

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
"UNIDAD LAGUNA"**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**PARÁMETROS REPRODUCTIVOS EN VACAS ALTAS**

**PRODUCTORAS EN LA REGIÓN LAGUNERA**

**COAHUILA-DURANGO**

**POR**

**EDUARDO FLORES HERNANDEZ**

**MONOGRAFÍA**

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL**

**TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA.**

**Torreon, Coahuila, Méx.**

**Enero 2005**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
"UNIDAD LAGUNA"

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



MONOGRAFÍA

PARÁMETROS REPRODUCTIVOS EN VACAS ALTAS PRODUCTORAS EN LA  
REGIÓN LAGUNERA  
COAHUILA-DURANGO

PRESENTANDO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA.

APROBADO POR

  
MC. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

  
Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal  
UAAAN - UT.

Torreón, Coahuila.

UNIVERSIDA AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
"UNIDAD LAGUNA"

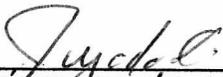
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



MONOGRAFÍA

PARÁMETROS REPRODUCTIVOS EN VACAS ALTAS PRODUCTORAS EN LA  
REGIÓN LAGUNERA  
COAHUILA-DURANGO

JURADO

  
MC. JOSÉ DE JESÚS QUEZADA AGUIRRE  
PRESIDENTE DEL JURADO

  
IZ. JORGE HORACIO BORUNDA RAMOS  
VOCAL

  
MVZ. RODRIGO SIDRÓ SIMÓN ALONSO  
VOCAL

  
IZ. HÉCTOR MANUEL ESTRADA FLORES  
VOCAL SUPLENTE

Torreón, Coahuila

## DEDICATORIA

**A MI PADRE ALFREDO FLORES GUTIERREZ (†) Que en vida me formaste en las bases de decencia y que siempre nos diste a tu familia y a los que te rodeaban todo lo que tenias y lo que eras. Gracias por que a pesar de que no pudiste estar en este momento con migo nunca dejaste de apoyarme por todo esto siempre te estaré agradecido en donde quiera que te encuentres te recuerdo y siempre te amare.**

**A MI MADRE MARIA LUISA HERNANDEZ RAMIREZ Por que todo lo que soy es gracias a Ti. En los momentos mas difíciles siempre estuviste ahí para sacarme adelante, por que todo el tiempo que invertiste con migo hoy se refleja en los logros que hoy alcanzo por que no solo es un logro mi si no tuyo por que nunca dejaste de darme la mano y siempre me levantaste en mis caídas. Por todo esto muchas gracias mi dulce consuelo de mi vida TE AMO.**

**A MIS HERMANOS Que en cada uno me enseñó y formó las aptitudes de mi persona y me apoyaron en este logro de mi vida gracias ALFREDO, LUIS M. JAIEME A. MERCEDES.**

## AGRADECIMIENTOS.

A MI “ Alma Mater” por dado la formación profesional que hoy culmino y haber podido ser parte de esta gran institución y de las grandes personas que trabajan en ella.

Al MC. José de Jesús Quezada Aguirre por darme la oportunidad y la confianza de apoyarme en el termino de mi carrera profesional por que su apoyo es la pauta de lo que hoy pude hacer. Gracias por brindarme su amistad.

A MIS CATEDRATICOS Por darnos su tiempo y experiencia para poder ser unos mejores profesionistas a todos ellos GRACIAS.

A MIS COMPAÑEROS Por el tiempo y la experiencia que tuvimos en el tiempo de estudiantes en la Universidad las cuales nos han formado como profesionistas y como seres humanos.

## INDICE

	Paginas
I.-INTRODUCCIÓN	1
II.-TASA DE SERVICIO	4
2.1.- comentarios generales sobre la tasa de servicio	4
2.2.- Implementos de ayuda en la detección de celo	5,6
2.3.- Uso de PGF2 $\alpha$ para mejorar la tasa de servicio	7,11
2.4.- Uso de la sincronización de la ovulación (Ovsynch) para incrementar la tasa de preñez	12,15
2.5.-Ejemplo de mejoramiento de la tasa de servicio en la vacas lecheras en lactancia	16,17
III.- TASA DE SERVICIO A LA PRIMERA IA.	18,20
3.1.- Tasa de servicio a la segunda y posteriores IAs.	21,23
IV.- TASA DE PREÑEZ POR IA.	24
4.1.- Aspectos generales de la tasa de preñez por IA.	24,28
4.2.- Momento optimo para la IA	29,33
4.3.- Fertilidad de la vaca	34,39
V.-COMENTARIOS FINALES	40,41
BIBLIOGRAFIA	42,44

# **PARÁMETROS REPRODUCTIVOS EN VACAS ALTAS PRODUCTORAS EN LA REGIÓN LAGUNERA COHAUILA Y DURANGO.**

## **I.-INTRODUCCION.**

Reproductiva es un tema esencial en la rentabilidad de un hato lechero. Una encuesta realizada recientemente por el Centro de Rentabilidad Lechera de la le solicito a un grupo de productores región lagunera, elegidos al azar entre productores de, que ordenaran diferentes temas de producción lechera según la importancia que estos tienen con respecto al futuro rentable de su empresa. Entre 52 temas posibles tanto la salud de los hatos como la producción de los mismos aparecieron como prioritarios para la rentabilidad futura de la lechería.

Muchos de los costos asociados con la producción aparecen a simple vista al ojear los registros de balances, como por ejemplo los costos de semen, los costos de las medicinas y de los honorarios de los veterinarios. La mayoría de los productores lecheros también se dan cuenta que existen grandes costos de oportunidad asociados al desempeño de una vaca de alta producción cuando esta no a quedado preñada. Otros costos de oportunidad, como por ejemplo una disminución en la producción de leche debido a una excesiva cantidad de días abiertos y a una disminución de progreso genético en las novillas de reposición, son también importantes costos en un establecimiento lechero aunque los mismos son difíciles de cuantificar con precisión.

En los establecimientos lecheros que usan inseminación artificial (IA) la eficiencia reproductiva depende de que tan eficientemente son detectadas las vacas en celo y servidas (tasa de servicio) y la fertilidad por cada servicio (tasa de preñez por IA [PR/IA]). los cálculos utilizados para cada una de estas tasas de ayuda a evaluar los actuales programas reproductivos y también a diseñar y monitorear el éxito de un nuevo programa reproductivo. En establecimientos lecheros de alta producción, hay varios factores tanto fisiológicos como de manejo que actualmente tiene mucho impacto sobre estas dos tasas, y que será discutido en detalle mas adelante. Primero seria útil discutir en términos matemáticos como los cambios en esta tasa pueden cambiar la dinámica reproductiva en un establecimiento lechero.

La figura 1 muestra 2 graficas que ilustran como posibles cambios de manejo afectarían la PR/IA (figura 1 A) o la tasa de servicios) figura 1 B).

La línea superior en ambos gráficos muestra la tasa de preñez de un hato con un PR/IA de 40% y una tasa de servicio del 40%. El hato con el 40% en ambas tasas tuvo un promedio de 150 días abiertos. Como dato interesante se puede comentar que al día 250, el 20% de las vacas aun estaban vacías. Se debe comentar que este es un hato teórico, donde todas las vacas tienen un 40% de fertilidad y donde tampoco hay vacas infértiles o subfértiles. Es bastante problema que varias de estas vacas "normales" fuesen desechadas si realmente esto ocurriera. en un hato lechero. Lo que este hato teórico demuestra es que es muy probable que varios hatos lecheros estén desechando vacas por razones reproductivas cuando estas vacas podrían haber quedado preñadas si la tasas de preñez por IA y las de servicio hubieran sido mejoradas. En el siguiente párrafo se considera el impacto que los cambios en estas tasas tienen sobre la eficiencia reproductiva.

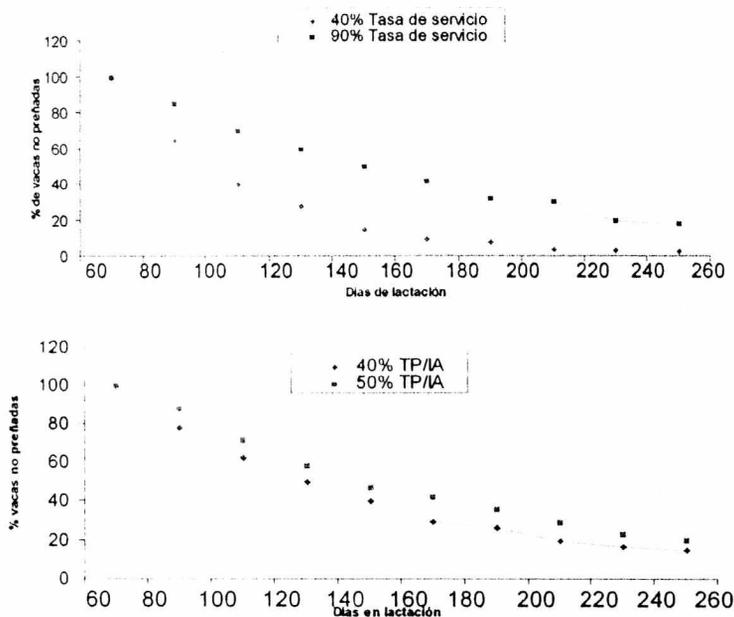


Figura 1. Cálculo matemático de días hasta la preñez en hatos con diferente tasa de preñez por IA (TP/IA) y tasa de servicio (tasa de detección de celo). La línea superior tanto A como B son del hato teórico con el mismo valor (40%) tanto para TP/IA como para la tasa de servicio.

En la figura 1A, la tasa de preñez por IA subió de un 40% a un 50%. Este avance es posible de realizar en los hatos con un cuidadoso manejo. Como consecuencia de la mejora en dichas tasas también se obtiene una reducción de los días abiertos (135 días). No obstante, hay un 12% de estas vacas “normales” que todavía no han quedado preñadas a los 250 días en lactancia. La figura 1B muestra el efecto de mejora de la tasa de servicio al 90% manteniendo en un 40% la TP/IA. El valor de la mediana de los días abiertos disminuye llegando a alrededor de los 100 días, y para el día 200 de lactancia, casi todas las vacas normales están preñadas. Llevando la tasa de servicio al 90%, aunque demande un esfuerzo importante, es posible.

