

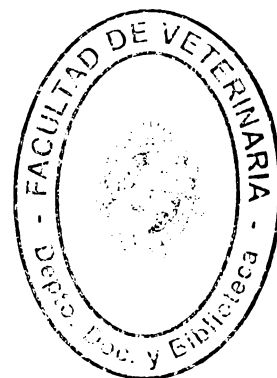
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

**EVALUACION DE LA RESPUESTA REPRODUCTIVA A UN TRATAMIENTO
DE SINCRONIZACION DE LA OVULACION E IATF BASADO EN
PROGESTERONA MAS BE, eCG y GnRH EN VACAS LECHERAS EN
ANESTRO POSPARTO.**

Por

**Alejandro Daniel ARRAMBIDE AGUIAR.
Luis Eduardo CASAS CIRION.**



TESIS DE GRADO presentada como
uno de los requisitos para obtener el
título de Doctor en Ciencias Veterinarias
(Orientación Producción Animal,
Bloque Rumiantes)

MODALIDAD Ensayo Experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2009**

TG 161

Evaluación de la



FV/28454


TABLA DE CONTENIDO

PAGINA DE APROBACION	3
AGRADECIMIENTOS	4
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS.....	5
RESUMEN	6
SUMARY	7
1- INTRODUCCIÓN	8
2- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	9
2.1. Ciclo estral de la vaca.....	9
2.1.2. Regulación endocrina del ciclo estral.....	10
2.2. Eficiencia reproductiva del rodeo lechero	11
2.2.1. El anestro postparto como causa de la baja eficiencia reproductiva ..	12
2.3. Principales medidas para aumentar la eficiencia reproductiva.....	13
2.3.1. Sincronización de celos en vacas lecheras ciclando.....	13
2.3.1.1. Respuesta a tratamientos hormonales en vacas lecheras ciclando.	14
2.3.2. Sincronización de celos en vacas lecheras en anestro	16
3- HIPOTESIS	18
4- OBJETIVOS	18
4.1 Objetivo General.....	18
4.2 Objetivos Especificos	18
5-MATERIALES Y MÉTODOS	19
5.1. Animales.....	19
5.2. Metodología.....	19
5.3. Variables	21
5.4. Análisis estadístico	22
6-RESULTADOS	23
6.1 IPC	23
6.2 Reinicio de ciclicidad	23
6.3 Tasa de preñez a 1er servicio.....	24
6.4 Tasa de preñez a los 100 días posparto.....	25
6.5 Tasa de preñez general.....	26
7- DISCUSIÓN	28
8- CONCLUSIONES.....	32
9- BIBLIOGRAFÍA	33

TESIS DE GRADO aprobado por:

Presidente de Mesa

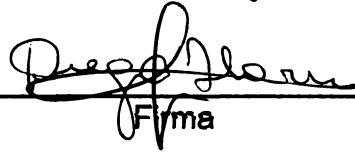
Rodolfo Ungerfeld



Firma

Segundo Miembro (tutor)

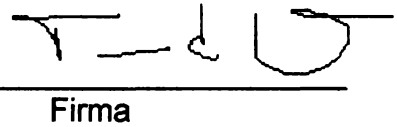
Diego Ibarra



Firma

Tercer Miembro

Teresa de Castro



Firma

Co tutor

Carolina Fiol



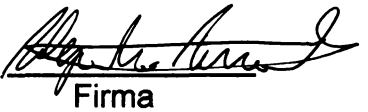
Firma

Fecha

7 de Diciembre de 2009.


Autores

Alejandro Arrambide Aguiar




Firma

Luis Casas Cirión



Firma

FACULTAD DE VETERINARIA

Aprobado con 10 (diez) 

28 . 454

AGRADECIMIENTOS

- Propietarios y/o encargados de establecimientos por permitirnos el uso de los animales, personal e instalaciones.
- A Conaprole- Inia por brindarnos apoyo a través de sus productores y materiales usados.
- A nuestro tutor Dr. Diego Ibarra por su dedicación y generosidad.
- Nuestra cotutora Dra. Carolina Fiol por el aporte en toda la parte de escritura y redacción.
- Al Dr. José Piaggio por la colaboración con el análisis estadístico.
- Al Dr. Alejo Menchaca por colaborar en la parte práctica.
- Al Dr. Diego Bimonte por su apoyo brindado.
- A nuestras familias por la fuerza constante y apoyo que nos dieron.
- Nuestros compañeros de Producción 2007.

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

- Tabla 1. Descripción de los rodeos utilizados (media \pm EE) por tambo y tratamiento (T, IATF vs Control) según condición corporal (CC), días posparto (dpp), % de primíparas (PR) y estado reproductivo (ER) al inicio del tratamiento..... 20**
- Tabla 2. Intervalo parto-concepción (IPC) en animales holando en anestro posparto según tratamiento (IATF vs Control), condición corporal (CC < y estado reproductivo (ER) al inicio del tratamiento..... 23**
- Tabla 3. Reinicio de actividad cíclica en animales holando en anestro posparto según tratamiento (IATF vs Testigo), condición corporal (CC < o \geq 2,5) y estado reproductivo (ER) al inicio del tratamiento..... 24**
- Tabla 4. Tasa de preñez al primer servicio en animales holando en anestro posparto según tratamiento (IATF vs Control), condición corporal (CC < o \geq 2,5) y estado reproductivo (ER) al inicio del tratamiento..... 25**
- Tabla 5. Proporción de vacas preñadas a los 100 días (P 100 d) en animales holando en anestro posparto según tratamiento (IATF vs Control), condición corporal (CC < ó \geq 2,5) y estado reproductivo (ER)al inicio del tratamiento 26**
- Tabla 6. Proporción de vacas preñadas totales (P general) en animales holando en anestro posparto según tratamiento (IATF vs Control), condición corporal (CC < ó \geq 2,5) y estado reproductivo (ER) al inicio del tratamiento27**

FIGURAS

- Figura 1. Resumen del protocolo usado.....21**

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta a un tratamiento de sincronización de ovulación e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) basado en benzoato de estradiol (BE), progesterona (P4) más gonadotropina coriónica equina (eCG) y hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) sobre la respuesta reproductiva de vacas lecheras en anestro posparto. Se seleccionaron 320 vacas primíparas y multíparas pertenecientes a 5 establecimientos comerciales, con parto en el otoño, con $70,4 \pm 2,7$ días posparto, condición corporal (CC) $2,5 \pm 0,02$ (escala 1-5, media \pm EE), sin servicio y en anestro al inicio del tratamiento. Los animales fueron asignados al azar en grupos homogéneos según estado reproductivo y CC a uno de los siguientes 2 tratamientos: 1) IATF: protocolo de sincronización de ovulación basado en BE + P4 + eCG y GnRH e IATF (n = 240), y 2) Control: sin tratamiento (n = 80). Se registró la fecha del servicio del grupo IATF y de los animales Control, así como los servicios posteriores de los animales que no resultaron preñados. El grupo IATF presentó un intervalo parto concepción (IPC) significativamente menor ($121,0 \pm 64,3$ vs $141 \pm 60,7$ días, IATF y Control, respectivamente; $p < 0,05$), pero la tasa de preñez al primer servicio fue mayor para el grupo Control (39,1% vs 55,4%, IATF y Control, respectivamente; $p < 0,05$). La tasa de preñez a los 100 días posparto se incrementó significativamente en el grupo IATF (39,2 % vs 20,9%, IATF y Control, respectivamente; $p < 0,05$), mientras que el porcentaje de preñez general tendió a ser mayor para el grupo IATF (73,0% vs 64,7%, IATF y Control, respectivamente; $p < 0,1$). Concluimos que el tratamiento de sincronización de celos e IATF en vacas lecheras en anestro posparto permitió mejorar la performance reproductiva, medida como IPC, tasa de preñez a 100 días y tasa de preñez general.

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate oestrus synchronization treatment based on estradiol benzoate (EB), progesterone (P4) plus equine chorionic gonadotropin (eCG) and gonadotropin-releasing hormone (GnRH) and Fixed-Time Artificial Insemination (FTAI) on reproductive performance of postpartum anoestrus dairy cows. From five commercial dairy farms primiparous and multiparous anoestrus cows ($n = 320$), with 70.4 ± 2.7 days postpartum, and body condition score (BCS) of 2.5 ± 0.02 (scale 1-5, mean \pm SE) were selected. Animals were randomized according to reproductive status and BCS to one of two treatments: 1) FTAI group: oestrus synchronization protocol based on EB + P4 + eCG and GnRH, and FTAI ($n = 240$), and 2) Control: without any treatment ($n = 80$). Service date of FTAI group and Control animals were recorded. Calving-conception interval (CCI) was reduced in the FTAI group (121.0 ± 64.3 vs 141 ± 60.7 days, FTAI and Control group, respectively; $p < 0.05$), although first service pregnancy rate was greater for Control group (39.1% vs 55.4%, FTAI and Control, respectively; $p < 0.05$). Pregnancy rate at 100 days postparturition was significantly increased in FTAI group (39.2 % vs 20.9% FTAI and Control, respectively; $p < 0.05$), while a tendency was found for general pregnancy rate (73.0% vs 64.7%, FTAI and Control, respectively; $p < 0.1$). We concluded that synchronization treatment and FTAI improved reproductive performance, in terms of CCI, pregnancy rate at 100 days and general pregnancy rate, of postpartum anoestrus dairy cows.

1) INTRODUCCION

La producción de leche a nivel mundial ha experimentado un crecimiento constante en las últimas décadas, lo que ha sido posible gracias a las mejoras en el manejo nutricional y a la intensa selección genética del ganado (Lucy, 2001). En forma similar, los niveles de producción de leche remitidos a la industria en Uruguay han tenido un incremento de 3-4% anual en las dos últimas décadas, pasando de 836 millones de litros en 1993 a 1.328 millones en el año 2007 (DIEA, 2007). A su vez, la fertilidad y eficiencia reproductiva del rodeo, medida como intervalo parto-concepción (IPC) e intervalo entre partos (IIP), han evolucionado en forma inversa a la producción de leche, determinando que el futuro de la producción se vea en riesgo (Lucy, 2001). Por esta razón, la evaluación de posibles alternativas de manejo que permitan mejorar estos parámetros han ido en aumento (Lucy et al., 2001; Roche, 2005).

