

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**EVALUACIÓN DE DISTINTOS NIVELES DE INTENSIFICACIÓN EN EL MANEJO  
REPRODUCTIVO DE UN RODEO DE CRÍA**

Por

Sebastián Frade Peralta  
Lucía Reyes Verdaguer



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

Modalidad: Trabajo Experimental

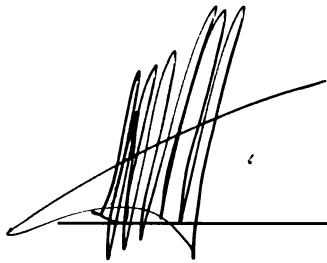
MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2012



# PÁGINA DE APROBACIÓN

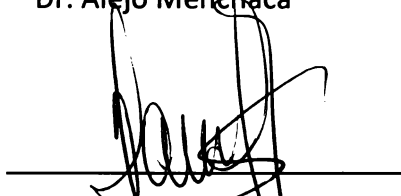
TESIS DE GRADO aprobada por:

Presidente de Mesa:



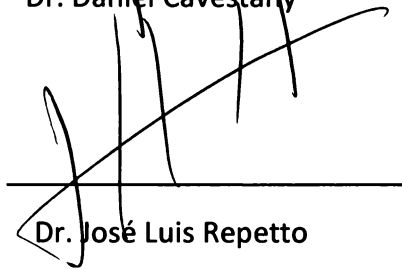
Dr. Alejo Menehaca

Segundo Miembro (Tutor):



Dr. Daniel Cavestary

Tercer Miembro:



Dr. José Luis Repetto

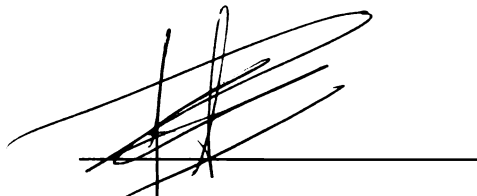
Cuarto Miembro (Co-tutor):

---

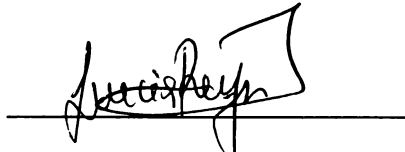
Dr. Guillermo de Nava

Fecha: 10/8/2012

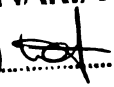
Autores:



Sebastián Frade



Lucía Reyes

FACULTAD DE VETERINARIA  
Aprobado con 12 (doce) 

## AGRADECIMIENTOS



- Al Dr. Daniel Cavestany por su tutoría, entera disposición y gran apoyo.
- Al Dr. Guillermo de Nava por su constante estímulo e invaluable dedicación en la realización de éste trabajo.
- Al Ing. Agr. Gonzalo Reyes y al personal de Barracas por su colaboración en la parte experimental del trabajo.
- A Ganadera Barracas y a la Sra. Laura Blanco, por proporcionar el lugar físico, los animales y las drogas para la realización de este ensayo.
- Al personal de Biblioteca, Hemeroteca y Referencia de la Facultad de Veterinaria y Agronomía, por su ayuda, disposición, y proporción del material bibliográfico.
- A la Facultad de Veterinaria y a cada uno de nuestros profesores por contribuir en nuestra formación.
- A nuestras familias, por su apoyo incondicional y su confianza durante toda la carrera.
- A nuestros amigos, por estar siempre.
- A todos nuestros compañeros que hacen que nos llevemos los mejores recuerdos.

# CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN .....	2
AGRADECIMIENTOS .....	3
CONTENIDO.....	4
ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS .....	6
RESUMEN .....	7
SUMMARY.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	11
Importancia de la cría para la economía uruguaya .....	11
El problema de la cría en el Uruguay .....	12
Infertilidad posparto en la vaca de cría .....	15
Anestro posparto .....	16
• Fisiología del anestro posparto .....	17
• Principales factores que afectan el anestro posparto.....	18
Reinicio de la actividad cíclica.....	23
• Primera ovulación silenciosa .....	23
• Ciclos cortos.....	24
Métodos para acortar el anestro posparto .....	25
Técnicas para el control del amamantamiento .....	28
• Destete precoz.....	28
• Destete temporario .....	30
Tratamientos hormonales para mejorar el desempeño reproductivo.....	35
Función en el ciclo estral de las diferentes hormonas implicadas en el manejo farmacológico del mismo.....	35
Tratamientos hormonales para la sincronización de los celos e inducción de la ovulación.....	38
Sincronización de celos e inducción de la ovulación para vacas de cría en anestro posparto asociados a IATF.....	45
Tratamientos hormonales asociados a monta natural.....	49
Impacto en los sistemas de producción al aplicar tratamientos para la sincronización e inducción de la ovulación en vacas posparto asociados a monta natural o IATF .....	53
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS .....	55
Hipótesis.....	55



Objetivos .....	55
<i>General</i> .....	55
<i>Específicos</i> .....	55
MATERIALES Y MÉTODOS .....	56
RESULTADOS .....	61
Estado ovárico y corporal de las vacas al inicio del ensayo.....	61
Tasas y perfiles de preñez.....	63
Efecto del tratamiento sobre el anestro de las vacas al primer diagnóstico .....	67
Control del amamantamiento implementado a partir del primer diagnóstico .....	68
DISCUSIÓN .....	70
CONCLUSIONES.....	81
BIBLIOGRAFÍA.....	82

# ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS

<b>Figuras</b>	<b>Página</b>
Figura 1 - Porcentaje de procreo según año (1980-2011)	12
Figura 2 - Esquema del protocolo realizado al grupo GIATF	59 62
Figura 3 - Distribución de animales de acuerdo a la CC dentro de cada grupo	63
Figura 4 - Distribución de animales de acuerdo al estatus ovárico dentro de cada grupo	64
Figura 5 - Distribución de animales de acuerdo al estatus ovárico según la condición corporal (CC)	66
Figura 6 - Porcentaje de preñez en los primeros 12 días del servicio según estado fisiológico al inicio del tratamiento	68
Figura 7 - Porcentaje de preñez a los 12 y 42 días del servicio y final	69
Figura 8 - Porcentaje anestro en el 1er diagnóstico de las vacas vacías	70
Figura 9 - Aplicación de medidas de control del amamantamiento (DP o DT) para cada grupo expresado en % de terneros	
<b>Cuadros</b>	<b>Página</b>
Cuadro 1 - Cronograma de actividades	61 65
Cuadro 2 - Porcentaje de preñez en los primeros 12 días del servicio según manejo reproductivo	67
Cuadro 3 - Porcentaje de preñez acumulado en los primeros 42 días del servicio según manejo reproductivo (2do diagnóstico)	67
Cuadro 4 - Porcentaje de preñez al final del servicio según manejo reproductivo	