Tanto la tasa de servicio como la de preñez por la IA son influenciadas por factores tanto fisiológicos como de manejo. En general, es casi imposible modificar los factores fisiológicos, pero es posible mejorar el manejo instaurado un buen programa reproductivo. Muchas veces difícil separar estos dos factores en el manejo específico de cada establecimiento. En las siguientes dos secciones se discutirán estas dos importantes tasas en particular, como estas afectadas por factores fisiológicos y de manejo y posibles métodos para mejorarlas.

## **II.-TASA DE SERVICIO**

A. comentarios generales sobre la tasa de servicio.

Esta tasa esta bajo el control de factores tanto fisiológicos como de manejo. Como se demuestra en el cuadro 1, vacas lecheras de la raza Holstein mostraron signos de celo por un periodo sorprendentemente corto, solamente 7.3 horas en promedio. Las novillas mostraron signos de celo por un periodo mas prolongado. Para la raza Jersey la tendencia es similar, con 8 horas para vacas en lactancia y 12 horas para novillas.

Es muy posible que la diferencia en la duración de celo entre las novillas y vacas se deba en principio a factores fisiológicos, aunque no hay que descartar el efecto del manejo. Por ejemplo, en vacas en lactancia, se requerirán por lo menos 3 observaciones diarias para detectar a la mayoría de las vacas promedio en celo. En contraste, para las novillas la detección seria de cada 12hs. El momento en que las vacas entran y salen del estro esta distribuido durante el día en forma aleatoria (R.L Nebel), por lo tanto en momento de las observaciones debe estar distribuido a lo largo de todo el día.

Cuadro 1.- diferencia en el comportamiento estrual en novillas vírgenes y vacas en lactancia usando como método de detección el Heat Watch (Nebel et al.,)

	Novillas Vírgenes		vacas Multíparas en Lactancia	
	Holstein	jersey	Holstein	Jersey
No de animales	114	46	307	128
Duración del estro, h	11.3 ± 6.9	13.9 ± 6.1	7.3 ± 7.2	7.8 ± 5.4
No. De montas por Celos	18.8 ± 12.8	30.4 ± 17.4	7.2 ± 7.2	9.6 ± 7.4

Además aparte de los factores fisiológicos que reducen la duración del celo y su demostración, hay también varios factores de manejo que pueden tanto aumentar como disminuir la tasa de servidos en un establecimiento lechero.

La variabilidad de las tasa de servicios entre establos es tres veces mayor que la variabilidad que existe entre las vacas con respecto a los días abiertos ya que se debe a cambios en la TP/IA (Barr,1975). Los factores que afectan la tasa de servicios son numerosos, por ejemplo: numero de observaciones para detectar el celo por día, duración de la observación, superficie en la cual las vacas estaban durante la observación, la persona encargada de la observación, método usado para la detección y si se usaron métodos de sincronización.

## 2.2.- IMPLEMENTOS DE AYUDA EN LA DETECCION DE CELO.

La tasa de servicio puede ser mejorada de varias maneras. La primera y mas obvia es aumentando la cantidad y calidad de tiempo que se dedica a observar en la detección de celo. Es mucho mas efectivo dedicar varios periodos de tiempos cortos pero intensivos a lo largo del día, que dedicar mucho tiempo a una o dos observaciones por día. Para alcanzar una tasa de servicio del 90%, usando solamente la observación como metas se requerirán 4 periodos de 15-20 minutos cada uno repartido en forma pareja por día. También habría que tener en

cuenta factores como momento del día, actividad de la vaca (ordeño, comida, etc.), superficie en donde las vacas son observadas (cemento resbaloso versus pastura) que tendría una gran influencia en la calidad de detección de celo (Britt, 1985).

Otro método que puede mejorar la tasa de servicio es la utilización de servicio natural. En la mayoría de los establecimientos el uso de toros no va a modificar la tasa de preñez por IA, salvo que la fertilidad del toro, la exactitud en la detección de los celos o la eficiencia de la inseminación estén afectando del rodeo en ese momento. En algunas circunstancias, la fertilidad del toro empleado para servicio natural es menor comparada con la del toro de IA ya que es muy probable que al primero no se le haya hecho análisis de semen y que pueda tener problemas de fertilidad debido a factores genéticos, estrés por calor o enfermedades. En contrasté, puede que la tasa de servicio aumente con el uso del toro, dada la habilidad en la detección de celo, mucho mas que el ser humano. Obviamente, el uso de servicio natural en vez de IA con toros probados, va disminuir el progreso genético en los hatos lecheros y puede ser un riesgo desde el punto de vista de enfermedades y la seguridad personal. Se recomienda por lo tanto el uso de otros métodos para mejorar la tasa de servicio antes que el servicio natural.

Existen otros implementos de ayuda en la detección de celo. El cuadro dos es un resumen de alguno de estos implementos y su costo. Detectores de monta térmicos, pintura, o tiza, se colocan en la base de la cola de la vaca para monitorear la monta. Se debe observar la zona diariamente para que esta técnica sea eficaz y las tizas deben ser aplicadas también diariamente. El sistema Heat Watch es un sensor de calor que permite monitorear constantemente la monta. Estos implementos son más efectivos en lotes abiertos en donde las vacas tienen más interacción, que en los hatos estabulados.

Hay otros implementos que han usado en la detección de actividad o momento que acompaña al celo. Los podómetros son implementos que se adosan a la pata de la vaca y producen una señal que es proporcional al movimiento de las patas. Los podómetros fueron usados con éxito para mejorar la eficiencia en la

detección de celo cuando las vacas eran observadas diariamente y así comparar su actividad actual con la de pre-celo. Algunos productores también usan animales androgenizados para mejorar la detección de celo.

### **2.3.- Uso de $PGF_{2\alpha}$ para mejorar la tasa de servicio.**

Muchos administradores lecheros usan programas hormonales para mejorar la tasa de servicio en los hatos lecheros. El más común de los programas hormonales usa Prostaglandinas  $F_{2\alpha}$  ( $PGF_{2\alpha}$ ). Los productores de leche pueden obtener a través de sus veterinarios diferentes marcas de  $PGF_{2\alpha}$ . Actualmente tanto Lutalyse (Farmacia-Upjohn) y Estrumate (Bayer) se puede adquirir en la región. Estos productos trabajan produciendo la regresión del cuerpo lúteo. Normalmente las vacas ciclando tendrán un cuerpo lúteo que responde a la  $PGF_{2\alpha}$  solamente en un 60% de las vacas. En consecuencia una sola inyección de  $PGF_{2\alpha}$  solamente provocará que el 69% de las vacas tengan un celo sincronizado y este ocurrirá entre los días 2 y 7 después de la inyección de  $PGF_{2\alpha}$ . En la figura 2 se muestra un típico protocolo donde  $PGF_{2\alpha}$  es administrado cada 14 días a todas las vacas no preñadas que estuvieran pasadas del periodo de espera voluntario.

Hemos evaluado este programa en novillas y en vacas lecheras en lactancia (figuras 3 y 4 Pursley et al., 1997)

Cuadro 2.- varios dispositivos de ayuda para la detección de celo y precios actuales para los mismos en los EEUU.

Dispositivo	Metodo	Costo	Manufactura
Kmar	montado sobre la base de cola Activado si la vaca es montada	\$ 0,80/detector	Cualquier abastecedor agrario
Bovine Beacon	Montando sobre la base de cola. Fluorescente si la vaca es montada	\$ 1,10/detector	Select Sires 614-873-4683
Tail Paint	Pintura en la base de la cola Borroneada si la vaca es montada	~\$ 0,20/vaca	abastecedor agrario EEUU.
Tail Chalk	Marca con tiza diariamente en la Base de la cola. Borroneada si la Vaca es montada	menos de \$0.10 Reaplicada cada 1-2 dias	abastecedor agrario
Heat Watch®	montado sobre la base de la cola Señal de radio si la vaca es Montada.Registra en computadora La duracion y las veces de las Montas	\$55/trasmisor \$2-5000/sistema	DDx Techonology 1-800-375-6624
Heat Seeker	Montado en la pierna	\$125/pedometro	BouMatic
Pedometer	Aumento en la actividad = estro	\$ 2-500/sistema	608-222-3484
Androgenized cow UsingSynovex-H	Una vaca freemartin recibe 10 Synovex-H implantes en la oreja Efectivo por 6 meses.	\$ 15/tratamiento ~80% respuesta	Chequear con el veterinario

Puede usarse en el mercado Chin-ball

Dom	Lun	Mar	Mier	Juev	Vier	Sab
						Dar PGF
	CHECAR	CELO	Y	SERVIR		
						Dar PGF
	CHECAR	CELO	Y	SERVIR		
						Dar PGF

IA PLANEADA @ 80h

Figura 2.- Calendario de un típico protocolo de servicio usando PGF<sub>2</sub> para la sincronización de celo. Este se el protocolo usado para obtener los datos que figuran en las figuras 3 y 4.