Las consecuencias negativas determinadas por la disminución de la eficiencia reproductiva impactan en forma directa sobre la producción de leche, lo cual lleva a considerar a la reproducción como el segundo costo de producción, después de la alimentación (Esslemont y Peeler, 1993). El aumento del IIP (>12 meses) ocasiona un alargamiento de la lactancia y hace que la curva de producción comience a disminuir y a alargarse, reduciéndose la producción individual y por lo tanto los ingresos (Ibarra, 2002a). Datos nacionales muestran una reducción de 1 lt de leche en la producción diaria promedio cuando se aumentó en un mes el IPC (Instituto Nacional de Mejoramiento Lechero, INML). En forma similar, se encontraron pérdidas de 4,58 lts de leche por cada día de retraso en preñar las vacas por encima de los 120 días posparto (Ibarra, 2002 a).

La duración del período de anestro posparto es la causa principal de los bajos índices reproductivos del rodeo (Ibarra, 2002b). El metabolismo de la vaca lechera luego del parto está dirigido a la producción de leche lo que compromete el inicio de la actividad reproductiva (Cavestany, 2009). Existen múltiples alternativas para mejorar la eficiencia reproductiva del rodeo lechero, enfocadas específicamente a la disminución del anestro posparto (incremento de la asistencia técnica, mejores prácticas de manejo referidas a alimentación y producción de pasturas, selección genética que considere caracteres reproductivos, reducción de los problemas sanitarios), de las cuales la utilización de tratamientos hormonales ha sido de las más difundidas (Lucy, 2001; Ibarra, 2005).

2) REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Ciclo estral en la vaca

El ciclo estral es el período de tiempo que hay entre dos estros consecutivos cuando la vaca está vacía, bien alimentada y sin patologías que impidan la manifestación normal del celo. La duración promedio del ciclo estral es de 20 y 21 días, con rangos normales de 18 a 22 y 18 a 24 días, en vaquillonas y vacas, respectivamente (Arthur, 1991).

La vaca es un animal poliéstrico continuo, lo cual determina que una vez alcanzada la pubertad, la actividad cíclica se mantendrá excepto durante la preñez, de 3 a 6 semanas luego del parto, con altas producciones de leche y también en condiciones patológicas (Arthur, 1991). El ciclo estral se divide en 4 fases: Estro (día 0), Metaestro (días 1 al 3), Diestro (días 4 al 18) y Proestro (desde día 19 al inicio del estro), basándose en la presencia de estructuras ováricas (folículos, cuerpos lúteos), cambios uterinos, vaginales y conductuales. (Mc. Donald, 1991).

El estro se define como el período de receptividad sexual, durante el cual ocurre el apareamiento. La duración del mismo varía de 14 a 18 horas (Mc. Donald, 1991). Las glándulas del cérvix secretan mucus, el epitelio vaginal y el endometrio se vuelven hiperémicos, congestivos y el cérvix se relaja (Mc. Donald, 1991). La ovulación ocurre cerca de 12 horas de finalizado el estro (metaestro) (Arthur, 1991).

El proestro es el período de crecimiento folicular rápido bajo estimulación gonadotrófica. El proestro y el estro forman la fase folicular del ciclo estral (Mc. Donald, 1991). La conducta del animal responde al incremento progresivo de los niveles de estrógenos secretados por los folículos en desarrollo. Hay una disminución progresiva de los niveles de progesterona debido a la regresión del cuerpo lúteo (CL) del ciclo anterior (Mc. Donald, 1991). El útero se presenta agrandado, el endometrio se vuelve congestivo y edematoso, hay un aumento de la actividad secretoria de las glándulas. La mucosa vaginal se vuelve hiperémica, y externamente se observa edema vulvar e hiperemia (Arthur, 1991).

El metaestro es el período en el que ocurre la ovulación y comienza el desarrollo del CL. Se caracteriza por bajas concentraciones de estrógenos, progesterona y LH (Morrow, 1980), iniciándose el predominio de la progesterona (Mc. Donald, 1991).

El diestro es la fase del ciclo en la cual el cuerpo lúteo se desarrolla de manera total, llegando al tamaño maduro hacia el día 7 del mismo, y los órganos reproductores se encuentran bajo la influencia dominante de la progesterona. Esta es la fase más larga del ciclo estral, con una duración de 16 a 17 días en la vaca (Mc. Donald, 1991). Hay una hipertrofia e hiperplasia de las glándulas uterinas. El cérvix está contraído, las secreciones se vuelven escasas y pegajosas y la mucosa vaginal se vuelve pálida (Arthur, 1991). El metaestro y el diestro forman la fase luteal del ciclo estral.

En los animales no apareados o en aquellos que no ocurrió la concepción, el CL regresa al final del diestro, que es seguido por el proestro y un nuevo estro (Mc. Donald, 1991).

2.1.2 Regulación endócrina de la reproducción

Las hormonas que controlan los procesos de la reproducción derivan principalmente de ciertas áreas del hipotálamo, hipófisis, gónadas, placenta y útero (Hafez, 1989).

Hormonas hipotalámicas

Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH). El hipotálamo controla la liberación de las gonadotropinas de la hipófisis anterior mediante la acción de sustancias específicas liberadoras e inhibitoras. Estas son secretadas por las neuronas hipotalámicas y transportadas desde la eminencia media del hipotálamo hasta la hipófisis por el sistema porta hipotálamo - hipofisario (Arthur, 1991). La GnRH estimula, a nivel hipofisario, la síntesis y liberación de gonadotropinas (FSH y LH), produciendo la ovulación y luteinización de los folículos, con la subsecuente emergencia sincronizada de una nueva onda folicular (1,5 días después).

Hormonas ováricas

El ovario produce dos hormonas esteroideas importantes, el estradiol-17 β y la progesterona, las cuales ocasionan cambios en el tracto genital y en otras partes del cuerpo (Mc Donald, 1991).

Los estrógenos se producen en la teca interna y en las células de la granulosa del folículo ovárico con el control sinérgico de la FSH y la LH (Mc Donald, 1991). Sus principales funciones son: luteólisis temprana, (potencia el pico de LH para que se de la ovulación), regulación de la secreción gonadotrófica, estimulación del inicio de la secreción de PgF, promoción del crecimiento de las glándulas endometriales y estimulación de la actividad secretoria en oviducto y de la receptividad sexual.

La progesterona (P4) es producida por las células luteínicas del CL (Mc Donald, 1991) en animales ciclando y por el CL y placenta durante la gestación, siendo necesaria para el mantenimiento de la preñez. El incremento inicial de progesterona tiene un efecto modulador sobre la secreción endógena de gonadotropinas, provocando una acumulación de gonadotropinas endógenas mediante el feed back negativo sobre la hipófisis anterior (Arthur, 1991). La repentina caída de P4 permite la emergencia y ovulación de un folículo dominante. El efecto central bloqueante de la liberación de LH por parte de la hipófisis, permite que se sigan desarrollando folículos, pero estos no ovulan (Grunert, 1988). La inhibición ejercida sobre el pico de LH al impedir que se desencadene el mecanismo de feed back positivo GnRH - LH - estrógenos es importante para comprender el fundamento de las técnicas de sincronización de celos basadas en progestágenos (Ungerfeld, 2002).

Hormonas uterinas

Las Prostaglandinas constituyen un grupo de ácidos grasos esenciales poliinsaturados de 20 carbonos. Su corta vida media solo le permite tener acciones a nivel local. El ácido araquidónico es el precursor de las Prostaglandinas que intervienen en los procesos reproductivos. La PgF_{2α} (PgF) es liberada por el útero y juega un rol importante en la regulación de la vida del CL; la regresión del CL (luteólisis) es un evento clave responsable de la ciclicidad ovárica (Ungerfeld, 2002).

Hormonas placentarias

La gonadotropina coriónica equina (eCG) es una glicoproteína de larga vida media que tiene en la vaca un efecto similar a la FSH y LH (Murphy y Marinuk, 1991), pudiendo ser utilizada para estimular el crecimiento de los folículos durante el posparto (Yavas y Walton, 2000a y b).

2.2 Eficiencia reproductiva del rodeo lechero

El objetivo de una buena eficiencia reproductiva es lograr el mayor número de animales preñados en el menor tiempo posible (Cavestany, 2000). Como forma de determinar dicha eficiencia, se han desarrollado una serie de indicadores, los cuales tienen como denominador común la necesidad de contar con registros confiables a nivel del establecimiento (Cavestany, 2000).

Indicadores de eficiencia reproductiva:

Porcentaje de concepción (%C): es el porcentaje de animales preñados sobre el total de inseminadas o servidas por cien.

Porcentaje de preñez (%P): es el porcentaje de detección de celos por el porcentaje de concepción.

Preñez general o total: porcentaje de preñez final, considerando un año o el final del periodo de servicios.

Servicios por concepción: es el número total de servicios dados sobre el número total de concepciones.

Intervalo parto-concepción o días abiertos (IPC): es el intervalo entre el parto y la fecha del servicio en la cual quedo preñada la vaca.

Intervalo inter-parto (IIP) es el periodo de tiempo entre un parto y el siguiente.

Porcentaje de refugos: son las vacas eliminadas del rodeo, independientemente del motivo. Se clasifican en dos categorías, las refugadas antes y después del servicio, a efecto de evaluar correctamente la eficiencia reproductiva.

2.2.1 El anestro postparto como causa de la baja eficiencia reproductiva

El anestro postparto es el tiempo que transcurre entre el parto y el primer celo postparto (Short et al., 1990). Su duración es el factor más determinante en la **eficiencia reproductiva** (García et al., 1990; Edgerton, 1980). En Uruguay, la incidencia de anestros a los 60 días posparto en vacas de primera cría correspondió a un 54,9%, y para vacas de 2 a 6 lactancias fue de 49,4%. A su vez, la incidencia de anestros a los 120 días posparto en vacas de primera cría fue de 25,7 %, y para vacas de 2 a 6 lactancias fue de 16% (Ibarra, 2002b).

Los factores que inciden en la duración del anestro postparto se clasifican como factores internos y externos, los cuales por diversos mecanismos y con **diferente intensidad** perturban el equilibrio neuroendócrino, prolongando el anestro postparto y disminuyendo la eficiencia reproductiva (Short et al., 1990).