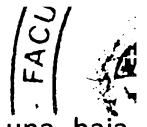
## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el porcentaje de preñez obtenido luego de la aplicación de diferentes tecnologías de manejo reproductivo al inicio de la época de servicios. Fueron utilizadas un total de 308 vacas de cría con ternero al pie (27,2% primíparas), de las razas Aberdeen Angus, Hereford y sus cruizas, entre 40 y 70 días de paridas, con una condición corporal (CC) de 3,38 y un 98,3% de anestro a la revisión genital previa. Las mismas fueron distribuidas aleatoriamente en tres grupos: GT (n= 97): no recibió tratamiento hormonal, comenzando el servicio natural (SN) con 2,8% de toros el día -3 del ensayo, GSMN (n=111): día -10 se colocó un dispositivo vaginal (DISP) con 1 g P4 y se administró 2 mg de BE intramuscular (im). El día -3 se retiró el DISP, se administró 150 µg de Prostaglandina (PG) (D Cloprostenol) (im) y 400 UI de eCG (im), comenzando el SN con toros al 7,3% hasta el día 7. GIATF (n=84); ídem tratamiento hormonal anterior, detección de celo por la mañana del día -1, por la tarde IA a las vacas encontradas en celo, y al resto administración de (GnRH) 8 µg de acetato de busarelina (im). Día 0 IATF. A partir del día 7 manejo conjunto de los tres grupos, continuando el entore con 3% de toros durante 66 días. A los días 42 y 72 se realizó diagnóstico de gestación y evaluación de actividad ovárica y el diagnóstico de preñez final al día 103. Se obtuvo un mayor porcentaje de preñez en los primeros 12 días del servicio en el GIATF (69,1% (58/84)) lo que difirió significativamente ( $P<0,01$ ) del grupo GT (46,4% (45/97)), mientras que en el GSMN (55,9% (62/111)) no se hallaron diferencias con los otros grupos. En el período siguiente (12 a 42 días del servicio) también se observaron diferencias significativas ( $P<0,05$ ) en el porcentaje de preñez entre los grupos GIATF (89,9% (73/84)) Y GT (71,1% (69/97)), pero no con el GSMN (81,1% (90/111)). La preñez final (90,8% (265/292)) no difirió entre grupos. Se concluyó que la aplicación de tecnologías de manejo reproductivo (sincronización de ovulaciones seguido de IATF) aplicadas al inicio de la estación de servicios mejora el porcentaje de preñez obtenido en los primeros 12 y 42 días de la misma.

## SUMMARY

The objective of the present study was to evaluate the pregnancy rate obtained after the application of different reproductive management technologies at the beginning of the breeding season. A total of 308 suckling cows (27.2 % primiparous) were used, of breeds Aberdeen Angus, Hereford and their crosses, between 40 and 70 days postpartum, with a 3.38 body condition score (BCS) and 98.3% of anestrus at the genital examination prior to treatment. They were randomly distributed in three groups: GT (n = 97): did not receive hormonal treatment, starting the natural service (SN) with 2,8% of bulls at day - 3 of the trial, GSMN (n = 111): day - 10 a intravaginal device (DISP) with 1 g P4 was inserted and 2 mg of estradiol benzoate (BE) was administered intramuscular (im). Day - 3 removal of the DISP, administration of 150 µg of prostaglandin (PG) (D-Cloprostenol) (im) and 400 IU of eCG (im), starting the SN with bulls at 7,3% until the 7<sup>th</sup> day. GIATF (n = 84); same previous hormonal treatment, detection of estrus on the morning of the day - 1, by afternoon IA to cows found in heat, and the rest administration of GnRH (8 µg of acetate busereline) (im). Day 0 TAI. From the 7th day on, the three groups were managed together, continuing the service with 3% of bulls for 66 days. Pregnancy diagnosis and evaluation of ovarian activity was done at 42 and 72 days and diagnosis of final pregnancy at day 103. A higher pregnancy rate was obtained in the first 12 days of the breeding in the GIATF (69.1% (58/84)) that differed significantly ( $P < 0.01$ ) of the group GT (46.4% (45/97)), while in the GSMN (55.9% (62/111)) no differences were found with other groups. In the next period (12 to 42 days of service) there were also significant differences ( $P < 0.05$ ) in the pregnancy rate between the groups GIATF (89.9% (73/84)) and GT (71.1% (69/97)), but not with the GSMN (81.1% (90/111)). Final pregnancy (90.8% (265/292)) did not differ between groups. It was concluded that the application of reproductive management (synchronization of ovulations with TAI) technologies at the beginning of the breeding season improves the pregnancy rate obtained in the first 12 to 42 days of the same.

## INTRODUCCIÓN



Los sistemas de cría bovina en el Uruguay están caracterizados por una baja eficiencia reproductiva, reflejada por la baja producción de terneros destetados; los principales problemas identificados como responsables de esa situación son la avanzada edad al primer parto y el prolongado anestro posparto de nuestros rodeos (Pérez-Clariget et al., 2007). Según información de DICOSE recopilada de los últimos veinte años, la tasa de procreo promedio es de 67%, con notorias variaciones entre años (DIEA, 2011).