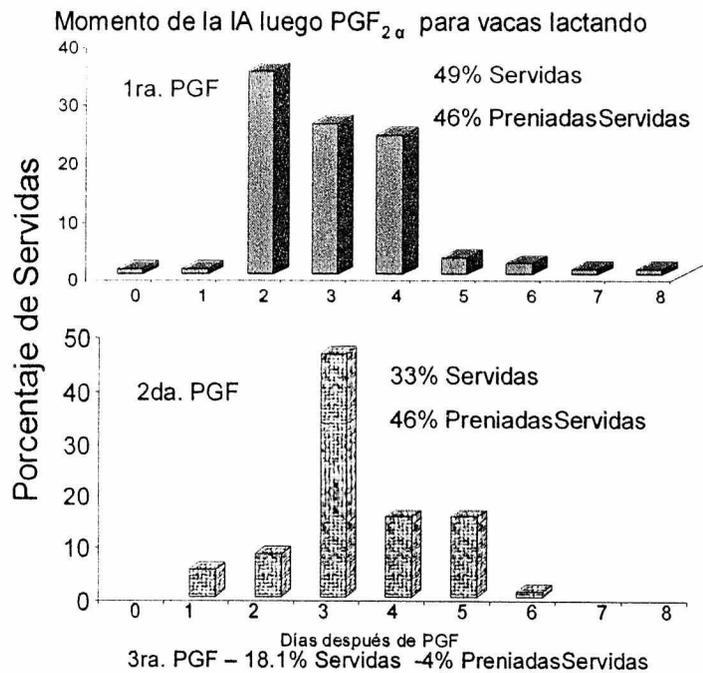


Figura 3. Momento de IA luego de PGF<sub>2α</sub> en primera o vacas lecheras en lactancia (n=154)

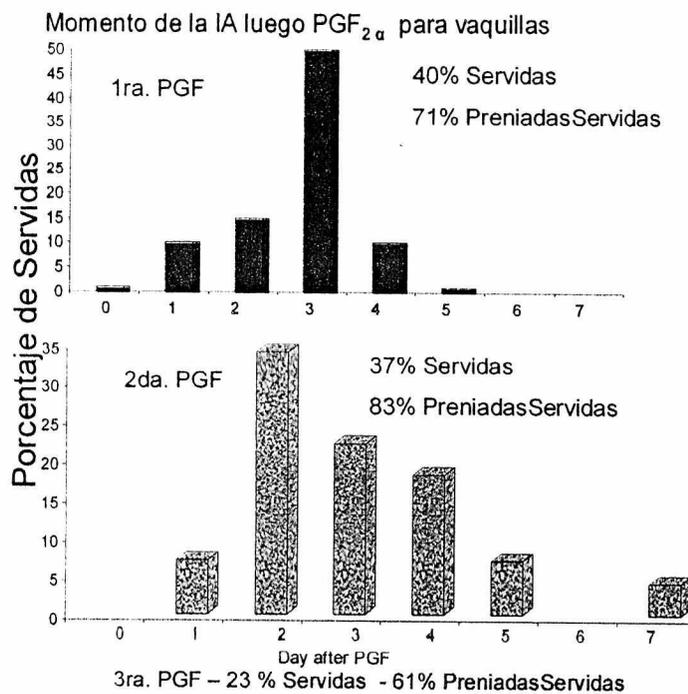


Figura 4. Momento de IA luego de la segunda inyección de PGF<sub>2α</sub> en novillas (n=78)

En la vacas en lactancia alrededor del 80% de las vacas reciben IA luego de los primeros dos tratamientos con PGF<sub>2</sub>α y un 46% de las vacas puras quedo preñada. Las otras vacas fueron inseminadas artificialmente, luego de la tercera dosis de prostaglandinas, registrándose una pobre fertilidad (4% TP/IA). En cuanto a las novillas, el 80% de ella recibieron también IA luego de dos tratamientos con PGF<sub>2</sub>α y se encontró una fertilidad mucho mejor luego de cada tratamiento y luego del tercer tratamiento con PGF<sub>2</sub>α (la mitad con IA planeada y la mitad en celo). En consecuencia podemos decir que la PGF<sub>2</sub>α sincroniza el celo, pero, que la aparición del mismo varía dentro de un periodo de 5 días. Esto no es debido a las diferencias en tiempo de la inyección de PGF<sub>2</sub>α hasta la regresión del cuerpo lúteo, sino, más bien a las diferencias en el estado de maduración del folículo ovulatorio al momento de la aplicación de la PGF<sub>2</sub>α.

Los programas de manejo reproductivo que emplean PGF<sub>2</sub>α han sido usados en las lecherías del todo el mundo con mucho éxito. Estos programas incrementan la tasa de servicio de 3 maneras. Primero, el productor sabe acerca del momento en que las vacas deben presentar celo y en consecuencia puede estar vigilante a la aparición de los mismos.

Segundo, puede haber mas vacas en celo, o cerca del mismo, si muchas vacas reciben inyección de PGF<sub>2</sub>α, esto incrementa la actividad sexual y mejora la detección de los celos. Tercero, las vacas entraran en celo antes de lo normal puesto que la PGF<sub>2</sub>α produce la regresión del cuerpo lúteo lo que provoca un acortamiento del ciclo normal.

Existen también algunas dificultades que han sido reportadas con los programas de prostaglandinas. Primero, las vacas aun deben ser detectadas en celo puesto que la IA planeada luego del tratamiento con prostaglandinas ha conducido a una reducción de la tasa de preñes por IA (Stevenson et al., 1987; figura 3). Esto es particularmente importante en vacas lecheras en lactancia en las cuales la tasa de preñez por IA esta disminuida en un 50% aproximadamente y con respecto a las tasas normales (por ejemplo, 40% estarían disminuidos a un 20%).

Segundo, la PGF<sub>2</sub>α parece no producir ciclicidad en las vacas que no están ciclando. La carencia de los ciclos no debe confundirse con la falla en la detección de celo. En la mayoría de las lecherías el número de vacas no-cíclicas es probablemente menos de un 10% de total de las vacas; sin embargo, en algunas situaciones una proporción mucho mayor de vacas con quistes foliculares no serán tratadas eficazmente solamente con el tratamiento con PGF<sub>2</sub>α.

#### **2.4.- Uso de la sincronización de la ovulación (Ovsynch) para incrementar la tasa de preñez.**

Para aliviar algunos de estos problemas se ha desarrollado un programa que permite la IA planeada de las vacas lecheras sin la necesidad de detectar los celos. Este programa requiere de tres inyecciones tales como se muestra en la figura 2. Luego de la segunda inyección de GnRH. De las vacas son servidas sin tener en cuenta las manifestaciones estruales. Se ha encontrado que se obtienen tasas de pariciones aceptables con el servicio de las vacas en cualquier momento entre las 0 y las 24 horas posteriores a la segunda inyección de GnRH, pero la óptima tasa se encontró que fue cuando se sirve a las 16 horas de la GnRH (trabajo realizado con 733 vacas servidas en diferentes tiempo luego de la; GnRH (Pursley et al., 1998). La tasa de preñez por IA es similar para vacas que sufren IA planeada luego de seguir este protocolo como las que son servidas durante un celo normal.

Este programa solamente sincroniza la ovulación en alrededor de un 60-70% de las novillas en comparación con un 90% de las vacas lecheras en lactación. O sea que este nuevo protocolo permite un manejo reproductivo más eficiente en las vacas lecheras en lactancia puesto que las vacas pueden ser servidas en tiempo correcto sin la necesidad de detectar el celo en forma continúa.

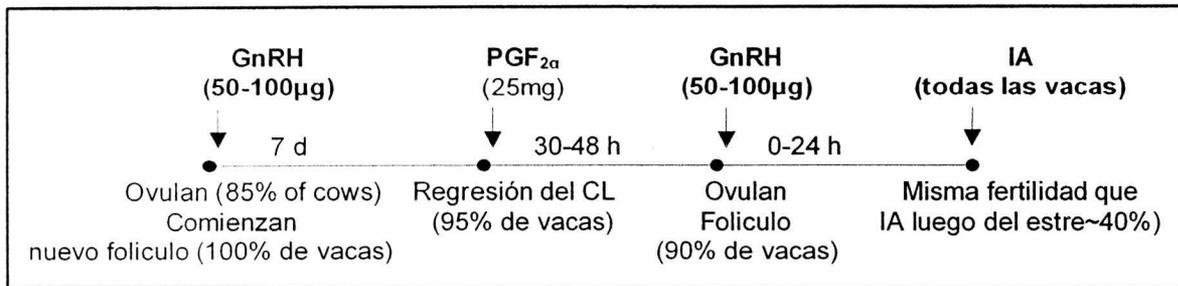


Figura 5.- momento y objetivo de la inyección de hormonas durante el procedimiento de la sincronización de la ovulación (Ovsynch)

La tasa de servicio es notoriamente mejorada luego de la implementación de este programa que se ha denominado sincronización de la ovulación u Ovsynch. Esto es debido a que todas las vacas pueden ser servidas en forma rutinaria en un día establecido de la lactancia. Recientemente se ha realizado un ensayo en tres hatos lecheros de la región para evaluar la eficacia del programa Ovsynch para el manejo reproductivo. Todas las vacas (n =333 vacas) fueron asignadas en forma aleatoria ya sea un grupo de control en donde se seguía un típico plan de manejo reproductivo (detección de celo con el uso ocasional de PGF<sub>2α</sub>) o al grupo Ovsynch con todas las vacas servidas solamente por medio de una IA planeada en un único día de la semana. Las vacas permanecieron en los programas de manejo reproductivo durante la lactancia de manera tal de permitir la comparación de los días abiertos (días que las vacas están vacías o que no están preñadas). Las vacas en el grupo Ovsynch que fueron detectadas en celo no podían ser servidas hasta que ellas fueran detectadas como vacías al diagnóstico de preñez y sincronizadas con Ovsynch. Por ende el grupo de Ovsynch no se uso detección de celo y aun vacas con signos de celo no podían ser servidas si estaban en este grupo. No fue una sorpresa que las vacas del grupo Ovsynch fueran inseminadas antes (54 versus 81 días). Esto está ilustrado en la figura 6<sup>a</sup>, que muestra el tiempo a la primera inseminación debido a que todas fueron servidas entre los días 50 y 58 de la lactancia. Sin embargo no hubo

diferencia en la tasa de preñez luego de la primera inseminación entre los dos grupos (37% versus 39%). Como dato interesante, las vacas del grupo Ovsynch tuvieron menos días de vacías a pesar de que no se realizó detección de celo (figura 6), o sea que es posible tener un buen programa de manejo reproductivo sin detección de celo.