Los factores internos están determinados por los cambios fisiológicos posparto que **desfavorecen el reinicio temprano de la actividad ovárica necesaria para la manifestación del estro, la ovulación y la nueva concepción** (Nett, 1987). En el final de la gestación el eje hipotálamo-hipofisario responde a la acción de un feedback negativo de los esteroides placentarios y ováricos (progesterona y **estrógenos**); **esto resulta en una acumulación de FSH en la hipófisis anterior**, suprimiendo su liberación y agotando las reservas de LH, provocando el bloqueo de la actividad ovárica (Ungerfeld, 2002). Luego del parto los niveles de FSH aumentan, mientras que los niveles de LH son muy bajos (Yavas y Walton, 2000a). **Esto produce la emergencia de la primera onda folicular entre los días 2 a 7 después del parto** (Wiltbank et al., 2002). La dominancia folicular se observa entre los días 10 a 21 posparto, sin embargo, este folículo dominante es incapaz de ovular (Stagg et al., 1995) debido al agotamiento de **las reservas de LH en la hipófisis anterior**. Estas reservas se reestablecen y se incrementan gradualmente luego del día 15 al 30 posparto (Williams et al., 1996; Yavas y Walton, 2000b).

Como factores externos que inciden en la duración del anestro postparto, se encuentran la alimentación, condición corporal (CC), sanidad, retención de placenta, causas traumáticas- infecciosas y el clima. La CC es empleada como un método subjetivo de estimación de la cantidad de energía metabolizable almacenada como **grasa y músculo en un animal vivo** (Cavestany, 2005). Para ello se utiliza un score de CC, el cual clasifica a los animales de acuerdo a una escala de 1 a 5, siendo 1: vaca flaca y 5: vaca obesa (Edmonson, 1989). Esta herramienta permite monitorear los rodeos a lo largo de su lactancia para que **lleguen con una óptima CC al parto, la cual se encuentra asociada a la primera ovulación posparto**. En condiciones pastoriles, las vacas lecheras pierden entre 0,5 y 1 punto de CC en el mes previo al parto, lo que dificulta el reinicio de la ciclicidad posparto (Meikle et al., 2006), ya que las altas reservas energéticas **resultan esenciales para afrontar las exigencias de nutrientes que implican una gestación y posterior lactancia** (Cavestany, 2004).

La transición del estado preñada no lactando al no preñada lactando es un **cambio muy grande para la vaca, la cual debe adaptar su metabolismo durante las primeras semanas posparto a las fuertes exigencias que le demanda la**

producción y al cambio de régimen alimenticio acorde con su nuevo nivel de requerimientos (Cavestany, 2009). Durante este período la vaca se encuentra en balance energético negativo (BEN), ya que la cantidad de energía requerida para mantener la producción de leche supera la que ingiere, por lo cual la vaca debe movilizar nutrientes de las reservas corporales. La consecuencia inmediata se traduce en una pérdida de CC, y en casos extremos, resulta en una disminución de la producción de leche (que afecta la producción en el resto de la lactancia) y puede facilitar la ocurrencia de enfermedades metabólicas al parto y retraso en el reinicio de la actividad reproductiva (Cavestany, 2006).

La importancia del BEN en el reinicio de la actividad endócrina del hipotálamo y de la hipófisis ha sido descrita por diferentes autores (Butler y Smith, 1989; Nebel y Mac Guillard, 1993). Butler y Smith (1989) establecieron que el balance energético mínimo (nadir) es el desencadenante de todo este proceso. Este nadir y el aumento del consumo conllevan mayor liberación de endorfinas a nivel hipotalámico, lo que inhibiría la secreción pulsátil de GnRH. Los mismos autores plantearon que existen efectos directos del BEN sobre el patrón pulsátil de LH. Por otro lado en animales subalimentados, los niveles de FSH y LH fueron más bajos, lo que se explicaba por una menor secreción de GnRH (Swanson, 1989; Richards et al., 1989; Randel, 1990).

El punto crítico en esta inhibición es el nadir. Es a partir de esta transición de BE decreciente a creciente que se constata un incremento en la frecuencia de los pulsos de LH (Canfield et al., 1990). Esto sugiere que la secreción pulsátil de LH podría ser inhibida hasta que se alcanza el nadir, momento luego del cual la frecuencia de pulsos de LH aumenta hasta la primera ovulación (Ibarra y Latrille, 1999).

2.3 Principales medidas para aumentar la eficiencia reproductiva

2.3.1 Sincronización de celos en vacas lecheras ciclando

Para obtener buenos resultados reproductivos debe existir, como requisito indispensable, una buena detección de celo. En una población de animales sexualmente activa, la frecuencia diaria de celos oscila entre un 3% y un 4%. La ocurrencia de celos es mayor en horas de la noche (70% entre las 18:00 y las 06:00 horas), por lo que es razonable esperar que la dificultad en la detección de celos sea uno de los problemas individuales que más inciden en la eficiencia reproductiva (Cavestany, 2005). En los grandes rodeos lecheros comerciales, la detección de celos es el problema más limitante de la eficiencia reproductiva de las vacas en lactancia.

Una de las posibles maneras de mejorar la detección de celos, cuando el anestro posparto no es un problema, es aumentar el tiempo dedicado a la observación de celos, ya que más períodos diarios de observación aumentan el porcentaje de detección.

Otra manera de lograrlo es implementar medidas que permitan aumentar la cantidad de vacas en celo en un período más concentrado de tiempo, para lo cual la sincronización de los celos se ha convertido en una herramienta muy útil

y de creciente uso (Cavestany, 2005). El control hormonal del ciclo estral puede reducir los problemas de manejo asociados a la detección de celos en vacas lecheras, especialmente en los sistemas de producción actuales donde la intensificación también ha influido negativamente para que las vacas manifiesten claramente signos de estro (Ibarra, 2005).

Los programas de sincronización de celos brindan una serie de ventajas, logrando que las vacas estén en celo en un momento previsible, lo cual facilita la inseminación artificial, reduce el tiempo y el trabajo empleado para la detección de celo. A su vez, el control preciso de la ovulación ha permitido el desarrollado en los últimos años de la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), como una estrategia de sincronización pero sin tener en cuenta la eficiencia de detección de celo (Thatcher et al., 2001).

Los objetivos que se persiguen al momento de implementar un protocolo de sincronización de celos son: 1) agrupar los celos y poder predecir cuando van a ocurrir, 2) reducir la incidencia de celos no detectados y 3) mejorar la eficiencia de la inseminación artificial (Cavestany, 2005).

Existen numerosos protocolos para la sincronización de celos en bovinos ciclando; algunos sincronizan el celo mediante el acortamiento de la fase luteal del ciclo estral (prostaglandinas y sus análogos), mientras que otros sincronizan la ovulación simulando una fase luteal, lo que permite la sincronización de la onda folicular y de la ovulación (progesterona o progestágenos, GnRH y sus análogos junto con Pgs) (Cavestany, 2005).

2.3.1.1 Respuesta a los tratamientos hormonales en vacas lecheras ciclando

Prostaglandina y sus análogos

La interrupción de la fase luteal (regresión del cuerpo lúteo) es el mecanismo por el cual las prostaglandinas se usan para controlar el estro (Morrow, 1980). La respuesta depende de la presencia de un CL funcional (día 7 a 16 del ciclo estral) y varía de acuerdo al día del ciclo en que se aplique, debido a la ocurrencia de ondas foliculares (Lucy et al., 1992). Una limitación de la PgF es la incapacidad para causar luteólisis cuando es inyectada antes del día 5 del ciclo estral (Louis et al., 1973).

Los protocolos basados solamente en PgF no son efectivos en vacas en anestro ni en vaquillonas prepúberes debido a que las mismas no presentan un CL funcional (Day, 1998). A su vez, en vacas en lactación la respuesta a esta hormona es mas errática que en vaquillonas (Cavestany, 2005). La utilización de PgF para la sincronización del celo no tiene suficiente precisión como para obtener porcentaje de concepción aceptable cuando es combinada con IATF, porque el tratamiento no sincroniza el crecimiento folicular ni los picos de LH (Larson y Ball, 1992). Por este motivo, existe una variación en el momento de la ovulación debida al estado de desarrollo del folículo preovulatorio al momento de la inyección de PgF, llevando a bajos índices de preñez, lo cual justifica que se deba detectar celos por 7 días posteriores a la administración de la hormona (Larson y Ball, 1992).

La inyección de GnRH o sus análogos seguida por la administración de PgF 7 días más tarde, ha sido efectiva en la sincronización de celos (Thatcher et al., 2001). Tiene la ventaja de sincronizar el desarrollo folicular, la secreción de estradiol y la luteólisis en forma secuencial, dando una mayor precisión en la manifestación del celo. En animales en anestro, mediante la formación de tejido luteal prepara el sistema e induce la emergencia de una onda folicular ovulatoria. Ayuda a la ovulación en animales en anestro preparados con progesterona, a la vez que refuerza la precisión de la sincronización de celo potenciando el pico de LH (Thatcher, 2005).

El programa Ovsynch se basa en la inyección de GnRH en diferentes estadios del ciclo para inducir la ovulación del folículo dominante y sincronizar la emergencia de una nueva onda folicular. Posteriormente se administra una dosis de PgF para regresar el CL recientemente formado y nuevamente se inyecta GnRH para inducir la ovulación sincrónica 28-32 hs más tarde. La etapa ideal del ciclo estral para iniciar un protocolo Ovsynch es la fase luteal temprana (día 5 a 10). (Thatcher, 2005).

Progesterona y progestágenos

El Dispositivo intravaginal Bovino Syntex (DIB) es un dispositivo intravaginal impregnado con progesterona utilizado para la regulación del ciclo estral en bovinos. Donde esta compuesto por 1 g de progesterona y silicona inerte.

La inclusión de P4 en protocolos de sincronización induce la atresia folicular seguida por la emergencia de una nueva onda folicular en animales ciclando, mientras que prepara el sistema y produce la emergencia de una onda folicular ovulatoria en animales en anestro (recambio folicular), (Ungerfeld, 2002). Una pequeña cantidad de progestágenos circulando en sangre suprimirá el estro hasta que la fuente de progestágeno sea removida (Cavestany et al., 2006). La fuente de progestágeno exógena actúa como sustituto o en conjunto con la progesterona endógena producida por el CL, y puede ser suministrada mediante la alimentación o en forma de implantes intravaginales o subcutáneos. El retiro sincrónico de todas las fuentes de progestágenos resultará en la sincronización de los estros (Day, 1998).