Es por esto que se plantea la necesidad de mejorar la eficiencia de producción de los rodeos de cría, lo que dependerá del conocimiento de los distintos factores que intervienen en el sistema de producción, la correcta definición de los objetivos productivos, la identificación de las herramientas disponibles para superar puntos críticos y de una investigación continua que permita llenar brechas de información existente (de Nava, 2000).

La optimización de la eficiencia reproductiva es uno de los principales factores que contribuyen para mejorar el retorno económico de una explotación ganadera. Sin lugar a dudas la tasa de preñez y sobre todo su distribución, tienen un impacto muy importante sobre la ecuación económica de un establecimiento de cría (Baruselli et al., 2003).

La proporción de vacas que se logra preñar al inicio de la temporada de servicios estará determinando la distribución de partos del siguiente año. Para un sistema de cría es de gran importancia obtener un gran número de partos en la “cabeza de parición”, lo que conlleva importantes beneficios durante el próximo año tanto sobre las vacas de cría como sobre los kilos de ternero destetado (Menchaca et al., 2005).

Sin embargo, las vacas criadas en condiciones pastoriles presentan una alta incidencia de anestro posparto, lo que alarga el intervalo parto-concepción y como consecuencia, afecta negativamente el desempeño reproductivo. De esta manera, las técnicas usadas para adelantar el reinicio de la ciclicidad en el período posparto pueden ser de gran impacto en la producción de carne (Cutaia et. al, 2007).

Ante una situación de anestro fisiológico y sin la presencia de problemas patológicos, diversas estrategias de intervención son planteadas para revertir el problema. Estas están centradas en la utilización de tratamientos farmacológicos con progesterona, o progestágenos y en alguna combinación válida de GnRH, PG y estradiol (Alberio, 2001). Así como también la aplicación de alguna técnica de control del amamantamiento para remover el estímulo de mamada (Simeone, 2000).

Los programas de sincronización e inducción de la ovulación seguidos de monta natural (Callejas, 2010) o IATF (Menchaca et al., 2005; Cutaia et al., 2007; de Nava, 2008) aplicados al inicio del periodo de entore permiten obtener mayores porcentajes de preñez los primeros días de servicios, que se verá reflejado en una curva de partos concentrados durante la primeras semanas.

# REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## Importancia de la cría para la economía uruguaya

El sector agropecuario es fundamental para el crecimiento de la economía y el desarrollo social del país. Si se consideran las exportaciones como uno de los indicadores para demostrar la trascendencia del sector sobre la economía nacional, aproximadamente el 70% del total de las exportaciones proviene de lo que genera la agroindustria nacional (Montossi, 2008). En este contexto, y si se tienen en cuenta las exportaciones por sub-sector, el conjunto de las divisas provenientes de la sumatoria de carne bovina y ovina, lana y cueros, constituye el 36% de lo exportado, demostrando así la importancia de “la vaca” en el destino de cada uno de los integrantes de esta nación (Montossi, 2008).

Uruguay es uno de los principales productores cárnicos del mundo y el segundo país del mundo en consumo de carne vacuna por persona, con 61 kg por persona por año (INAC, 2012). La dimensión de su mercado interno y las características de sus recursos naturales, potenciados por el cambio técnico a nivel de los diferentes rubros, han determinado crecientes niveles de producción con destino a los mercados internacionales más exigentes (Ferrari y Freiría, 2011). Produce casi 600 mil toneladas de carne vacuna al año, 150 mil son destinadas al consumo interno y 450 mil son exportadas a más de 100 países, representando la cuarta parte de las exportaciones de bienes del Uruguay (INAC, 2012).

Al observar los datos físicos presentados por la DIEA (2011), el subsector pecuario constituye el 43,2% del PBI agropecuario uruguayo, del cual el 59,1% se encuentra representado por el ganado bovino, lo que refleja la importante trascendencia del sector para la economía nacional.