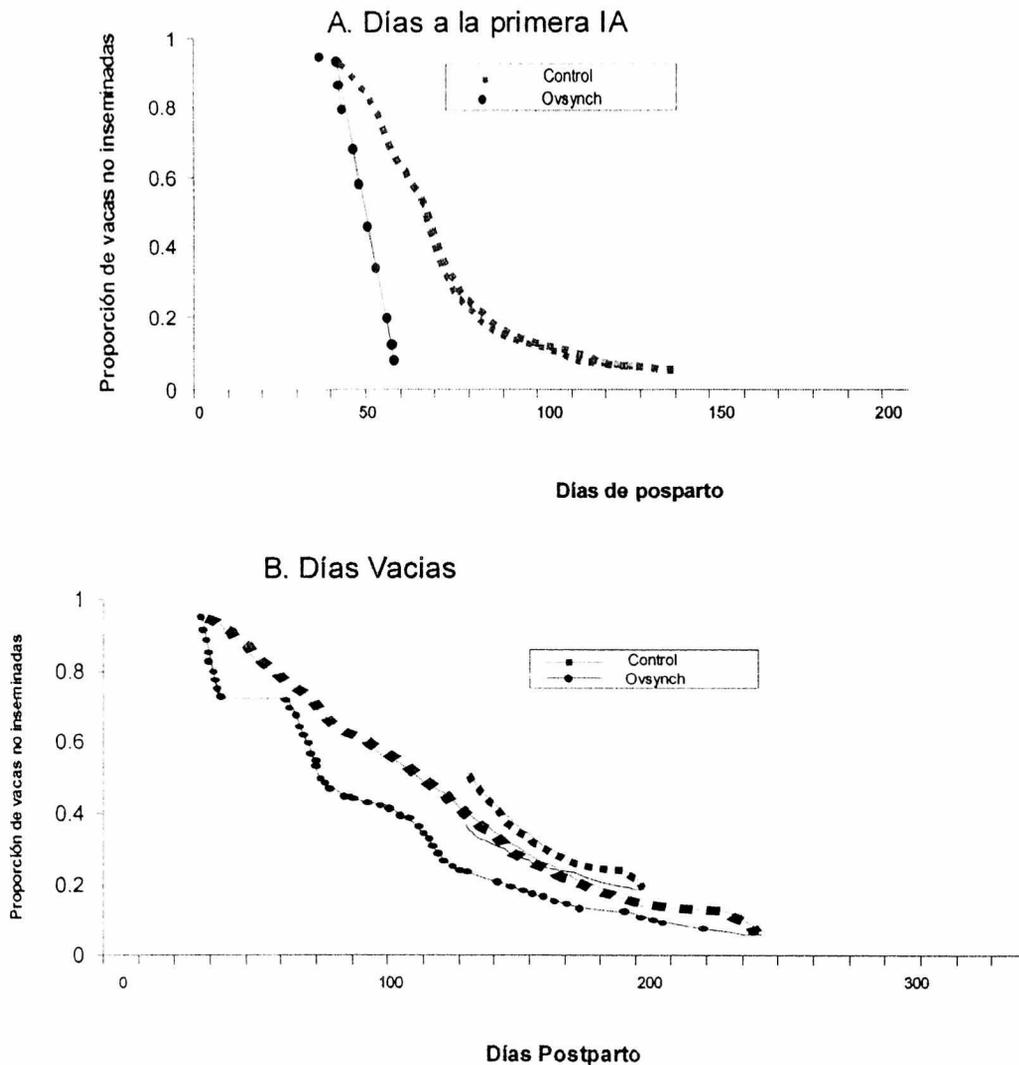


Figura 6.- Curva de supervivencia comparando la eficiencia reproductiva en vacas control (típico manejo reproductivo) o vacas servidas después de sincronizar la ovulación sin usar detección de celo (Ovsynch). El panel A muestra los días a la primera IA. El panel B los días abiertos.

¿Cuales son las desventajas del Ovsynch? Las mas obvias es el costo de las hormonas. Existe una buena probabilidad de que las mejoras en la eficiencia reproductiva paguen con creces los gastos de las hormonas; sin embargo esto último debe ser evaluado cuidadosamente en cada granja. Se acaba de terminar un estudio en donde evaluamos el uso de solo media dosis de GnRH (50µg) en un lugar de la típica dosis empleada para el tratamiento de vacas con quistes ováricos (100 µg). Hemos encontrado idénticas tasas de sincronización y tasas de concepción (41%) usando tanto la dosis entera como la dosis media (Fricke et al.,).

Previamente encontramos que las tasas de ovulación fueron las mismas para la dosis entera o media pero disminuyeron notablemente cuando se empleo un cuarto dosis. Entonces, el protocolo Ovsynch puede hacerse con una dosis de GnRH (~\$4,50 dólares estadounidenses) y una dosis de PGF<sub>2</sub>α (~\$2,50) lo que hace que el precio total del protocolo cueste solo cerca de \$7 en los EU en este momento.

Una segunda desventaja es que el programa Ovsynch solo permite una tasa de preñez normal por IA y en consecuencia debe existir un método eficiente para detectar las vacas no preñadas luego del uso de Ovsynch. Obviamente no existe otro método al momento que permita tasas de preñez mas altas que las normales y por ende requieran de procedimientos efectivos para diagnosticar las vacas vacías. El método mas practico es probablemente un programa intensivo de detección de celo a los 18-25 días luego del uso de Ovsynch potencialmente con una ayuda para detectar el estro. Algunos veterinarios emplearan además ultrasonido para detectar la preñeces tempranas.

Tercero. La seguridad de que las vacas no muestren celo durante épocas de baja fertilidad es removida cuando se emplea Ovsynch. Por ejemplo, durante un verano caluroso muchas vacas no muestran signos de celo y en consecuencia no serán servidas durante esta época de baja fertilidad. Con el programa de Ovsynch muchas vacas continuaran siendo servidas durante verano aunque el estrés por calor continué provocando perdidas de preñeces tempranas.

Este también puede ser el caso durante las deficiencias nutricionales, etc. Por eso, una máxima atención debe dirigirse hacia la fertilidad de las vacas con el programa de Ovsynch como con cualquier programa de manejo reproductivo.

Este programa de Ovsynch ha sido usado con éxito en muchos establecimientos lecheros alrededor del país durante los últimos años. Puede aumentar en forma notable la tasa de servicio de un establecimiento con la resultante en el mejoramiento en general de la eficiencia reproductiva (ver sección C). Notoriamente, parece ser efectivo tanto en vacas no-cíclicas como también en vacas con quistes ováricos. Es importante recordar que no fue diseñado para vaquillas y que no sincroniza la ovulación de las mismas en forma efectiva.

## **2.5.- Ejemplo de mejoramiento de la tasa de servicio en vacas lecheras en lactación.**

### **1.- aspectos generales de la reproducción en el hato M.**

En Marzo de 1998 en el hato M se realizó un análisis de los aspectos reproductivos del mismo. El establecimiento cuenta con ~350 vacas estabuladas. La producción actual promedio del hato es de 12,400 Kg. De leche con un 3.1% de proteína y un 3.56% de grasa. La producción promedio de leche del hato ha sido entre 36 y 41 Kg./vaca/día (media desde 2/97 hasta 2/98) para el último año. Las inseminaciones son efectuadas en esta granja por un técnico IA profesional. Hay también, en uno de los corrales, un toro para servicio natural, en donde se ponen las vacas no preñadas luego de alrededor de 160 en lactancia.

Se hizo un análisis de la reproducción de este establo. La tasa de concepción para todos los servicios durante el último año fue de 30% para las vacas en lactancia y de 69% para las vaquillas. El mismo técnico efectúa el servicio de ambas categorías. Se han hecho algunos análisis preliminares de factores que reducen la tasa de concepción en las vacas en lactancia pero no llegamos a ninguna conclusión al momento.

Se presento un análisis de la tasa de servicio en este hato en forma más profunda y mis sugerencias para mejorar este aspecto del programa reproductivo en las vacas lecheras en lactancia.

La tasa de servicio general puede ser evaluada en muchas maneras diferentes (Heersche y Nebel, 1994). Debajo se da una formula que sea la mínima variación de la formula derivada por Jones y Stewart, 1992.

$$\text{TS General} = (22 \text{ días} * \text{PSPP}) / (\text{DA} - \text{PEV} + 11\text{d})$$

La tasa de servicio general (TS) para las vacas que están preñadas es provista por esta formula. Se han usado 22 días como la duración del ciclo estral en las vacas lecheras en lactancia. El termino PSPP es el promedio de servicios por preñez y generalmente provisto directamente por los registros de los establecimientos. Debe ser mencionado que este es el servicio por concepción para las vacas preñadas y no se deriva de la tasa de concepción general del hato. La tasa de concepción general toma en cuenta todos los servicios, aun aquellos de vacas que no han quedan preñadas. El termino DA son los días abiertos (vacías) y generalmente se puede obtener directamente de los reportes de los hatos lecheros.

El PEV, o periodo de espera voluntario, se refiere a cuantos días en lactancia va el productor a retrasar el comienzo del primer servicio. En algunos casos los productores tienen un periodo de espera voluntario "flexible" en sus hatos y esto hace que este valor sea difícil calcular. El ultimo termino es 11 días puesto que la duración del ciclo estral normal es de 22días y la vaca "promedio" será servida a los 11 días si es que hay una intensidad del 100% en la detección del celo.

En el hato M el PSPP fue de 2,4 la DA fue de 130d, el PEV fue de 50 días y así podemos calcular una tasa de servicio general del 58%. Este es un valor bastante bueno pero como discutiremos mas adelante puede ser mejorado. El

productor usa un programa de detección de celo en donde marca la base de la cola con tiza 3 veces por día y un empleado realiza la detección de celo 3 veces por día. Obviamente, el toro esta también utilizándose para mejorar la tasa de servicio para las vacas que no quedan preñadas con la IA.

Se dividido debajo el resto del análisis en 2 secciones. Primero, la tasa de servicio a la primera IA. Esto representa cuando rápido el productor sirve la vaca luego del periodo de espera voluntario. El administrador del ganado tiene el control mayor sobre esta tasa porque se sabe que todas las vacas estarán no-preñadas antes del primer servicio. Por ejemplo, en un hato de la laguna de Durango, nuestra una tasa de servicio a la primera IA es mayor que un 300%. Esto es así pues sincronizamos todas las vacas para la primera IA con Ovsynch. Sincronizamos las vacas cada semana y en consecuencia todas las vacas son servidas por primera vez entre los 67 y los 73 días de lactancia.

La tasa de servicios a las segunda y posteriores IAs es otra tasa esencial para evaluar. Esta tasa se relaciona con cuan rápido las vacas son reservadas cuando ellas no quedan preñadas a la primera o subsecuentes IAs. Obviamente, los métodos de diagnósticos de preñez, incluyen la detección de celo alrededor de los 18-25 días luego de cada IA, son los factores primarios para controlar esta tasa.

### **III.- TASA DE SERVICIO A LA PRIMERA IA.**

La tasa de servicio a la primera IA puede ser calculada con la formula simplificada.

$$\text{TS a la primera IA} = 22 \text{ días} / (\text{DPS-PEV}) + 11$$

La tasa de servicio a la primera IA se relaciona con cuan rápido las vacas son servidas luego del periodo de espera voluntario. El termino DPS son los días al primer servicio y usualmente se obtienen directamente de los registros del hato. Nuevamente el periodo de espera voluntario (PEV) debe ser obtenido del

productor lechero. El tiempo de 11 días es usado pues es la mitad de la duración de un ciclo normal de 22 días. Por ejemplo, tasa de servicio a la primera IA es de un 100%, entonces los días al primer servicio promediarían 11 días.