Los tratamientos largos con progestágenos (mayores a 14 días) permiten la regresión espontánea del CL, y si bien resultan exitosos en lograr una alta sincronización de celos, el porcentaje de concepción disminuye; la razón de ello es un crecimiento folicular anormal (Lucy et al., 1992), que resulta en la formación de folículos persistentes, envejecidos al momento de la ovulación (Thatcher, 2001). Cuando el protocolo es iniciado durante la fase folicular del ciclo estral, la tasa de recambio folicular disminuye aún más (Smith y Stevenson, 1995), mientras que cuando el progestágeno es administrado durante la fase luteal del ciclo estral, la tasa de recambio aumenta, así como la tasa de preñez (Thatcher et al., 2001).

Una de las principales ventajas en el uso de los progestágenos para sincronizar el estro con respecto a la PgF, es que ha sido demostrado que los tratamientos cortos en base a progestágenos inducirán el comienzo de la actividad cíclica en hembras en anestro, ya sea en vacas posparto (Day, 1998), o en vaquillonas prepúberes (Hall et al., 1997).

Combinación de Progestágenos y PgF o Estradiol

La utilización de un dispositivo liberador de progesterona durante 7 días provee suficiente progesterona como para prevenir la aparición del estro. La inyección de PgF al momento del retiro del implante causa la regresión del CL presente, induciendo de esa manera la aparición del estro (Ficke et al., 1997). El uso de PgF determina un aumento de la tasa de detección de celos (Cavestany, 2000), así como una mayor tasa de concepción (Folman et al., 1990).

La inyección de Benzoato de estradiol (BE) al momento de la colocación del dispositivo de progesterona inducirá la atresia de los folículos, resultando en la emergencia de una nueva onda folicular unos 4 días más tarde (Caccia y Bo, 1998). De esa manera se aumenta la precisión de la sincronización de celo, potenciando el pico de LH, a la vez que se refuerza la manifestación de celo después del tratamiento con progesterona (Morrow, 1980). A su vez, la administración de una segunda inyección de BE 24 hs después del retiro del dispositivo, permite inducir el estro y la ovulación en vacas en anestro (Macmillan et al., 1997), y mejorar la precisión de la sincronización en vacas cíclicas y en anestro (Martinez et al., 1998).

Combinación de Progestágenos y GnRH

Alternativamente, los progestágenos pueden ser utilizados conjuntamente en tratamientos con GnRH y PgF para asegurar una fuente de P4, y así prevenir ovulaciones prematuras y activar la respuesta cíclica en vacas en anestro (Thatcher et al., 2001).

2.3.2 Sincronización de celos en vacas lecheras en anestro

Para vacas en anestro los protocolos deben incluir, necesariamente, dispositivos o esponjas con P4 en combinación con estradiol o GnRH y la adición de eCG (Cutaia et al., 2003). Estos tratamientos mantienen elevadas las concentraciones plasmáticas de P4 (niveles subluteales) por un periodo establecido, provocando un aumento en la frecuencia de pulsos de LH, promoviendo el crecimiento folicular, maduración del folículo dominante y su capacidad ovulatoria (recambio folicular) (Baruselli et al., 2003). Además sensibilizan el sistema genital y evitan la formación de un CL de vida corta (Rivera et al., 1998).

La eficiencia de los tratamientos de sincronización de celos depende de factores como ser la involución uterina posparto, la existencia de patologías relacionadas al parto y la CC (Cavestany, 2005). En relación a la CC, no solamente es importante la CC estática al momento de iniciado el protocolo, sino también la evolución del mismo: vacas que están perdiendo peso, que lo

están manteniendo o ganando. El uso de eCG junto con P4 + BE en protocolos de IATF en vacas en buena CC, no logra incrementos en los porcentajes de preñez con respecto a los grupos que no reciben la eCG; esto se debería a que estas vacas no necesitarían del estímulo extra que ofrece la eCG para el crecimiento folicular, por encontrarse en buena CC (Bó et al., 2002; Cutaia et al., 2003). Por lo tanto, la adición de eCG solo tendría resultados positivos en vacas con una CC comprometida. Sin embargo, en trabajos realizados por Cutaia et al. (2003) la aplicación de 400 U.I. de eCG al momento de retirado el dispositivo con P4 aumentó los porcentajes de preñez en vacas británicas con cría al pie y con buena CC. Cuando se utilizaron vacas con pobre o moderada CC, la aplicación de eCG también logró un incremento de los porcentajes de preñez, sobre todo en vacas sin estructuras ováricas palpables o solo con folículos (sin un CL) al inicio del tratamiento.

El uso de los programas de IATF ha revolucionado el manejo reproductivo en los rodeos lecheros. El desarrollo de un buen sistema de sincronización de la ovulación para IATF se basa en el entendimiento de las bases biológicas de la dinámica folicular ovárica y de la regresión del CL. Es preciso desarrollar un sistema que controle el crecimiento de los folículos ováricos preovulatorios, la regresión del CL, y la ovulación (Feresin et al., 2003). Baruselli et al. (2004) demostraron que el tratamiento con eCG incrementa las concentraciones plasmáticas de P4 y el porcentaje de preñez a la IATF en vacas con cría en anestro posparto. Por lo tanto, el tratamiento con eCG puede ser una herramienta importante para aumentar la tasa de concepción a la IATF, disminuir el periodo de anestro posparto y en consecuencia mejorar la eficiencia reproductiva en vacas en anestro (Baruselli et al., 2003).

3) HIPOTESIS

La hipótesis planteada en el presente trabajo fue que la sincronización de la ovulación con dispositivos de progesterona más BE, eCG, GnRH y la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) mejora la respuesta reproductiva, medida como intervalo parto-concepción, de vacas lecheras en anestro posparto.

4) OBJETIVOS

4.1 Objetivo General.

El objetivo general de la presente tesis fue evaluar la respuesta a un tratamiento de sincronización de la ovulación e IATF basado en progesterona más BE, eCG y GnRH sobre la eficiencia reproductiva en vacas lecheras en anestro posparto.

4.2 Los objetivos específicos fueron:

- **Analizar el impacto de un tratamiento de sincronización de la ovulación e IATF basado en progesterona más BE eCG y GnRH sobre el reinicio de la ciclicidad, tasa de preñez al primer servicio, el intervalo parto-concepción y sobre la preñez de vacas lecheras durante el anestro posparto.**
- **Caracterizar el efecto de la condición corporal (CC) y el estado reproductivo (ER) sobre la respuesta a un tratamiento de sincronización de celos e IATF basado en progesterona más BE, eCG y GnRH en vacas lecheras en anestro posparto.**

5) MATERIALES Y METODOS



5.1 Animales.

Se seleccionaron 320 vacas de la raza Holando, primíparas y multíparas, con parto en el otoño, con $70,4 \pm 2,7$ días posparto, CC $2,5 \pm 0,02$ (media \pm EE) y sin servicio al inicio del tratamiento, pertenecientes a 5 tambos de la cuenca lechera de CONAPROLE. El porcentaje de primíparas (25 - 30%) fue similar en cada tambo.

5.2 Metodología

Al día 0 (D 0) se realizó una ecografía ovárica para determinar la actividad cíclica. Aquellos animales que presentaron CL fueron considerados como vacas con actividad cíclica, por lo que no se incluyeron en el experimento. Los restantes animales, considerados en anestro, se clasificaron en 2 categorías de acuerdo al estado reproductivo (ER) en que se encontraban: a) Anestro profundo, aquellas vacas que presentaron folículos menores a 8 mm, y b) Anestro superficial, aquellas vacas con folículos mayores a 8 mm. A su vez, se estimó de forma subjetiva la CC de los animales utilizando la escala de 1 a 5 (Edmondson et al., 1989) (Tabla 1).

Posteriormente, todos los animales diagnosticados en anestro fueron asignados mediante un diseño de bloques incompletos al azar, no homogéneos de acuerdo a número de lactancia (primípara o multípara), ER (anestro profundo o superficial), CC y establecimiento, a uno de los siguientes 2 tratamientos: 1) vacas a las que se les aplicó un protocolo de sincronización de celos e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF, $n = 240$), y 2) vacas a las que no se les aplicó ningún tipo de tratamiento (Control, $n = 80$).

Si bien la idea original era formar grupos homogéneos, esto no se logró debido a que se trabajó en tambos comerciales donde el manejo y la practicidad condicionaron el ensayo experimental.

En el grupo Control, a partir del D 0 se realizó la detección de celos 2 veces al día y la IA 12 hs luego de la detección de celo. El diagnóstico de preñez se realizó por ultrasonografía (transductor de 5.0 MHz, Aloka 500, Japón) ovárica a los 30 días posteriores a la IATF (grupo IATF) o al servicio (grupo Control).

Tabla 1. Descripción de los rodeos utilizados (media \pm EE) por tambo y tratamiento (T, IATF vs Control) según condición corporal (CC), días posparto (dpp), % de primíparas (PR) y estado reproductivo (ER) al inicio del tratamiento.

	T ¹	n ²	CC ³	dpp ⁴	PR, % ⁵	ER ⁶	
						0	1
TAMBO 1	IATF	45	2,5 \pm 0,00	69 \pm 2,8	23	20	25
	Control	13	2,6 \pm 0,08	75 \pm 4,3	38	6	7
TAMBO 2	IATF	32	2,5 \pm 0,05	75 \pm 3,8	31	15	17
	Control	13	2,6 \pm 0,08	69 \pm 4,0	38	7	6
TAMBO 3	IATF	82	2,5 \pm 0,03	69 \pm 2,3	27	43	39
	Control	29	2,5 \pm 0,06	58 \pm 2,8	24	18	11
TAMBO 4	IATF	36	2,5 \pm 0,05	69 \pm 5,0	28	20	16
	Control	10	2,5 \pm 0,07	58 \pm 4,7	30	4	6
TAMBO 5	IATF	45	2,5 \pm 0,04	69 \pm 4,9	26	25	20
	Control	15	2,5 \pm 0,07	58 \pm 5,0	26	8	7

¹ IATF = vacas posparto con tratamiento de sincronización de celos e IATF; Control = vacas posparto a las que no se les aplicó ningún tratamiento.

² número de animales.

³ Al inicio de los tratamientos, estimada en forma subjetiva (Edmondson et al, 1989).

⁴ días posparto al inicio del tratamiento.

⁵ % de primíparas

⁶ Al inicio de los tratamientos: 0 = anestro profundo: folículos menores a 8 mm; 1 = anestro superficial: folículos mayores a 8 mm.

Protocolo de sincronización de ovulación.

El protocolo de sincronización de celos aplicado en el grupo IATF fue el siguiente (Figura 1):

Día 0: Colocación de los implantes intravaginales de P4 (DiB, 1 g progesterona, Syntex, Argentina) junto con la administración de 2 mg BE (Benzadiol, Syntex Argentina) intramuscular.