La superficie total ocupada por la ganadería en el Uruguay asciende a unas 15 millones de hectáreas, que corresponde al 90,9% del territorio nacional. En ésta se ubican unas 48.000 explotaciones ganaderas, manejando unas 11,1 millones de

cabezas vacunas y 7,7 millones de cabezas lanares, las cuales representan unas 8,6 millones de Unidades Ganaderas y 1,3 millones de UG, respectivamente (U.G., 1 U.G.=1 vaca adulta; Hill Secco, 1989).

En lo que al rubro vacuno se refiere, el 54% de las explotaciones ganaderas se dedican exclusivamente a la cría y el 19% a ciclo completo, contabilizando un total de 4 millones de vacas de cría, lo que denota la gran importancia de ésta categoría para la producción nacional (DIEA, 2011).

## **El problema de la cría en el Uruguay**

La cría es uno de los procesos más complejos y desafiantes de los sistemas de producción ganaderos. El criador debe combinar aspectos de genética, alimentación, sanidad, reproducción y manejo, con el objetivo de mejorar su ingreso neto. A su vez, los bajos ingresos generados y la dependencia de ciclos biológicos largos, hacen que para los sistemas de cría no se manejen comúnmente propuestas que requieran de mayores gastos o inversiones de largo a mediano plazo (Pigurina, 2000).

Los sistemas de cría bovina en el Uruguay están caracterizados por una baja eficiencia reproductiva, reflejada por la baja producción de terneros destetados; los principales problemas identificados como responsables de esa situación son la avanzada edad al primer parto y el prolongado anestro posparto de nuestros rodeos (Pérez-Clariget et al., 2007). Según información de DICOSE recopilada de los últimos veinte años, la tasa de procreo promedio es de 67 %, con notorias variaciones entre años (Figura 1) (DIEA, 2011).