En el hato M los días al primer servicio fueron 72 días. Entonces, la tasa de servicio al primer servicio fue de un 45,8%. Este valor es mas bajo que la tasa de servicio general de un 58%.en algunos hatos este valor puede variar aun mas de la tasa de servicio general, Siendo aun mayor en hatos que usan programas hormonales intensivos, o mucho menor en los hatos que tienen programas intensivos para el servicio de las vacas al principio de la lactancia. La tasa de de servicio a la primera IA de menos de un 50% es una clara indicación de que deben efectuarse mejoras. Se dio 2 sugerencias específicas.

a.- El periodo de espera voluntario podría ser incrementado a 60 días para permitir a las vacas un mayor periodo para la involución uterina antes de la primera IA. Las vacas que quedan preñadas entre los 45 y 60 días pueden estar causando una reducción de la rentabilidad en estas vacas lecheras de alta producción (lactancia de menos de 280 días). Este hato usa hormonas de crecimiento (bST) y debe ser capaz de mantener la rentabilidad en las vacas que no quedan preñadas tempranamente durante la lactancia (ver Galton et al., 1997 para el impacto de la bST en los intervalos entre partos y la rentabilidad). Mas un, la tasa de concepción al primer servicio fue solo de un 25% y hubo 20% de las vacas con problemas uterinos. Demorar el servicio puede mejorar la fertilidad a la primera IA.

b.- Todas las vacas que estuvieran pasadas del periodo de espera voluntario en el día de la visita del veterinario recibirían Ovsynch. También se sugirió que todas las vacas tuvieran pintura aplicada en las base de la cola al momento de la primera GnRH. La pintura de la cola debía ser chequeada diariamente. Esto puede ser hecho por el técnico inseminador cuando el viene para sus servicios normales cada mañana. Cualquier vaca con la pintura salida o corrida en la basa de la cola debería ser servida. Obviamente Kmar, un Bovine

Beacon o tiza podría ser usado en el lugar de la pintura de la cola como ayuda para la detección de celo.

Usando este programa, el 100% de la vacas recibirán IA a los 84 días. Aunque el promedio de la primera IA puede ser solo un poquito diferente que con el programa actual, no habrá vacas recibiendo la primera IA ni los inicios de la lactancia ni tampoco tardíamente durante la misma. En otras palabras, la variabilidad en tiempo para la primera IA disminuirá rotundamente. Esto incrementara el periodo de espera voluntario en alrededor de 70 días. La tasa de servicio a la primera IA estará incrementada desde un 46% hasta un 157%.

Los costos para la sugerencia arriba mencionadas puede ser calculadas a través de un costo promedio para la GnRH (100 $\mu$ g) de \$4.50/dosis para la PGF<sub>2</sub>á de \$2.50/dosis en dólares EEUU. Necesitamos solamente 50 $\mu$ g por tratamiento y en consecuencia necesitamos una dosis de GnRH y una dosis de PGF<sub>2</sub>á por un total de \$7.00 por vaca. Además todas las vacas estarán pintadas en la base de cola a un costo de \$0.20 por vaca. El costo total de este tratamiento excluyendo la mano de obra es de \$7,20. Se cree realmente que se perderá menos tiempo implementando el programa actual comparado con el programa anterior.

Un método alternativo que algunos productores pueden encontrar atractivos y que es usado en lugar del completo uso de Ovsynch para la IA es usar un programa de prostaglandina combinada con Ovsynch. En este programa las vacas recibirán un tratamiento con PGF<sub>2</sub>á a la primera visita del veterinario luego de los 60 días en lactancia. La misma también se pintara en la base de cola. Cerca de un 50% de las vacas deben ser servidas luego de este primer tratamiento con PGF<sub>2</sub>á (ver figura 3). A la siguiente visita del veterinario (14 días mas tarde) cualquier vaca que no haya recibido IA luego del primer tratamiento con PGF<sub>2</sub>á recibirá un segundo tratamiento con PGF<sub>2</sub>á. Cerca del 30% de las vacas deben ser detectadas en celo luego de esta segunda inyección de PGF<sub>2</sub>á (ver figura 3).

A la siguiente visita del veterinario cualquier vaca que no haya aun recibido IA recibirá el protocolo Ovsynch y será IA en forma planificada 10 días mas tarde.

En este programa alternativo 50% de las vacas recibirán IA a los 70 días de la lactancia, 80% a los 85 días y 100% recibirán al menos 1 IA a los 110 días. (Ver figura 3 para ver los datos usados para hacer estos cálculos). El uso agresivo de la PGF<sub>2</sub>α y Ovsynch luego del periodo de espera voluntario incrementara la tasa de servicio a la primera IA de un 46% a un 65% y disminuirá la variabilidad en el tiempo para la primera IA comparado con el programa anterior. Los costos de este programa también pueden ser calculados. Todas las vacas pintadas en la base de cola a un costo de \$0.20 por vaca.

Todas las vacas recibirán el primer tratamiento con PGF<sub>2</sub>α a unos \$2.50/vaca. Otro 50% recibirá un segundo tratamiento con PGF<sub>2</sub>α a un costo adicional de \$2.50 para esas vacas o a un costo promedio de \$1.25/ todas las vacas. Otro 20% de las vacas recibirán Ovsynch a \$7.00/vaca o a un promedio de \$1,40/todas las vacas. El costo promedio por vaca será de \$ 5.35/vaca. O sea que, este programa reduciría costos cerca de unos \$1.85/vaca, requerirá la detección de celo luego de los primeros 2 tratamientos con PGF<sub>2</sub>α e incrementara la tasa de servicio a la primera IA solo cerca de un 40% comparándolo con el incremento en mas de tres veces en el primer programa.

### **3.1.- Tasa de servicio a la segunda y posteriores IAs.**

La tasa de servicio a segunda y posteriores IA puede ser calculada dividiendo a 22 días por el intervalo de servicios promedio. Un método sencillo para usar basándose en los registros del hato es:

$$\text{TS para } >1\text{ra IA} = 22 \text{ días} * [\text{PSPP}-1] / (\text{DA}-\text{DPS})$$

Entonces, la tasa de servicio para las segunda posteriores IA (TS para primera IA) es igual a al duración del ciclo estral normal multiplicado por el promedio de servicio por preñez en la vacas preñadas, menos uno. Esto es dividido por los días abiertos (DA) menos los días al primer servicio. En el hato M esto se calculo como:

$$(22 \text{ días} * 1,4) / (130-74) = 55\%$$

Se encontró muy útil tubular la distribución los intervalos entre servicio. Esto no toma demasiado tiempo una vez que usted clasifico los intervalos entre servicios en 5 categorías mostradas en el cuadro 3.

Cuadro 3.- distribución de los intervalos entre servicios en el hato M.

	Días entre los servicio					
	0-16	17-26	27-36	37-60	61-84	total
Numero de intervalos	32	99	28	51	12	222
% de intervalos	14%	45%	13%	23%	5%	100%

El intervalo de 0 a 16 días usualmente se refiere a las vacas que tienen un registro de los celos no confiables al comienzo o al fin del intervalo o que tienen posiblemente algunas vacas con quistes ováricos. El intervalo de 17 a 26 días en el intervalo de servicio normal.

El de 27-36 días puede ser que las vacas han tenido perdidas tempranas de las preñez (18 a 30 días). Los intervalos de 37 o más días son generalmente vacas que tienen al menos un estro que no fue detectado aunque algunas pérdidas de preñez más tardías pueden estar contribuyendo con estos números. En este hato un 47% de los intervalos fueron de duración normal. Se hicieron las siguientes sugerencias para incrementar la tasa de servicio para segunda y posteriores IA.

a.- todas las vacas deben ser pintadas en la cola el día siguiente a la IA. Esto será usado para detectar cualquier vaca que entre en celo luego de esta IA.

b.- se efectuara diagnostico de preñez de todas las vacas de mas de 30 días (ultrasonido) o de mas de 40 días (palpación rectal). Las vacas servidas con

Ovsynch y no detectadas en celo estarían en los 46 días durante el diagnóstico de preñez (las oportunidades de detectar 2 estros [~ días 22 y 44]). Cualquier vaca que se encuentre vacía recibirá el programa Ovsynch y será IA 10 días después.

Todas las vacas vacías serán tanto servidas en el diagnóstico de preñez (borrado de la pintura de la cola) o serán servidas a los 10 días de haber sido diagnosticadas como vacías (Ovsynch). Esto debe incrementar la intensidad en la detección de celo para la segunda y posteriores IA de un 55% cerca de un 67% y asegura que todas las vacas son definitivamente servidas cada 56 días. Esto, además, eliminara todos los intervalos entre servicios mayores de 56 días lo cual representaba un 9% de los intervalos entre servicios en el análisis del hato M. obviamente la mayoría de las vacas serán servidas a intervalos mas cortos debido al intensivo programa de detección de celo luego da cada IA y antes del diagnóstico de preñez.

Este programa incluye los costos del pintado de la base de cola y del Ovsynch. Se calculo que un 84% de las vacas deben ser servidas antes del diagnóstico de preñez (2 periodos de estro con un 60% de detección de estro) y un 16% deben ser servidas con Ovsynch. El número de vacas representadas por estos porcentajes obviamente varían de acuerdo a la tasa de preñez por IA en el hato. En el hato M (tasa de preñez por IA del 30%) estimo que los costos por Ovsynch promediara otros \$ 350/vaca y los costos por la pintada de la cola promediaran otros \$0.40 para todos los servicios.

El costo total del programa es entonces alrededor de \$11. Los beneficios económicos son difíciles de calcular. Debe haber una disminución promedio de 17 días debido al primer programa de IA y de 9 días debido al programa para el segundo o posteriores IA. Por esto el nuevo programa debe alcanzar la mitad de las preñeces en 54 días comparado con los 80 días que se requieren al programa actual. Los beneficios económicos para esta mejora en la eficiencia reproductiva debe ser entre los \$50-100/vaca (Ferguson 1996).