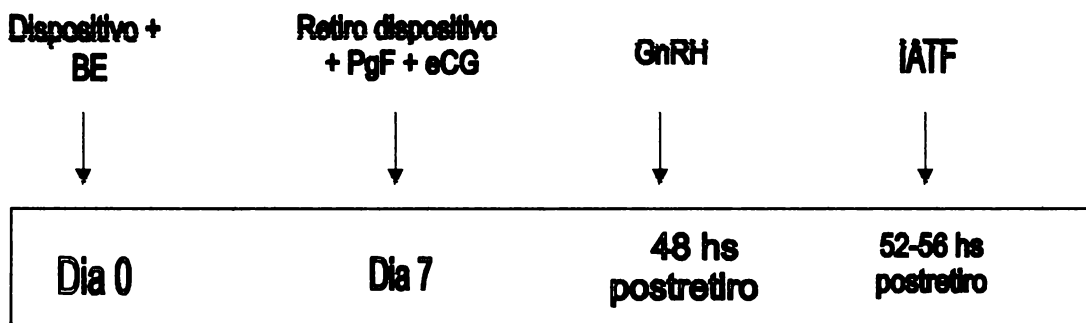
Día 7: Retiro de los dispositivos y administración de 150 μ g D-cloprostenol, Ciclase, Syntex, Argentina (2 ml de PgF) intramuscular más Novormon, Syntex, Argentina, 400 UI intramuscular (2 ml de eCG).

Día 9: Administración de 50 μ g de lecirelina, Gonasyn, Syntex, Argentina intramuscular (2 ml de GnRH).

52-56 horas posretiro de dispositivos: IATF

El semen que se utilizó fue el mismo para ambos grupos (IATF y Control) dentro de cada establecimiento.

Figura 1. Resumen del protocolo usado.



5.3 Variables

Las variables que se registraron en ambos grupos fueron:

- CC al inicio del tratamiento.
- ER al inicio del tratamiento
- Servicios: se registraron la fecha del servicio de la IATF y del primer servicio de los animales del grupo control, además de los servicios posteriores en los animales que no quedaron preñados al primer servicio.
- Fecha de parto: se colectó la información a partir de los registros de los establecimientos.

Las variables de respuesta analizadas fueron:

- Intervalo parto- concepción (IPC)- se determinó con la fecha del último servicio menos la fecha de parto.
- Reinicio de ciclicidad- Se determinó mediante el registro de vacas que manifestaron celo luego de la IATF (grupo IATF) y vacas que manifestaron celo en forma natural (grupo Control), el tiempo utilizado para levantar datos fue de 40 días (dos ciclos) a partir del comienzo del ensayo (D0) para ambos grupos (donde no se puede comparar entre grupos, ya que son desiguales porque un grupo fue tratado y el otro no).
- Tasa de preñez al primer servicio- Se determinó mediante ecografía a los 30 días luego de la inseminación para el grupo IATF, para el grupo Control la preñez se confirmó mediante ecografía en forma periódica basada en los registros reproductivos del rodeo en cuestión.

- **Tasa de preñez a los 100 días pp-** Se determinó a partir del número de vacas preñadas con más de 50 días pp y menos de 100 días pp sobre el total de vacas que fueron servidas en el mismo periodo.
- **Tasa de preñez general-** Fue calculado como el número de vacas preñadas en el periodo estudiado en ambos grupos.

5.4 Análisis estadístico

El análisis de los resultados se realizó mediante regresión logística para las variables discretas y análisis de supervivencia para la variable continua. Se consideró el efecto del tratamiento, CC ($< 2,5$ y $\geq 2,5$), ER (anestro profundo = 0; anestro superficial = 1) y del establecimiento (donde se corrieron los datos pero no fue significativo para ninguno de los tambos). No se incluyó en el modelo estadístico los dpp ni la paridad. Se utilizó el programa estadístico Stata y niveles de confianza de 95 % (Stata, 2007).

6) RESULTADOS

100 - FACI

6.1 Intervalo Parto Concepción.

El IPC ($n = 296$) para ambos grupos según tratamiento, CC y ER se presenta en la Tabla 2. El grupo Control presentó un intervalo parto primer servicio de 116 días, con un 38% de servicios a los 80 días. El grupo IATF presentó menores días a la concepción que el grupo Control, mientras que las vacas en mejor CC ($\geq 2,5$) al inicio de los tratamientos presentaron menores días a la concepción que aquellas con menor CC ($< 2,5$). No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) de acuerdo al ER al inicio de los tratamientos. No existió interacción ($p > 0,05$) entre tratamiento (IATF) x CC ni IATF x ER.

Tabla 2. Intervalo parto-concepción (IPC) (media \pm EE) en animales holando en anestro posparto según tratamiento (T, IATF vs Control), condición corporal (CC, < 0 o $\geq 2,5$) y estado reproductivo (ER, 0 vs 1) al inicio del tratamiento (P4, BE, GnRH e IATF).

Efecto		IPC, días	P ⁴
T ¹	Control	141 \pm 0,11	< 0,05
	IATF	121 \pm 0,11	
CC ²	<2,5	128 \pm 0,24	< 0,05
	$\geq 2,5$	119 \pm 0,24	
ER ³	0	119 \pm 0,14	> 0,05
	1	123 \pm 0,14	
T x CC			> 0,05
T x ER			> 0,05

¹ IATF = vacas posparto con tratamiento de sincronización de celos e IATF; Control = vacas posparto a las que no se les aplicó ningún tratamiento.

² Al inicio de los tratamientos, estimada en forma subjetiva (Edmondson et al, 1989).

³ Al inicio de los tratamientos: 0 = anestro profundo: folículos menores a 8 mm; 1 = anestro superficial: folículos mayores a 8 mm.

⁴ $P < 0,05$ indica diferencias significativas entre filas (Control vs IATF; $< 2,5$ vs $\geq 2,5$; estado reproductivo 0 vs 1).

T x CC= Interacción IATF con CC; T x ER= Interacción IATF con estado reproductivo

6.2 Reinicio de la ciclicidad

El reinicio de la actividad cíclica ($n = 166$) no estuvo influido por el tratamiento ($p > 0,05$), por el estado reproductivo ($p > 0,05$) ni por la CC al inicio del ensayo ($p > 0,05$) (Tabla 3). No existió interacción ($p > 0,05$) entre IATF x CC o IATF x ER.

Tabla 3. Reinicio de actividad cíclica en animales holando en anestro posparto según tratamiento (T, IATF vs Control), condición corporal (CC, < o \geq 2,5) y estado reproductivo (ER, 0 vs 1) al inicio del tratamiento (P4, BE, GnRH e IATF).

Efecto		Reinicio ciclicidad, % ⁴	P ⁵
T ¹	Control	45 (9/20)	> 0,05
	IATF	41,8 (61/146)	
CC ²	<2,5	46,5 (27/58)	> 0,05
	\geq 2,5	39,2 (40/102)	
ER ³	0	40 (16/40)	> 0,05
	1	42,7 (53/124)	
T x CC			> 0,05
T x ER			> 0,05

¹ IATF = vacas posparto con tratamiento de sincronización de celos e IATF; Control = vacas posparto a las que no se les aplicó ningún tratamiento.

² Al inicio de los tratamientos, estimada en forma subjetiva (Edmondson et al, 1989).

³ Al inicio de los tratamientos: 0 = anestro profundo: folículos menores a 8 mm; 1 = anestro superficial: folículos mayores a 8 mm.

⁴ Entre paréntesis proporción de animales por grupo.

⁵ P < 0,05 indica diferencias significativas entre filas (Control vs IATF; <2,5 vs \geq 2,5; estado reproductivo 0 vs 1).

T x CC= Interacción IATF con CC; T x ER= Interacción IATF con estado reproductivo

6.3 Tasa de preñez a 1er servicio

El porcentaje de retención al primer servicio (n = 289) según tratamiento se presenta en la Tabla 4. El grupo Control presentó una mayor (p < 0,05) tasa de preñez al 1er servicio que el grupo IATF. En cuanto a la CC, existió una tendencia (p < 0,1) a que las vacas de mayor CC (\geq 2,5) logren una mayor retención respecto a las vacas de baja CC (< 2,5). No se encontraron diferencias significativas (p > 0,05) de acuerdo al ER al inicio de los tratamientos. La interacción IATF x CC no fue significativa (p > 0,05), mientras que para IATF x ER existió una tendencia significativa (p < 0,1), donde la respuesta del grupo IATF estuvo influida por el ER, las vacas con mejor ER presentaron mayor respuesta al tratamiento.

Tabla 4. Tasa de preñez al primer servicio en animales holando en anestro posparto según tratamiento (IATF vs Control), condición corporal (CC < o ≥ 2,5) y estado reproductivo (ER) al inicio del tratamiento (P4, BE, GnRH e IATF).

Efecto		Tasa preñez 1º ser., % ⁴	P ⁵
T ¹	Control	55,4 (31/56)	< 0,05
	IATF	39,1 (91/233)	
CC ²	<2,5	34,7 (33/95)	< 0,1
	≥2,5	46,2 (86/186)	
ER ³	0	44,1 (30/68)	> 0,05
	1	42,0 (92/219)	
T x CC			> 0,05
T x ER			< 0,1

¹ IATF = vacas posparto con tratamiento de sincronización de celos e IATF; Control = vacas posparto a las que no se les aplicó ningún tratamiento.

² Al inicio de los tratamientos, estimada en forma subjetiva (Edmondson et al, 1989).

³ Al inicio de los tratamientos: 0 = anestro profundo: folículos menores a 8 mm; 1 = anestro superficial: folículos mayores a 8 mm.

⁴ Entre paréntesis proporción de animales por grupo.

⁵ P < 0,05 indica diferencias significativas entre filas (Control vs IATF; <2,5 vs ≥2,5; estado reproductivo 0 vs 1).

T x CC= Interacción IATF con CC; T x ER= Interacción IATF con estado reproductivo

6.4 Tasa de preñez a los 100 días posparto

Las tasas de preñez a los 100 días postparto (p 100 d) (n = 293) de acuerdo al tratamiento, CC y estado reproductivo se presentan en la Tabla 5. El grupo IATF presentó mayores (p < 0,05) porcentajes de preñez que el grupo Control. No se encontraron diferencias significativas (p > 0,05) de acuerdo a la CC ni estado reproductivo al inicio de los tratamientos. La interacción IATF x CC presentó una tendencia significativa (p < 0,1), donde los animales que tenían mayor CC tuvieron mejor respuesta al tratamiento.