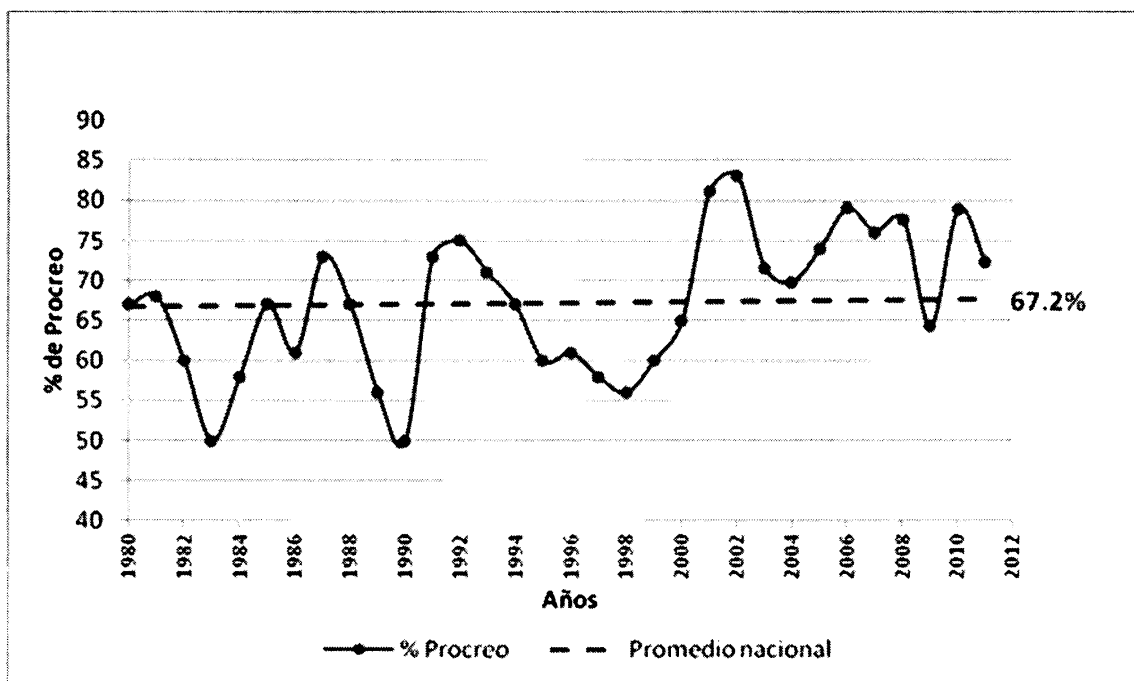


Figura 1: Porcentaje de procreo según año (1980-2011). Fuente: DIEA con base en DICOSE.

Esta baja eficiencia física y económica de la cría la ha llevado a su paulatino desplazamiento a zonas marginales en cuanto a calidad y tipo de suelos (Pigurina, 2000). Particularmente en un contexto de aumento del precio y de la renta de la tierra, así como del crecimiento competitivo de la agricultura y de la forestación (Montossi, 2008). A pesar de ello, se puede constatar que hay establecimientos criadores con muy buenos y sostenidos indicadores reproductivos ubicados en diferentes regiones del país, en donde se hace una óptima utilización de los siempre escasos recursos disponibles, lo que prueba que las posibilidades para mejorar la productividad ganadera global de nuestro país son reales (de Nava, 2011).

Lograr un elevado índice reproductivo es de gran importancia en un rodeo de carne eficiente. Melton (1995), en E.E.U.U., cuantifica la importancia económica relativa de la reproducción con relación al crecimiento y otras características. El autor informa que el desempeño reproductivo al destete puede llegar a ser económicamente cuatro veces más importante, que las demás características que pueda presentar el producto final. Para el caso de nuestro país Urioste (1995b, citado por Urioste, 1996) señala que en el ganado de carne, la rentabilidad del rodeo está determinada por un alto número de rasgos biológicos que a su vez presentan cierto grado de

antagonismo genético. Debe señalarse que en la rentabilidad de una empresa agropecuaria existen parámetros de mayor trascendencia que el nivel alcanzado en algunos rasgos aislados (p. ej.: crecimiento, habilidad materna, tamaño). La eficiencia de la empresa como conjunto y el beneficio económico neto que consiga son más importantes. Por esta razón, los valores extremos de producción no son en sí un objetivo deseable (Ponzoni, 1992; citado por Urioste, 1996). La selección por peso a cierta edad ha sido practicada con frecuencia en bovinos de carne ignorando la importancia que poseen otro conjunto de características. Las consecuencias genéticas de una selección realizada únicamente por peso se manifiestan, entre otros aspectos, en la casi nula mejora de los aspectos reproductivos y un aumento notorio en la dificultad de partos y el consumo de los animales (Urioste, 1996). Según este mismo autor la contribución relativa de rasgos de fertilidad en un programa de mejoramiento genético a la respuesta genética total aumenta notoriamente cuando se incluyen medidas de fertilidad en el sistema de registros, logrando importancia casi similar a los rasgos de crecimiento. En cuanto al beneficio económico logrado por vaca y generación el incremento monetario logrado con medidas adicionales de fertilidad se sitúa en el 32% (Nitter et al., 1994; citado por Urioste, 1996) y 46% para Ponzoni et al. (1996) (citado por Urioste, 1996). La adición de medidas de ultrasonido (calidad de la res), solo representa un 18% más en relación a una combinación de medidas de peso y fertilidad.

De lo anterior se desprende que los resultados físico-económicos de los establecimientos criadores dependen en gran medida de la eficiencia reproductiva de las hembras (Orcasberro, 1994).

La investigación uruguaya ha tenido como objetivo directo o indirecto contribuir a resolver la baja eficiencia reproductiva del rodeo de cría nacional y ha sido recientemente analizada y sintetizada (Rovira y Frachia, 2005). Se han llevado a cabo numerosos trabajos donde el énfasis ha sido el manejo de la vaca de cría en base a tratamientos hormonales (17%), destete temporario y precoz (46%) y distintos aspectos de la nutrición (20%).