#### IV.-TASA DE PREÑEZ POR IA.

##### 4.1.- Aspectos generales de la tasa de preñez por IA

La tasa de preñez por IA (TP/IA) o fertilidad del ganado lechero es solamente de un 40% en vacas lecheras de alta producción sin una variación importante entre rodeos lecheros de alta productividad, siempre que una suficiente cantidad de IA sean evaluadas (media de 40.9% con un rango de 32 a 49.7% para 19 hatos monitoreados en 1995). Del mismo modo Ferburson, 1996, mostró una tasa de preñez a la primera IA del 36.9% (5249 registros lecheros individuales de 39 hatos) o de 40.9% (191.165 registros lecheros individuales en EEUU).

Como se muestra en el cuadro 4 la fertilidad de vaquillas lecheras continúan siendo alta (alrededor de un 70%) en hatos lecheros modernos. Esta fertilidad alta de las vaquillonas demuestra que la disminución de la fertilidad de las vacas lecheras en lactancia no es debida ala selección genética de pobre fertilidad o al uso de semen de baja fertilidad. El incremento de la producción de leche en vacas en lactancia parece ser la causa primaria de la disminución de la fertilidad; sin embargo, el mecanismo causante de esta disminución en la fertilidad no esta claro.

Debe remarcarse que la fertilidad para las vacas en 1995 provino de un estudio realizado por 5 estaciones experimentales de los estados centrales de EEUU en hatos que tenían una producción de leche de alrededor de 20.000 libras por lactancia.

Cuadro 4.- fertilidad del ganado lechero desde el comienzo de la IA hasta el presente.

Año	Tas de preñez por I.A.		Producción lactea (lb/lactancia)
	Vacas en lactancia	Novillas	
1955	60%	66%	~5,000
1975	50%	65%	~11,000
1995	40%	70%	~20,000

En la evolución de la tasa de preñez por IA es de particular importancia basarse en serios análisis de esta tasa. Muchas veces un productor, consultor, veterinario, técnico en IA, etc. Dirá que la tasa de concepción es, o pobre o muy buena basándose en 2 o 10 servicios.

Estadísticamente no es posible evaluar correctamente la tasa de preñez por IA (tasa de concepción) solamente a través de pocos servicios. Usted puede llevar a conocerse de esto mediante el simple ejercicio de arrojar una moneda al aire. Si usted arroja una moneda 4 veces en muchas ocasiones usted obtendrá el siguiente resultado: todas caras (6.25% de las veces), tres caras y una secas (25%), dos caras dos secas (37.5%), una cara 3 secas 25% y cuatro secas (6.25%). o sea, usted obtuvo la respuesta correcta de 50% de caras menos del 40% de las veces y mas del 12% de las veces usted tienen o todas caras o todas secas.

Es difícil no ponerse contento con tres o cuatro vacas seguidas están preñadas o vacías sin embargo, debe recordarse que para evaluar correctamente la tasa de preñez por IA se necesitan 20 servicios.

La tasa de preñez por IA es debida a aun multitud de factores que interactúan de una manera compleja como se muestra en el cuadro 5 existen 4 factores generales que tiene impacto sobre esta tasa. La fertilidad de la vaca se refiere a cualquier factor de la vaca que puede afectar la probabilidad de que dar preñada incluyendo, golpe de calor, deficiencia nutricionales, etc. La fertilidad del toro esta dada por la fertilidad del semen que se usa para la IA. La seguridad en los celos se refiere solamente a cuando una vaca esta en celo (cerca del momento de la ovulación) y no a la tasa de servicio o a la deficiencia en la detección del celo (discutida en la sección II).

La deficiencia en la IA se refiere a cualquier aspecto de la técnica en la IA que pueda alterar la tasa de preñez referida a esta IA (técnica de descongelado, técnica de deposición del semen en el útero, etc.). En la línea A se muestra una situación típica de un grupo de novillas con un buen manejo. En un estudio realizado recientemente en un pequeño grupo de novillas de un establecimiento lechero de Coahuila, Se encontró una tasa de preñez por IA del 74% en novillas

lecheras servidas cuando las mismas permitidas ser montadas (standing heat). En la línea B se muestra que pasa en este grupo de novillas si la eficiencia en la IA decrece en un 50%, por ejemplo, por una técnica inconsistente en la manipulación del semen obviamente, una disminución en este único factor puede tener un gran impacto en la tasa total de preñez por IA.

En un grupo de novillas que tiene una TS/IA menor que lo esperado existen muchos factores a tener en cuenta. La fertilidad de las vacas puede ser baja por problemas nutricionales, estrés ambiental, etc. La fertilidad de los toros generalmente es bastante buena cuando el semen proviene de centros de inseminación de renombre. No obstante puede haber pequeñas diferencias entre diferentes toros. La exactitud en la detección de celo y la eficiencia en la IA pueden optimarse mediante un cuidadoso manejo. La línea C refleja nuestra opinión acerca de la situación actual de los establecimientos lecheros con un buen manejo.

En varios establecimientos en la fertilidad de los toros y la eficiencia en la IA pueden ser optimizadas a través de una buena detección de celo el problema es la poca fertilidad de la vaca. Como se menciona en el párrafo anterior aun no esta claro cual es la causa de esta baja fertilidad pero continúa siendo baja aun en establecimiento bien manejado con excelente nutrición y programa de manejo.

Cuadro 5.- Factores generales que afectan la tasa de preñez por IA (PR/IA).

TP/IA =	Fertiliza De la vaca	X	Fertilidad del toro	X	Exactitud det. Celo	x	Eficiencia en la IA	Situación
A. 73%	85%	x	95%	x	95%	x	95%	(Novillas)
B. 38%	85%	x	95%	x	95%	x	50%	(prob. IA en Novillas)
C. 41%	50%	x	95%	x	90%	x	95%	(vacas lecheras En Lact)
D. 21%	50%	x	95%	x	90%	x	50%	(V Lact+IA prob.)

Para maximizar la tasa de TP/IA cada uno de estos índices también debe ser maximizados. Los párrafos siguientes versaran sobre la fertilidad del toro, la exactitud de la detección de los celos y la eficiencia en la IA. En secciones separadas se discutirá el momento óptimo para inseminar y los factores que afectan la fertilidad de la vaca.

La fertilidad del toro es probable que sea alta en general cuando el semen es adquirido de centros de inseminación reconocidos; centros en donde se hagan evaluaciones seminales de cada eyaculado y todos los sementales jóvenes pasen el examen de fertilidad. Existe actualmente una página de Internet (<http://www2.acs.ncsu.edu/fertility.html>) que puede ser consultada para buscar las tasas de concepción estimadas. No da la tasa de concepción absoluta para toros y solo compara aquellos fueron usados por lo menos en 1000 IA durante los últimos tres años. Obviamente usted no debe usar este índice como método primario para la selección de toros. Existen relativamente pequeñas diferencias entre la mayoría de los toros; no obstante hay algunos toros que parecían tener una menor tasa de concepción estimada. Puede haber algún sesgo en estos datos, dado que están

basados en la fertilidad de las vacas que son servidas por un toro en particular (otros muy buenos pueden ser usados en vacas de alta producción que podrían tener baja fertilidad). La página de Internet citada provee la interpretación y el uso de este índice.

La exactitud en la detección de celos afectara profundamente la TP/IA. Se debe recordar que la exactitud en la detección de los celos no es el mismo que la tasa de servicio. En efecto, a medida que mas signos secundarios del estro son usados para designar una vaca para ser inseminada, la tasa de servicio aumentara, pero la exactitud en la detección de celo disminuirá. La exactitud en la detección de celos se puede estimar evaluando la progesterona en leche al momento de la inseminación.

Teóricamente la concentración de progesterona en leche debe ser baja en todas las vacas al momento de la inseminación. Si más del 10% de las concentraciones de la progesterona en leche están elevadas hay un problema en la exactitud en la detección de celos. Actualmente existen dos kits para medir la progesterona en leche. Uno es TARGET Bovine CL Check, se puede adquirir en Bio Metallica (1-800-999-1961). Este compuesto por un kit de 12 unidades a un valor de US \$49 y un kit de 20 unidades por US \$75, por lo tanto cuesta alrededor de 4 dólares por test, este kit es muy fácil de utilizar. El otro kit es Accufirm Rapid Progesterone Test kit (1-800-345-8846), no se tiene detalles específicos sobre el kit. Otro modo de evaluar la exactitud en la detección de celos es a través de los intervalos entre las inseminaciones. Un intervalo de 17 a 26 días es relativamente normal y un valor de 60 a 70% puede ser considerado normal (Heersche y Nebel, 1994).

Si más del 10% de los intervalos son menores a los 18 días hay que sospechar de un problema en la detección de celos. Algunos productores y veterinarios han usado el protocolo de Ovsynch para evaluar si la exactitud en la detección de celos es un problema serio. Si la TP/IA es muy baja (10-30%) entonces un grupo de vacas puede ser sincronizadas siguiendo el protocolo Ovsynch y servidas a un tiempo predeterminado. La TP/IA después de haber usado este protocolo debe ser alrededor de un 40%; si es mucho mas bajo

probablemente se deba a otro problema. Si la TP/IA después de Ovsynch es alrededor del 40% entonces es bastante probable que la exactitud en la detección de celos sea un problema en ese caso.

La eficiencia en la técnica de IA en ciertas situaciones puede reducir la TP/IA. Se deben llevar registros para cada técnico que insemina y deben darse cursos de perfeccionamiento en técnicas de IA por lo menos cada 1 o 2 años. Un correcto descongelamiento del semen es crítico; debe ser rápido, en agua de 95-98 grados F (35-37 grados C). Un reciente estudio hecho en climas calidos (el índice de humedad / temperatura arriba de 72) en donde cuatro pajuelas de semen eran descongeladas al mismo tiempo (Lee et al., 1997). La TP/IA fue mas alta para la primer pajuela usada en la inseminación y fue mas baja para la ultima, yendo desde una tasa del 48-41% a una del 38-25%.

El técnico debe tener mucho cuidado en no disminuir la viabilidad seminal exponiendo el semen al ambiente. La deposición del semen es también crítica. Esto puede evaluarse con exactitud usando un aparato de ultrasonido. Una bolita de bronce sujeta a una tanza de pesca es inseminada usando una pipeta modificada de manera tal que la bolita de bronce pueda ser utilizada como si fuese una pajuela. Luego de la inseminación, la locacion de la bolita es chequeada por el ultrasonido (Beal et al., 1989). A veces los técnicos inseminadores desarrollan malos hábitos y la deposición seminal es demasiado profunda depositando el semen en un cuerno uterino o aun dentro del cerviz. Optimizar la técnica de inseminación debe ser una prioridad para los técnicos que se dedican a la IA.