La interacción IATF x ER no fue significativa (p > 0,05).

Tabla 5. Proporción de vacas preñadas a los 100 días (P 100 d) en animales holando en anestro posparto según tratamiento (IATF vs Control), condición corporal (CC < 2,5 ó ≥ 2,5) y estado reproductivo (ER) al inicio del tratamiento (P4, BE, GnRH e IATF).

Efecto		P 100 d, % ⁴	P ⁵
T ¹	Control	20,9 (14/67)	< 0,05
	IATF	39,2 (93/237)	
CC ²	<2,5	30,3 (30/99)	> 0,05
	≥2,5	38,3 (75/196)	
ER ³	0	40,3 (29/72)	> 0,05
	1	33,9 (78/230)	
T x CC			< 0,1
T x ER			> 0,05

¹ IATF = vacas posparto con tratamiento de sincronización de celos e IATF; Control = vacas posparto a las que no se les aplicó ningún tratamiento.

² Al inicio de los tratamientos, estimada en forma subjetiva (Edmondson et al, 1989).

³ Al inicio de los tratamientos: 0 = anestro profundo: folículos menores a 8 mm; 1 = anestro superficial: folículos mayores a 8 mm.

⁴ Entre paréntesis proporción de animales por grupo.

⁵ P < 0,05 indica diferencias significativas entre filas (Control vs IATF; <2,5 vs ≥2,5; estado reproductivo 0 vs 1).

T x CC= Interacción IATF con CC; T x ER= Interacción IATF con estado reproductivo

6.5 Tasa de preñez general

Los porcentajes de preñez general (n = 289) de acuerdo al tratamiento, CC y estado reproductivo se presentan en la Tabla 6. Existió una tendencia (p < 0,1) del grupo IATF a presentar mayores porcentajes de preñez que el grupo Control. No se encontraron diferencias significativas (p > 0,05) según la CC y estado reproductivo al inicio de los tratamientos. La interacción tratamiento x CC o tratamiento x estado reproductivo no fue significativa (p > 0,05). En la Figura 2 se presentan el porcentaje de preñez a los 100 días y el porcentaje de preñez total para ambos grupos.

Tabla 6. Proporción de vacas preñadas totales (P general) en animales holando en anestro posparto según tratamiento (IATF vs Control), condición corporal (CC < ó ≥ 2,5) y estado reproductivo (ER) al inicio del tratamiento (P4, BE, GnRH e IATF).

Efecto		P general, % ⁴	P ⁵
T ¹	Control	64,7 (44/68)	< 0,1
	IATF	72,9(170/233)	
CC ²	<2,5	69,8 (67/96)	> 0,05
	≥2,5	71,4(140/196)	
ER ³	0	79,2 (57/72)	> 0,05
	1	68,1(154/226)	
T x CC			> 0,05
T x ER			> 0,05

¹ IATF = vacas posparto con tratamiento de sincronización de celos e IATF; Control = vacas posparto a las que no se les aplicó ningún tratamiento.

² Al inicio de los tratamientos, estimada en forma subjetiva (Edmonson et al, 1989).

³ Al inicio de los tratamientos: 0 = anestro profundo: folículos menores a 8 mm; 1 = anestro superficial: folículos mayores a 8 mm.

⁴ Entre paréntesis proporción de animales por grupo.

⁵ P < 0,05 indica diferencias significativas entre filas (Control vs IATF; <2,5 vs ≥2,5; estado reproductivo 0 vs 1).

T x CC= Interacción IATF con CC; T x ER= Interacción IATF con estado reproductivo

7) DISCUSIÓN

La sincronización de la ovulación con dispositivos de P4 más BE, PgF, eCG y GnRH e IATF permitió mejorar la respuesta reproductiva, medida como intervalo parto-concepción, de vacas lecheras en anestro posparto, lo que confirma nuestra hipótesis inicial. A su vez, el IPC estuvo influido por la condición corporal de los animales al inicio de los tratamientos: la mejor CC ($\geq 2,5$) de las vacas determinó un acortamiento de dicho intervalo en relación a las vacas que presentaban una menor CC ($< 2,5$). Esto coincide con lo reportado por Cavestany (2004) e Ibarra y Chilbroste (2004), quienes establecieron que la CC es una variable muy relacionada a la respuesta reproductiva, medida como IPC, en ganado de leche en condiciones nacionales.

Al comparar el IPC con datos internacionales, el grupo IATF estuvo 21 días por encima de lo recomendado por Morrow (1980) quien establece un óptimo de 100 días para ganado de leche Holstein, en sistemas estabulados, mientras que en el grupo Control resultó 41 días más de lo recomendado. Trabajos realizados por Cutaia et al. (2001) con vacas de leche (CC =2,5, 480-550 kg) con 42 días de periodo de espera voluntario, utilizando dispositivos intravaginales de P4 + BE, PgF e IATF y una doble resincronización, lograron 86,3 días de IPC. Los mejores resultados obtenidos por dichos autores podrían estar explicados por la resincronización del protocolo, sumado a los pocos días posparto en que se comenzó dicho experimento. En sistemas pastoriles de características de producción similares a las nuestras, con alrededor de 5500 lts/vaca masa, Mee (2004) obtuvo un IPC de 115 días, afirmando además que existe un incremento gradual de este indicador en 0,9 días por año. A nivel nacional, Ibarra (2005) trabajando con ganado Holando en la cuenca lechera de Conaprole, reportó valores de IPC superiores en 19 días a los encontrados en el presente trabajo. A su vez, Cavestany et al. (2000) comparando un grupo con manejo reproductivo programado en ganado Holando (GnRH + PG + GnRH e IATF) contra un grupo testigo (sin tratamiento) en animales ciclando, obtuvieron 142 vs. 146 días de IPC, respectivamente; en este trabajo el objetivo fue sincronizar los animales ya que se encontraban ciclando, a diferencia de nuestro trabajo que pretendimos extraer los animales del anestro y lograr sincronizar lo antes posible para disminuir el IPC. En conclusión, los resultados para este indicador estuvieron dentro del rango esperado, existiendo una diferencia de 20 días más del grupo Control frente al grupo IATF, debido a que el protocolo hormonal (incluyendo eCG) produjo la sincronización de la ovulación en vacas que estaban en anestro al momento de realizar el experimento.

Un reinicio temprano de la actividad ovárica posparto es importante para la fertilidad de los servicios, ya que vacas que presentan uno o más ciclos previos al primer servicio y animales en que el ciclo previo al servicio es de duración normal, lograrán mayores porcentajes de preñez (Cavestany, 2004). El BEN que transcurre durante el posparto temprano sería la principal explicación a esa lentitud en el reinicio de la ciclicidad (Butler y Smith, 1989; de Vries y Veerkamp, 2000; Ibarra y Latrille, 1999). Al analizar el efecto de la CC al inicio del tratamiento, existió un mayor porcentaje de reinicio para las vacas con menor CC, lo cual podría estar relacionado al uso de eCG como lo indican Bó

et al. (2002) y Cutaia et al. (2003). Dichos autores trabajando con ganado de cría en sistemas pastoriles, establecieron que la adición de eCG solo tendría resultados positivos en vacas con CC comprometida y que se encuentren en anestro. Los resultados positivos obtenidos en vacas lecheras en anestro posparto en el presente experimento, podrían estar determinados por la adición de eCG al tratamiento de sincronización. Por lo tanto, el tratamiento con eCG resultaría una herramienta importante para aumentar la tasa de concepción a la IATF, disminuir el periodo de anestro posparto y mejorar la eficiencia reproductiva.

La tasa de preñez a primer servicio es una variable importante porque determina el 79% de la variación en los intervalos interpartos (Fergusson y Galligan, 1993). La tasa de preñez al primer servicio para el grupo IATF fue menor a la del grupo Control, lo cual coincide con los resultados encontrados por Cavestany et al. (2000) quienes reportaron que el porcentaje de concepción mediante celo natural fue de 41,8% y empleando sincronización e IATF se redujo al 32,1%, quedando de manifiesto la mayor fertilidad de un celo natural frente a uno inducido. Estas diferencias pueden explicarse por menor fertilidad de los servicios sincronizados con IATF donde estaría determinado porque la sincronización de la ovulación no se logra en el total de los animales del rodeo, lo que hace que en aquellos donde la ovulación se retrasa o se adelanta demasiado en relación al momento de inseminación, la tasa de preñez se reduce (de Castro et al. 2002). Callejas et al. (2006) utilizando un protocolo de sincronización en base a P4, BE, PgF más IATF en vaquillonas Holando Argentino (edad: 20-27 meses; CC=3,9) obtuvieron un 67,9% de preñez, mientras que Mee (2004) logró resultados de 59% y Esslemont y Peeler (1993) describen valores de 51%. Los resultados superiores logrados por estos autores estarían dados porque nosotros trabajamos con vacas de menor CC y que al momento del inicio del tratamiento se encontraban en anestro posparto.

En sistemas de producción lechera intensiva, Martínez et al. (2007) aplicaron un tratamiento basado en P4, BE, PgF, eCG e IATF en vacas Holando con más de 45 días pos-parto, obteniendo una tasa de concepción a primer servicio de 28,0%. Resultados similares son citados por Esperón et al (1997) en hembras cebuinas y Capitaine et al. (2007) en tambos comerciales argentinos quienes encontraron que los porcentajes de concepción fueron de 33,3% y 36,1%, respectivamente. Balla et al. (2006) utilizando P4, BE y/o GnRH, PgF y/o eCG e IATF en sistemas pastoriles con rodeos lecheros de 30 lt promedio y una CC de 3, obtuvieron porcentajes de preñez al 1er servicio similares a los nuestros (30,0-44,9%). Brusveen et al. (2006) en ganado de leche empleando un Ovsynch tradicional obtuvo 35,1% de tasa de concepción al primer servicio, al igual que los rangos logrados por Menchaca et al. (2006) usando P4, BE y/o GnRH, PgF y/o eCG e IATF en sistemas pastoriles con rodeos lecheros de raza Holando. Otros autores utilizando protocolos con P4 + EB y PgF en vacas lecheras en anestro reportaron un 43,0% de preñez al primer servicio (Rhodes et al. 2001), mientras que Lamb (2001) en vacas de carne en anestro utilizando GnRH + P4 y PgF2 α obtuvieron un 59,0 % de vacas preñadas.