Con esto se genera información para poder paliar el componente del proceso reproductivo más afectado que, de acuerdo a la información disponible, es la

ausencia de celos después del parto que comprometen el número de vacas que vuelven a concebir durante el período de servicios (Short et al., 1990). El problema se manifiesta como un alargamiento del anestro posparto que trae como consecuencia que las vacas estén acíclicas al comienzo del entore y un porcentaje importante no logra reiniciar la ciclicidad durante el mismo. El resultado final es una disminución en los porcentajes de preñez y menor número de vacas en la cabeza de parición.

Los futuros desafíos para el criador involucran no sólo la mejora del ingreso por dicha actividad, sino cómo incorporar y controlar las nuevas tecnologías que pueden modificar sustancialmente las prácticas de manejo corrientes (Pigurina, 2000). Es allí donde el profesional veterinario debe demostrar cierto sentido común para establecer una jerarquización de esas tecnologías en función de las distintas realidades de cada establecimiento (de Nava, 2011).

## **Infertilidad posparto en la vaca de cría**

Luego del parto las vacas se vuelven infértiles durante un período de tiempo determinado. Varios son los factores que contribuyen a ésta infertilidad, como ser la involución uterina, el anestro posparto y los ciclos estrales cortos al reiniciarse la actividad ovárica (Short et al., 1990).

## Anestro posparto

El período posparto juega un papel fundamental en la reproducción del ganado. La duración del anestro posparto tiene una importante influencia en la performance reproductiva posterior (Peter et al., 2009). La falta prolongada de ciclos estrales luego del parto en vacas de carne amamantando es causa de pérdidas económicas para los productores (Yavas y Walton, 2000a). Cuanto antes se reinicie la actividad sexual posparto, mayores serán las probabilidades que tendrá el vientre de volver a quedar preñado y también serán mayores las probabilidades de parir temprano (Rovira, 1996). Menchaca y Chifflet (2005) realizaron un trabajo cuyo objetivo fue determinar la actividad ovárica al inicio del servicio 2004-2005 en vacas de cría. Se trabajó sobre un total de 1120 vacas y vaquillonas en 11 rodeos manejados sobre campo natural en diferentes zonas criadoras de Uruguay. Las vacas con cría se encontraban entre 60 a 110 días posparto. Cada vaca fue clasificada por presentar ovarios con cuerpo lúteo (CL) (vacas cíclicas) u ovarios sin CL con folículos iguales o mayores a 8mm (folículos medianos) o con folículos menores a 8 mm (folículos pequeños), determinado por ultrasonografía. Las vacas multíparas presentaron un porcentaje de ciclicidad del 18,6% y fue mayor que en vacas primíparas donde sólo el 11,9% se encontraba ciclando ( $P < 0,05$ ). Las primíparas presentaron a su vez la mayor proporción de anestro y ovarios con folículos pequeños. Estos resultados muestran la escasa actividad ovárica del rodeo de cría al inicio del servicio en condiciones típicas de Uruguay.

El anestro posparto es un período de transición durante el cual el eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero se recupera de la preñez previa. Las primeras 2 a 3 semanas posparto son necesarias para el comienzo de la involución uterina, para la reposición de las reservas de LH en la hipófisis anterior y para la reanudación de las ondas de crecimiento folicular (Yavas y Walton, 2000a).

El control de la reanudación de los ciclos estrales en el posparto es llevado a cabo mediante una compleja interrelación entre el hipotálamo, la hipófisis y los ovarios, la cual es influenciada por una gran variedad de señales tanto externas como internas y moduladas principalmente por signos hormonales (Short et al., 1990).