#### **4.2.- Momento optimo para la IA.**

El momento de la IA con relación al comienzo del estro y al momento de la ovulación es un factor que puede influenciar la TP/IA. Esto podría ser considerado como un efecto de la fertilidad de la vaca o de la técnica de IA. Los estudios anteriores sugirieron que puede haber un momento demasiado estrecho para el éxito de la IA (cuadro 6). Esta información nos lleva a la regla AM/PM para la IA. Debe remarcarse, sin embargo que este estudio sufre de un número pequeño de

vacas por cada grupo tratado y una carencia de comparaciones estadísticas. Numerosos estudios de organizaciones de IA han mostrado similares índices de no retorno en IAs efectuadas una vez al día versus dos veces por día.

Algunos datos muestran además que un servicio AM es similar a servicios tanto AM como PM (cuadro 7; Gonzáles et al., 1985) y que inseminar solamente al inicio del estro es similar a inseminar al inicio y nuevamente a las 12 h después (cuadro 8; Wahome et al., 1985). Además, vacas jersey servidas una vez por día tuvieron similares tasas de preñez que las inseminadas siguiendo la regla AM/PM (cuadro 9; Graves et al., 1997). Hubo una reducción en aquellas vacas que estuvieron primero en celo y servidas en la misma AM (cuadro 10).

Cuadro 6.- Efecto del momento de la inseminación en la fertilidad en vacas de carne (Trimbreger y Davis, 1943)

Momento del servicio	Vacas Inseminadas	Vacas que Concibieron
Comienzo del estro	25	44%
Mitad del estro	40	82%
Final del estro	40	75%
Después del estro-6 horas	40	63%
12 horas	25	32%
18 horas	25	28%
24 horas	25	12%
36 horas	25	8%
48 horas	25	0%

Cuadro 7.- Tasa de concepción después de la IA AM solamente o alas 12 horas después del estro (AM/PM)

Tratamiento	No. De novillas	Tasa de concepción
AM/PM	132	62.9%
AM	129	62.0%

Cuadro 8.- Tasa de concepción después de una o dos IA.

Tratamiento	No de novillas	Tasa de concepción
Una IA	84	70.2%
Dos IA	86	68.6%

Cuadro 9.- Efecto de una vs. Dos IA diarias.

	NO. Servicios.	% Preñez
Regla a.m- p.m	172	60.5%
Una vez por dia	165	57.6%

Cuadro 10.- Efecto del momento del estro en la IA.

	No. De servicios	% Preñez
a.m.-a.m.	112	51.8%
a.m.-p.m.	109	59.6%
p.m.-a.m.	116	65.5%

Algunos datos recientes aun sugieren que existe cerca de un periodo de 24 h de duración durante el cual puede obtenerse aceptables TP/IA. Diskin, 1996 en Irlanda reporto los resultados de 1200 inseminaciones de toros con una fertilidad que estaba en promedio arriba de la fertilidad promedio (cuadro 11). Inseminar a cualquier momento justo después del comienzo del estro hasta 24 h luego del comienzo del estro brinda una aceptable TP/IA. Es mas, luego de la sincronización de la ovulación (Ovsynch) hay una substancial flexibilidad en elemento optimo para inseminar (cuadro 12). Similar TP/IA fue observada con vacas servidas desde las 0-24 hs luego de la inyección con GnRH (similar al inicio del estro) con una optima a las 16 hs. En todos los casos parece ser mejor servir demasiado temprano en vez de muy tarde con relación a la ovulación.

Cuadro 11.- Efecto del momento del servicio con respecto a la primera observación de celo, en la tasa de parición.

Intervalo (horas)	0-12	12-18	18-24	24-36
Tasa de pariciones (%)	51%	58%	54%	35%

Cuadro 12.- Horas desde la GnRH hasta la IA en vacas en lactancia (\*Diferencias significativas;  $p < 0,05$ ).

	0	8	16	24	32
numero de ganado	149	148	149	143	143
Tasa de preñez/IA	37%	41%	45%	41%	32%
Tasa de paricion	32%	34%	36%	32%	23%

### 4.3.-Fertilidad de la vaca

La fertilidad de la vaca es probablemente el factor que mas influencia tiene sobre la TP/IA en vacas lecheras en lactancia. Existen numerosos factores que alteran la fertilidad de la vaca como por ejemplo nutrición, edad, estrés calórico, producción de leche, etc. Medir con precisión la fertilidad de la vaca y la alteración de la misma es difícil. La tasa de parición incrementara cuando los intervalos entre parto, luego de la primera IA, aumenten hasta cerca de 70 días luego de parir (cuadro 13; Diskin, 1996). Los resultados usando Ovsynch sugieren también que la fertilidad aumenta hasta cerca de 75 días luego de parir (cuadro 14).

Cuadro 13.- Efectos del intervalo parto-servicio sobre la tasa de parición en ganado da carne, %.

---

---

Intervalos (días)	1-28	29-42	43-56	57-70	71-98	>99
Tasa de parición (%)	15%	45%	50%	56%	62%	66%

---

Cuadro 14.- Efecto del tiempo desde el parto sobre TP/IA luego de Ovsynch en ganado lechero.

Tiempo desde el P (días)	50-75	76-10	>100
No. de vacas	428	96	199
Tasa de preñez por IA.	35%	47%	43%

La nutrición puede tener un enorme impacto en la fertilidad de las vacas lecheras. Las dietas deben ser, balanceadas para cubrir los requerimientos de energía, proteína, vitaminas y minerales de la vaca para asegurar una adecuada reproducción. Un estudio reciente efectuado por Ferguson, 1996, indico que las causas nutricionales da baja fertilidad son mas probables que ocurran debido primero al manejo de la energía, segundo a un excesiva cantidad de proteína en la dieta y tercero a una deficiencia en la dieta de los elementos traza y de vitaminas.

Hay siempre un periodo de balance energético negativo durante las primeras semanas post-parto en las vacas lecheras. El consumo de materia seca aumenta y las vacas progresan hacia un balance energético positivo alrededor de 8 semanas luego de parir (entre 4 y 14 semanas). Canfield y Butler, 1991, idearon una ecuación que explica los días hasta la primera ovulación como una función de los días con el más bajo balance energético:

$$\text{Días para la primera ovulación} = 10.4 + (1.2 \times \text{días hasta el nadir energético})$$

( $r^2 = 0.77$ )

El promedio de días para la primera ovulación para diez trabajos (revisados por Ferguson, 1996) es de 33,3 días (media, SEM 2,09) en vacas Holstein de los

EEUU. Entonces, un balance energético negativo produce un periodo de anestro post-parto mas largo. Obviamente que si las vacas no están ciclando ellas no serán servidas. Es mas, si las vacas son servidas a la primera ovulación post-parto, como resultante se observara un corto ciclo en la mayoría de las instancias. Los ciclos cortos no terminan en preñeces porque el cuerpo lúteo no estuvo presente lo suficiente como para permitir un reconocimiento materno del feto en desarrollo.

La mayoría de las vacas reinician los ciclos bien después de la primera IA y las vacas anestrícas son generalmente solo un problema menor en la mayoría de los establos lecheros.

La mayoría de los estudios las vacas que permiten mas condición corporal desde el servicio hasta el parto tienen más bajas tasas de concepción (cuadro 15). O sea que, mayores pérdidas de la condición corporal reducen los días hacia la primera ovulación y pueden reducir TP/IA.

Cuadro 15.- Efecto del cambio en la condición corporal desde el parto hasta la IA sobre la TP/IA (Ferguson, 1996; n=531).

Cambios del estado corporal	+0.51- 1.0	+ 0.01 – 0.5	0	-0.01 -0.5	0.51-1.0	>-1.0
Tasa de preñez por IA.	56%	50%	46%	43%	37%	29%

El consumo elevado de energía es deseable a los fines de promover la reparación de los ciclos. Pero podría, sin embargo, ser negativo para conseguir una alta tasa de concepción.

Es estudios recientes indican que, alimentando con 150% de los requerimientos de energía recomendados por la NRC versus un 50% de los mismos, durante los 10 días anteriores a la IA, se redujo la tasa de preñez por IA desde cerca de un 70% (dieta baja en energía) hasta un 40% (dieta alta en energía). El mecanismo para reducción de la fertilidad no estuvo claro pero podría ser debido a un incremento en el metabolismo de la progesterona.

Otro factor que puede ser de importancia en algunos hatos es la cantidad de proteína degradable en el rumen de la dieta. En general el aumentar la misma mas halla de los requerimientos para la producción de leche ha mostrado disminuir la fertilidad; sin embargo esto no ha sido siempre el efecto.

En el cuadro 16 se muestra los resultados de dos ensayos. La proteína en altas cantidades podría estar actuando causando muerte embrionaria debido a un pobre medio en el útero. Sin embargo, como se muestra en el cuadro 14 el ensayo de Barton et al., 1996 mostró que el exceso de proteína degradable por el rumen en el alimento no causa ningún efecto sobre la TP/IA, la tasa de preñez general (TP general) o sobre los días abiertos.

En contraste, Canfield et al., 1990, demostró que ante dietas con altas cantidades de proteína se disminuyó la TP/IA. Sobrealimentar con proteína debe evitarse aunque pueda ser que esto no sea un problema mayor cuando se consideran las causas de la disminución de la fertilidad en la mayoría de los hatos lecheros.

Cuadro 16.- Efecto de la dietas altas en proteína en el funcionamiento de la reproducción.

<b>Barton et al., 1996</b>	<b>n</b>	<b>CP dieta</b>	<b>PUN</b>	<b>TP/IA</b>	<b>TP General</b>	<b>Días abiertos</b>
Proteína Moderada	32	13%	8.5mg/dl <sup>a</sup>	41%	75%	71
Proteína Alta	32	20%	22.1mg/dl <sup>a</sup>	44%	88%	81
<b>Canfield et al., 1900</b>						
Proteína Moderada	32	16.5%	12.9mg/dl <sup>a</sup>	48% <sup>a</sup>	-	
Proteína Alta	32	19.2%	19.2mg/dl <sup>a</sup>	31%		

Hay muchos componentes de la dieta que podrían ser limitantes para la producción o la reproducción. Alguna información circunstancial es consistente con el rol positivo de la vitamina A o beta-caroteno sobre la reproducción. Específicamente dos estudios recientes han testado esta hipótesis. En tres experimentos hechos en florida las vacas se suplementaron con beta-carotenos durante 20 días previos a la primera IA y fueron comparadas con vacas controles que no recibieron esa suplementación. No hubo efecto de los beta-carotenos sobre los índices de la preñez (Arechiga et al., 1997).

