *Biol. Reprod.* 56(Suppl 1):140 (Abstr.).

**Veerkamp** R.F., J.K. Oldenbroek, H.J. Van Der Gaast, and J.H.J. Van Der Werf. 2000. Genetic correlation between days until start of luteal activity and milk yield, energy balance, and live weights. *J. Dairy Sci.* 83:577-583.

**Washburn**, S.P., W.J. Silvia, C.H. Brown, B.T. McDaniel, and A.J. McAllister. 2002. Trends in reproductive performance in southeastern Holstein and Jersey DHI herds. *J. Dairy Sci.* 85:244-251.

**Weigel**, K.A. 2003. Improving the reproductive efficiency of dairy cattle through genetic selection. *J. Dairy Sci.* (Submitted).

---

---

---

**Westwood** C.T., I.J. Lean and J.K. Garvin. 2002. Factors influencing fertility of Holstein dairy cows: A multivariate description. J. Dairy Sci. 85:3225-3237.

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

**Wolfenson**, D., Z. Roth, and R. Meidan, 2000. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. Anim. Reprod. Sci. 60-61: 535-547.

**Zarco**, QL, y C.J. Hernández . 1996. Momento de ovulación y efecto del intervalo entre el inicio del estro y la inseminación artificial sobre el porcentaje de concepción de vaquillas Holstein. Vet Mex .27:279-283.

## BIBLIOGRAFIA DE INTERNET

[http://www.uc.cl/sw\\_educ/prodanim/caracter/fi9.htm](http://www.uc.cl/sw_educ/prodanim/caracter/fi9.htm)

<http://www.portalveterinaria.com/syntex/informe.php?id=1&id2=1>

[http://www.engormix.com/metodos\\_sincronizacion\\_celos\\_bovinos\\_s\\_articulos\\_1678\\_GDL.htm](http://www.engormix.com/metodos_sincronizacion_celos_bovinos_s_articulos_1678_GDL.htm)

<http://www.engormix.com>. Guastavino E. 2007. Detección de celos en bovinos. Artículo técnico.

<http://www.pfizerah.com.mx/health.asp?country=MX&species=DA&lang=SP&drug=IN&t=834&key=838&type=3> Programa de Reproducción

[http://www.engormix.com/nuevas\\_tecnologias\\_manejo\\_deteccion\\_s\\_articulos\\_1626\\_GDC.htm](http://www.engormix.com/nuevas_tecnologias_manejo_deteccion_s_articulos_1626_GDC.htm)

---

---

---