En el presente experimento, la tasa de preñez al 1er servicio tendió a ser afectada por la CC ($p < 0,1$), lo que indica que vacas con mejor CC lograrían un

mayor porcentaje de preñez al primer servicio, lo que coincide con los resultados de Cavestany (2004) e Ibarra y Chilbroste (2004). No existió interacción entre tratamiento y CC, mientras que la respuesta al tratamiento mostró una tendencia a estar influenciada por el estado reproductivo, aunque dicho resultado podría estar afectado por el bajo número de animales en el grupo Control.

Los resultados reportados en relación a la tasa de preñez a los 100 días posparto reflejan los efectos positivos del protocolo de sincronización utilizado: no solo indujo una mayor preñez que el grupo Control sino que además permitió que las vacas se preñaran más temprano (menor IPC). Según Holmes (2001), en un rodeo a los 100 días posparto el 85% de las vacas se deberían encontrar preñadas. El alto porcentaje reportado por dicho autor, se explica por las diferencias que existen entre la producción de Nueva Zelanda y la de nuestro país, ya que ellos utilizan vacas de mayor CC, de distinta raza y buscan lograr una estacionalidad marcada de las pariciones debido a que su producción de leche es estacional. La interacción entre tratamiento y CC tuvo una tendencia significativa, donde los animales que tenían mayor CC tuvieron mejor respuesta al tratamiento.

Uno de los objetivos esenciales de cualquier programa de manejo reproductivo es mejorar el número de animales preñados (Cavestany 2004), por lo cual la tasa de preñez general en el presente experimento fue medida al final de todo el período de servicios. En este ensayo, se pretendía además, mediante un tratamiento de sincronización de la ovulación e IATF basado en progesterona más BE, eCG y GnRH, preñar más animales en el menor tiempo posible lo cual es particularmente importante en sistemas de servicios estacionales. En nuestro trabajo, la sincronización e IATF fue una herramienta que permitió incrementar de manera significativa el porcentaje de preñez frente al grupo Control debido a que se logró obtener mejor IPC y porcentaje de preñez a 100 días. Cavestany et al. (2006) utilizaron vaquillonas Holando de 25,5 meses de edad, de 406 kg de peso vivo y 3,75 puntos de estado corporal (escala de 1 a 5), logrando una preñez general al finalizar el ensayo de 69,8% y 57,1% en los grupos Ovsynch+P4 y Ovsynch+9 días de P4, respectivamente. En dicho ensayo, además de IATF se realizó inseminación a celo visto y resincronización de celos. Al momento de comparar con nuestro experimento, únicamente con el protocolo de Ovsynch + P4 se obtuvieron resultados similares, pero con una categoría de mayor fertilidad como las vaquillonas, y con un muy buen nivel de CC. Otro estudio realizado por Cavestany et al. (2000) con vacas Holando de primer parto en anestro, tratadas con un esquema de sincronización de la ovulación basado en GnRH + PGF + GnRH e IATF, pero utilizando una esponja intravaginal con Medroxiprogesterona (MAP), lograron aumentar el % de preñez en vacas de más de 150 días pp de un 49% a un 62,9% de preñez. A su vez, en el mismo experimento las vacas con 50 a 100 días posparto presentaron un 32,1% de preñez, lo que fue mejorado en un 7% al realizarse la resincronización con P4. Por su parte, Carbajal et al. (2005) en rodeos Holando con más de 40 días posparto, con 2,06 de CC, en anestro y con parición estacional, reportaron que el uso de un tratamiento con CIDR y estradiol con control de celo e IA, logró porcentajes de preñez del 57%, frente a un 50 % en los animales en anestro pero sin tratamiento (Control). Los datos

nacionales en general manejan porcentajes de preñez que rondan el 66-68% (Ibarra. 2002b), los cuales son superados por nuestros resultados en un 5 a 7% de preñez final. Los mejores resultados obtenidos en el presente experimento podrían estar dados porque la CC no fue mala para el momento posparto en que se inicio el tratamiento (promedio 70 días), y a su vez porque las vacas en anestro profundo presentaron una tasa de preñez un 11% superior al de las vacas en anestro superficial, efecto que, como mencionamos anteriormente, podría ser atribuído al uso de la eCG. Sin embargo, no alcanzamos la meta de 66% establecida por Morrow (1980) ni el 80% establecido por Esslemont y Peeler (1993) para sus sistemas británicos pastoriles y estacionales. Tampoco fue posible alcanzar el 81% de preñez final obtenido por Callejas et al. (2006) en vaquillonas Holando Argentino (edad: 20-27 meses; CC = 3,9) utilizando una sincronización con P4, BE, PgF e IATF más inseminación a celo detectado. Por lo tanto, los resultados inferiores obtenidos en nuestro experimento en comparación a los reportados por los anteriores autores, obedecerían a que trabajamos con vacas en anestro y en inferior CC.

8) CONCLUSIONES

La sincronización mediante dispositivos intravaginales de progesterona más BE, PgF, eCG y GnRH permitió mejorar la respuesta reproductiva medida a través de indicadores reproductivos como el IPC y la tasa de preñez a los 100 d pp, de vacas lecheras en anestros posparto. Los resultados permitirían afirmar que el tratamiento utilizado podría resultar una herramienta de manejo eficaz de los anestros posparto en vacas lecheras en condiciones de pastoreo.

9) BIBLIOGRAFIA

1. Arthur, G., Noakes, D., Pearson, H. (1991). **Reproducción y Obstetricia en Veterinaria (Teriogenología)**. 6ª.ed. México. Mc Graw Hill. 702 p.
2. Balla, E., Filippi, L., Maraña, D., Pincinato, D., Peres, L., Cutaia, L., Veneranda, G., Martinez, M., Bo, G. A. (2006). **Efectos de diferentes protocolos de sincronización de la ovulación con dispositivos intravaginales con progesterona sobre el desarrollo folicular y las tasas de preñez en vacas lecheras en lactancia**. Disponible en: www.planparto.com.br/doc/ProgramasDelATF.pdf. Fecha de consulta: 04/08/09.
3. Baruselli, P. S., Reis, E., Marques, M., Nasser, L., Bo, G. A. (2004). **The use of treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates**. *Anim. Reprod. Sci.* 82-83: 479-486.
4. Baruselli, P. S., Marques, M. O., Reis, EL., Bó, G. A. (2003). **Tratamientos hormonales para mejorar la performance reproductiva de vacas de cría en anestro en condiciones tropicales**. *Resúmenes V Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Huerta Grande, Córdoba, p. 103-116.
5. Bó, G. A. Cutaia, L., Tribulo, R. (2002). **Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne: algunas experiencias realizadas en Argentina**. *Primera Parte. Taurus*; 14:10-21.
6. Brusveen, D., Cunha, A., Silva, C., Cunha, P., Sterry, R., Silva, E., Guenther, J., Wiltbank, M. (2006). **Effects on conception rates of lactating dairy cows by altering the time of the second GnRH and AI during Ovsynch**. *J. Dairy Sci.* 89, 1: 150-152. (abstract).
7. Butler, W., Smith, R. (1989). **Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive functions in dairy cattle**. *J. Dairy Sci*; 72:767-83.
8. Caccia, M., Bó, A. (1998). **Follicle wave emergence following treatment of CIDR-B-implanted beef cows with estradiol benzoate and progesterone**. *Theriogenology* 49: 34. (abstract).
9. Callejas, S., Ochionero, P., Gonzalez, S., Cabodevila, J., Cledou, G. (2006). **Efecto de la permanencia de un dispositivo intravaginal con progesterona sobre la eficiencia reproductiva de vaquillonas holando**. Disponible en: www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1668...sci. Fecha de consulta: 04/8/09.
10. Canfield, D., Barton, B., Anderson, G., Smith, R. (1990). **Effect of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in Dairy cattle**. *J. Dairy Sci*; 73: 2342-2349.

11. Capitaine, F., Martino, F., Bo, G. A. (2007). Manejo reproductivo programado en tambos comerciales argentinos. Disponible en: www.syntexar.com/SGC/userfiles/pdf/IATF%20en%20vaca%20lechera.PDF Fecha de consulta: 01/02/07.
12. Carbajal, B., de Castro, T., Rubianes, E. (2005). Uso de un dispositivo intravaginal liberador de progesterona y benzoato de estradiol en animales en anestro y ciclando en rodeos lecheros de parición estacionada. *Taurus*; 7; (27): 20-34.
13. Cavestany, D. (2009). ¿Por qué cuesta tanto preñar las vacas? Jornada de Lechería INIA La Estanzuela. Serie Actividades de Difusión N° 563. p: 29-35.
14. Cavestany, D., La Manna, A., Mendoza, F., Albanelli, F., Velás, S., Olariaga, F., Pérez, M., Silva, A. (2006). Efecto de diferentes dietas durante el periodo de transición (PT) sobre la producción y calidad de leche y el inicio de la actividad ovárica de vacas lecheras en pastoreo. Jornada Técnica de Lechería INIA. Serie Actividades de Difusión N° 455. p: 14-21.
15. Cavestany, D. (2005). Manejo Reproductivo en vacas de leche. INIA. Disponible en: www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/revista/2005/199pdf. Fecha de consulta: 17/05/07.
16. Cavestany, D. (2004). Técnica para mejorar el porcentaje de preñez. INIA. Disponible en: www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/le/ara/2004/110.pdf. Fecha de consulta: 17/05/07.
17. Cavestany, D. (2000). Eficiencia reproductiva. Manejo reproductivo en vacas de leche. Serie Técnica INIA N°115. p: 19-22.
18. Cutaia, L., Veneranda, G., Tribulo, R., Baruselli, P., Bó, G.A. (2003). Programas de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en Rodeos de Cría: Factores que lo Afectan y Resultados Productivos. V° Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande, Córdoba; p: 119-132.
19. Cutaia, L., Moreno, D., Villata, M.L., 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.)
20. Day, M. (1998). Practical manipulation of the estrous cycle in beef cattle. *Bovine Proc.* N° 31; p: 51-60.