En un estudio reciente, la suplementación con vitaminas A y vitaminas E no mejoro la TP/IA en un programa Ovsynch con IA planeada. Se encontró además que la vitamina E no mejora la TP/IA tanto en vacas bajo estrés calórico como en vacas bajo condiciones normales de temperatura (cuadro 17; Arechiga et al., 1994).

Cuadro 17.- Efectos de la suplementación con vitamina E sobre la TP/IA en ganado lechero.

---

---

<b>Temperatura</b>	<b>Controles</b>	<b>Suplementadas con vitamina E</b>
Estrés calórico	21/87 = 24.1%	19/99 = 19.2%
Temperatura Normal	48/154 = 31.2%	55/163 = 33.7%

---

Mucha de la disminución en la tasa de parición es probablemente debido a perdidas de preñez. Los índices de fertilidad parecen acercarse a un 90-95%. Recientemente se han hecho estudios (Vasconcelos et al., 1997) que examinó las perdidas de preñez desde el día 28 de preñez hasta el parto (figura 7). Hubo substanciales pérdidas de preñez en este estudio (25%) con la mayoría de estas perdidas (17%) ocurriendo durante los primeros 60 días. Es muy probable que un número substancial de perdidas sea antes el días 28; sin embargo no disponemos de un test fidedigno para la preñez temprana en el ganado.

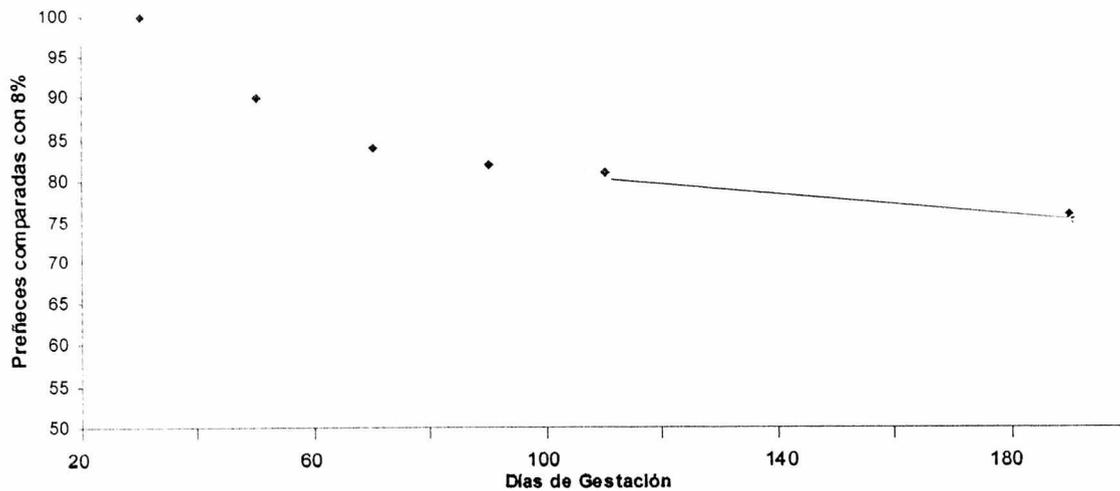


Figura 7.- Pérdidas de preñez en el ganado desde el día 28 de la gestación hasta el parto (n=512). Las vacas fueron examinadas para ver si estaban preñadas utilizando ultrasonido a los 28, 42, 56, 70 y 98 días y los partos fueron registrados. TP/IA a los 28 días fue de 32% (1600 IAs analizadas con un 70% de las IAs durante el verano).

## V.-COMENTARIOS FINALES.

Entonces, la eficiencia reproductiva de los hatos lecheros puede ser mejorada optimizando la TP/IA y la tasa de servicios. La tasa de preñez por IA debe ser cuidadosamente evaluada para optimizar los numerosos factores que pueden influenciar esta tasa. Se necesita aun más investigación para desarrollar métodos confiables para aumentarla.

La tasa de servicios puede probablemente ser mejorada en la mayoría de los establos lecheros y en algunas situaciones puede ser mejorada notablemente. Las ayudas para la detección de celo y los programas hormonales deben ser considerados su uso en muchos hatos, analizando cuidadosamente los costos que están asociados a una pobre eficiencia reproductiva. La tasa de servicio a la primera IA debe ser evaluada en forma separada de la tasa de servicio a la segunda y posteriores IAs. La tasa de servicio a la primera IA puede ser

notablemente mejorada usando un programa hormonal efectivo tal como Ovsynch con un pequeño o ningún cambio en la TP/IA. Las mejoras en la tasa de servicio a la segunda y posteriores IAs deben focalizarse en métodos efectivos para diagnosticar vacas vacías lo más antes posible.

Las expectativas de un programa de manejo reproductivo deben ser realistas de manera tal que los esquemas de manejo puedan ser rentables y de acuerdo a la disponibilidad de mano de obra y de las facilidades del establo. Desafortunadamente los cambios en los parámetros reproductivos debidos solamente a la suerte del azar (preñada o no preñada como si fuera tirar una moneda) hacen análisis y la corrección de los problemas reproductivos particularmente problemáticos. Todos los miembros del equipo de manejo (nutricionista, veterinario, técnico, inseminador) deben ser consultados continuamente para asegurarse la implementación y la continuidad activa de un óptimo programa de manejo reproductivo.

## REFERENCIAS.

Arechiga CF, risco CA, Hansen PJ, 1994. Effectiveness of vitamin E for the thermoprotection of preimplantation embryos effects on heat-shocked murine embryos and pregnancy rates of lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 77 (Suppl 1): 1308.

Arechiga CF, Staples CR, McDowell L, Hansen PJ;1997. Effectiveness of a timed artificial insemination program and supplemental feeding of  $\beta$  carotene on reproductive function of heat-stressed dairy cows. *J Dairy Sci* 80 (Suppl 1):P 377.

Barr HL, 1975. influence of estrus detection on days open in dairy herds. *J Dairy Sci* 58:246.

Barton BA, Rosario HA, Anderson GW, Grindle BP, Carroll DJ, 1996. Effects of dietary crude protein, breed, parity, and health status on the fertility of dairy cows. *J Dairy Sci* 79:2225-36.

Beal WE, Edwards RB 3d, Kearnan JM 1989. use of B-mode, liner ultrasonography for evaluating the technique of bovine artificial insemination. *J Dairy Sci* 72:2198-202.

Britt JH, 1985. enhanced reproduction and its economic implications. *J Dairy Sci* 68:1585

Butler, W.R,D,J,R Cherney, and C. C. Elrod. 1995. Milk ure nitrogen (MUN) analysis; Field trial results on conception rates and dietary inputs. Page 89 in Proc. Cornell Nutr. Conf. -Feed Manuf., Rochester, NY. Cornell Univ., Ithaca, NY.

Canfield RW, Butler WR, 1991, Energy balance, first ovulation and the effects of naloxone on LH secretion early lactation dairy cows. *J anim Sci* 69:740-6

Canfield RW, Sniffen CJ, Butler WR, 1990. effects of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. *J Dairy Sci* 73:2342-9.

Diskin MG, 1996. factors affecting conception rate in cows. *Irish Vet J* 49:245-251

Ferguson JD, 1996. Diet, production and reproduction in dairy cows. *Anim feed Sci Tech* 5:173-84.

Gonzalez LV, Fuquay JW, Bearden HJ, 1985. insemination management for a one-injection PGF<sub>2</sub>α synchronization regimen. I. One daily insemination versus use of the A.M/P.M rule *Theriogenology* 24:495.

Graves WM, Dowlen HH, Lamar KC, Jhonson DL, Saxton AM, Montgomery MJ, 1997. the effect of artificial insemination once versus twice per day. *Dairy Sci* 80:3068-71.

Heersche G, Nebel RL, 1994. Measuring efficiency and accuracy of detection of estrus. *J Dairy Sci* 77:2754-61.

Jones RI, Stewart PG, 1992. estimating true and apparent number of services per conception, estrus detection intensity and calving interval in dairy herds. *Theriogenology* 37:1327-1339.

Lee CN, Huang TZ, Sagayaga AB, 1997. Conception rates in dairy cattle is affected by the number of semen straws Thawed for breeding. *J Dairy Sci* 80 (suppl 1); P 45.

Nebel RL, Jobst SM, Dransfield MBG, Pandolfi SM, Bailey TL, 1997. Use of a radiofrequency data communication system, HeatWatch®, to describe behavioral estrus in dairy cattle. *J Dairy Sci* 80 (suppl 1) p 151.

Pursley JR, Mee MO, Wiltbank MC, 1995. synchronization of ovulation in dairy cows using PGF<sub>2</sub>α and GnRH. *Theriogenology* 44:915.

Pursley J.R, Wiltbank MC, Stevenson JS, Ottobre JS, Garverick HA, Anderson LL. 1997. pregnancy rates in cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. *J Dairy Sci.* 80:295-300.

Pursley j R, Kosorok MW, Wiltbank MC, 1997. reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. *J . Dairy Sci.* 80:301-306.

Pursley JR, Silcox RW. Wiltbank MC, 1998. Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, and gender ratio after synchronization.

Stevenson JS, Lucy MC, Call EP, 1987. Failure of timed inseminations and associated luteal fuction in dairy cattle after two injections of prostaglandin F<sub>2</sub>α. *Theriogenology* 29:937.

Vasconcelos JLM, Silcox RW, Lacerrda JA, Pursley JR, Wiltbank 1997. Pregnancy rate, pregnancy in dairy cows. *Bio Reprod* 56 (Suppl 1): 140.

Wahome JN, Stuart MJ, Smith AE, Hearne WR, Fuquay JW 1985. Insemination management for a one-injection PGF<sub>2</sub>α synchronization regimen. II. One versus two inseminations following detection of estrus. *Theriogenology* 24:501.