21. de Castro, T., Ibarra, D. Valdéz, L. Rodríguez, M. García Lagos, F. Benquet, N. Rubianes, E. (2002). Medidas para acortar el anestro posparto: Impacto sobre los índices reproductivos del rodeo. Efecto sobre la cría, re cría y alternativas para la alimentación de terneros. Efectos sobre la pubertad de los terneros. Academia Nacional de Veterinaria.
22. De Vries, M., Verkaamp, R. (2000). Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility. *J. Dairy Sci*, 83: 62-69.
23. DIEA. (2007). Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Estadísticas del sector lácteo. Disponible en: www.mgap.gub.uy/DIEA/Encuestas. Fecha de consulta: 30/3/09.
24. Edgerton, L. (1980). Effect of lactation upon the postpartum interval. *J. Anim. Sci.* 51, Suppl. 2: 40.
25. Edmonson, A., Lean, J. (1989). A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci*; 72: 68- 78.
26. Esslemont, R. (1993). Relationship between herd calving to conception interval and culling rate for failure to conceive. *Vet. Rec.* 134: 163-164.
27. Esslemont, R., Peeler, J. (1993). The scope for raising margins in dairy herds by improving fertility and health. *Br. Vet. J*; 149: 537- 547.
28. Esperón, E., López, P., Silva, A., Galina, A., Carmona, I., González, A. (1997). Fertilidad en hembras cebuinas inseminadas después de aplicar un implante hormonal. *Arch. Latinoamer. Prod. Anim.* 5 Suppl; 1: 393-395.
29. Ferguson, S., Galligan, D. (1993). Reproductive programs in dairy herds. *Proc. Centr. Vet. Conf.* p: 161-174.
30. Ficke, K., Day, M., Inskeep, E., Kinder, J., Lewis, P., Short, R., Hafs, H. (1997). Estrus and luteal function in suckled beef cow that were anestrous when treated with intravaginal device containing progesterone with or without a subsequent injection of estradiol benzoate. *J. Anim. Sci.* 75: 2009-2015.
31. Feresin, F., Tabeada, A., Cutaia, L., Bó, G. A. (2003). Programas de Sincronización y Resincronización de Celos Utilizando Dispositivos con Progesterona y Estradiol en Tambos Comerciales. V° Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande, Córdoba. 27 al 29 de Junio. p: 205-222.
32. Folman, Y., Kaim, M., Herz, Z., Rosenberg, M. (1990). Comparison of methods for the synchronization of estrous cycles in dairy cows. Effects of progesterone and parity on conception. *J. Dairy Sci.* 73: 2817-2825.

33. García, M., Huanca, W., Echevarria, L. (1990). Reproductive performance of purebred and crossbred zebu cattle under artificial insemination in the Amazon tropics. *Anim. Prod.* 50: 41-49.
34. Grunert, E., Berchtold, M. (1988). Infertilidad en la vaca. *Hemisferio Sur S.A.* 474 p.
35. Hafez E. (1989). Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. 2ª ed. México Mc Graw Hill Interamericana. 542 p.
36. Hall, B., Staigmiller, B., Short, E., Bellow, A, Mac Neil, D., Bellows, E. (1997). Effect of age and pattern of gain on induction of puberty with a progestine in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 75: 1606-1611.
37. Holmes, C. (2001). Managing fertility in the New Zealand dairy herd. *Proc New Zealand Soc. Anim. Prod;* 61: 135-140.
38. Ibarra, D. (2005). El Proceso de la Reproducción. Indicadores reproductivos y determinación de puntos críticos para la eficiencia del proceso de producción de leche. Curso a Distancia: Manejo de la Reproducción en Ganado Lechero. Florida. 34 p.
39. Ibarra D, Chilibroste P. (2004). Evolución de la condición corporal y variables reproductivas. Proyecto: "Interacción alimentación-reproducción: informe final 2003". CONAPROLE; p: 1-52.
40. Ibarra, D. (2002a). ¿Cuánto cuesta cada día de retraso en preñar nuestras vacas? *El Tambo* 130:27.
41. Ibarra, D. (2002b). Indicadores reproductivos de vacas de parto de otoño de la cuenca lechera de CONAPROLE. X Congreso Latinoamericano de Buiatría y XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay p: 34-39.
42. Ibarra, D; Latrille, L. (1999). Relación entre balance energético posparto y fertilidad en vacas lecheras de alta producción. *Av. Prod. Anim.* 1: 1-15.
43. Lamb, G., Stevenson, D., Kesler, H., Garverick, D., Brown, B., Salfen E. (2001). Inclusion of an intravaginal progesterone insert plus GnRH and prostaglandin F2 α for ovulation control in postpartum suckled beef cows. *J. Anim. Sci;* 79:2253–2259.
44. Larson, L. Ball, H. (1992). Regulation of estrous cycles in Dairy cattle: a review. *Theriogenology*, 38: 255-267.
45. Louis, M., Hafs, D., Seguin, E. (1973). Progesterone, LH, estrus and ovulation after prostaglandin F2 in heifers. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 143: 152-156.

46. Lucy, C. (2001) Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will it End? *J. Dairy Sci* 84, 1277-1293.
47. Lucy, C., Savio, D., Badinga, L., De la Sota, L., Thatcher, W. (1992). Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *J. Anim. Sci.* 70: 3615-3626.
48. Macmillan, L., Taufa, K., Day, M. (1997). Manipulating ovaries follicle wave patterns can partially synchronize returns to service and increase pregnancy rates to second insemination. *Proc. New Zeland Soc. Anim. Prod.* 57:237.
49. Martínez, J., Gutiérrez, J., Rosillo, P., Lucero, F., Gutiérrez, E. (2007). Uso de dispositivos intravaginales de liberación de progesterona + eCG-PMSG en un protocolo de sincronización de vacas lecheras. APPA - ALPA - Cusco, Perú. Disponible en: www.produccionanimal.com.ar. Fecha de consulta: 15/03/09.
50. Martínez, F., Kastelic, P., Adams, P., Janzen, E., Olson, W, Mapletoft, J. (1998). Alternative methods of synchronizing estrus and ovulation for fixed-time insemination in cattle. Disponible en: www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Documentos/resumenes2001.pdf Fecha de consulta: 15/3/09.
51. Mc. Donald, L. E. (1991). *Reproducción y Endocrinología Veterinaria*. 2ª ed. México, Interamericana. 466 p.
52. Meikle, A., Kulcsár, M., Crespi, D., Chilliard, Y., La Manna, A., Valgo, O., Keresztes, M., Delavaud, C., Huszenicza, G., Cavestany, D. (2006). Suplementación energética preparto sobre perfiles endocrinos y longitud del anestro posparto en vacas lecheras. Jornada Técnica de Lechería INIA. Serie Actividades de Difusión N° 455 p: 24-30.
53. Mee, J. (2004). Temporal trends in reproductive performance in Irish dairyherds and associated risk factors. *Irish Vet. J.* 57 (3): 158-166.
54. Menchaca, A., de Castro, T., Álvarez, M. (2006). Porcentaje de preñez con IATF luego de diferentes tratamientos con progesterona en vacas holando. XXXIV Jornadas Uruguayas de Buiatria. Paysandú. Uruguay. p: 40-41
55. Morrow, D. A. (1980). *Current therapy in theriogenology: diagnosis, treatment and prevention of reproductive diseases in animals*. New York. 1287 p.
56. Murphy, B., Marinuk, D. (1991). Equine Chorionic Gonadotropin. *Endocrine Rev*; 12:27-44.
57. Nebel, R., McGilliard, M. (1993). Interaction of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *J. Dairy Sci*; 76: 3257-3266.

58. Nett, T. (1987). Function of the hypothalamic-hypophysial axis during the postpartum period in ewes and cows. *J. Reprod. Fertil.* 34: 201-213.
59. Randel, R. (1990). Nutrition and postpartum rebreeding in cattle, *J. Anim. Sci.* 68: 853-862.
60. Rhodes, F., Mc Dougall, S., Verkerk, G. (2001). Reproductive performance of dairy cow not detected in oestrus but with detectable corpus luteum, in response to treatment with progesterone, oestradiol benzoate and prostaglandin F 2 alfa. *New Zealand Vet. J.*; 49: 13-17.
61. Richards, M., Wettemann, P., Schoenemann, H. (1989). Nutritional anestrus in beef cows: body weight change, body condition, luteinizing hormone in serum and ovarian activity, *J. Anim. Sci.* 67: 1520-1526
62. Rivera, G., Goñi, C., Chaves, M., Ferrero, S., Bó, G.A. (1998). Ovarian follicular wave synchronization and induction of ovulation in postpartum beef cows. *Theriogenology* 49: 1365-1376.
63. Roche J. (2005). Inducción hormonal de la ovulación y sincronización del celo en bovinos. XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay; p: 27-32.
64. Short, R., Bellow, R., Staigmiller, R., Berardinelli, J., Custer, E. (1990). Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *J. Anim. Sci* 68: 799-816.
65. Smith, W., Stevenson, J. (1995). Fate of the dominant follicle, embryonal survival, and pregnancy rates dairy cattle treated with prostaglandin F₂ α and progestins in the absence or presence of a functional corpus luteum. *J. Anim. Sci.* 73: 3743-3751.
66. Stagg, K., Diskin, M., Sreenan, J., Roche, J. (1995). Follicular development in long-term anestrus suckled beef cows fed two levels of energy postpartum. *Anim. Reprod. Sci.* 38: 49-61.
67. Stata Corp. 2007. *Stata Statistical Software: Release 10*. College Station, TX.
68. Swanson, L. (1989). Discussion: Interactions of nutrition and reproduction, *J. Dairy Sci.* 72:805-814.
69. Thatcher, WW. (2005). Efectos de diferentes protocolos de sincronización de la ovulación con dispositivos intravaginales con progesterona sobre el desarrollo folicular y las tasas de preñez en vacas lecheras en lactancia. 6° Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba. Argentina. p: 12-23.
70. Thatcher W, Binelli M, Arnold D, Mattos R, Badinga L, Moreira F, Staples

- C, Guzeloglu A. (2001). Endocrine and physiological events from ovulation to establishment of pregnancy in cattle. In: Fertility in the high producing dairy cow. 26 Occ Publ Br Soc Anim Sci; 81-91.
71. Ungerfeld, R. (2002). Reproducción en los animales domésticos. En: Ungerfeld R. Fisiología del ciclo estral. 2. Montevideo. Melibea. Tomo 1. p: 39-54.
72. Williams, G., Gazal, O., Guzman, Vega, G., Stanko, R. (1996). Mechanism regulating suckling-mediated anovulation in the cow. Anim. Reprod. Sci. 42: 289-297
73. Wiltbank, M., Gumen, A., y Sartori R. (2002). Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. Theriogenology 57: 21-52.
74. Yavas, Y., Walton. J. (2000a). Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. Theriogenology; 54: 25-55.
75. Yavas, Y., Walton, J. (2000b). Induction of ovulation in postpartum suckled beef cows: a review. Theriogenology; 54: 1-23.