- Fisiología del anestro posparto

El inicio del crecimiento folicular a nivel ovárico en el período posparto generalmente no se ve afectado. Sin embargo, el desarrollo posterior y el destino del folículo dominante son los principales factores que afectan el restablecimiento de la ciclicidad ovárica (Peter et al., 2009)

Según Murphy et al. (1990) la principal causa de alargamiento del anestro posparto en vacas amamantando no es la falta de desarrollo de folículos dominantes sino la falla en su ovulación. No obstante en nuestras condiciones de cría muchas veces se encuentran vacas con 80 ó 90 días de paridas que aún no tienen folículos dominantes debido a un estrés nutricional (de Nava, comunicación personal).

La reanudación de la actividad ovárica depende en gran medida de la frecuencia de pulsos de LH (Crowe, 2008). Los patrones tónicos y cíclicos de liberación de gonadotropinas por el eje hipotálamo-hipófisis se encuentran regulados por mecanismos de feedback negativos (progesterona y estradiol) y positivos (estradiol). La preñez interrumpe estos patrones cíclicos. Hacia el final de la gestación, la secreción de grandes cantidades de esteroides placentarios, principalmente estradiol, agotan las reservas pituitarias de LH (Williams, 1990).

Luego del parto comienza la involución uterina y las ondas foliculares se reanudan pronto. No obstante, los folículos dominantes de estas ondas no ovulan debido a una falla en la maduración terminal a consecuencia de la falta de pulsos apropiados de LH (Yavas y Walton, 2000a). Según Murphy et al. (1990), el desarrollo folicular y la formación de un folículo dominante ocurre tempranamente luego del parto si la vaca se encuentra en buena condición corporal, pero la incidencia de ovulación de éste es baja (11%), primero debido a la depleción de reservas de LH en la glándula pituitaria anterior (Yavas y Walton, 2000a) y segundo a que el “generador de pulsos” de GnRH se encuentra de alguna manera inhibido (Short et al., 1990; Yavas y Walton, 2000a). En efecto, luego que los esteroides placentarios son eliminados de la circulación, la presencia de factores ováricos (principalmente estradiol) juega un papel importante,

influyendo de forma negativa en la liberación de gonadotropinas. Esto ocurre quizás como resultado del incremento de la sensibilidad al efecto de feedback negativo del estradiol, así como también a la incapacidad relativa para responder a un feedback positivo al estradiol dentro de las primeras tres semanas posparto (Williams, 1990). Este feedback negativo de los estrógenos es modulado por el amamantamiento el cual estimula la liberación de péptidos opioides endógenos desde el hipotálamo (Yavas y Walton, 2000a).

Según Nett et al. (1988) los receptores para GnRH y estradiol a nivel de la hipófisis anterior aumentan hacia el día 15 posparto, incrementando la sensibilidad de la misma a éstas hormonas y permitiendo así la restauración de los niveles de LH pituitaria hacia el día 30 posparto. Luego de la reposición de las reservas de LH, entre los días 15 y 39 posparto, la sensibilidad del generador de pulsos de LH al efecto negativo de los estrógenos disminuye gradualmente (Yavas y Walton, 2000a). Comienza con un suministro intermitente de GnRH al sistema porta pituitario con la consiguiente liberación de LH para el ovario, la producción de andrógenos por parte de las células de la teca y la aromatización de éstos andrógenos a estradiol por las células de la granulosa prepara el escenario para los eventos que conducen a un aumento en los pulsos de liberación de LH necesarios para la ovulación (Hauger et al., 1977. Citado por Williams, 1990). Paralelamente a este incremento se da un aumento en los pulsos de liberación de LH, los que llegan a un pico entre la 2ª y 4ª semana posparto (Williams, 1990).

La primera ovulación posparto es generalmente seguida de un ciclo corto, debido a una luteinización antes de tiempo a causa de la liberación prematura de PGF2a desde el endometrio uterino, lo que posiblemente se intensifique con la liberación de oxitocina desde la pituitaria anterior inducida por el amamantamiento (Yavas y Walton, 2000a).

- Principales factores que afectan el anestro posparto

El anestro es el componente más importante de la infertilidad posparto. Es influenciado por varios factores menores como ser estación del año, cría, paridad,

distocia, presencia del toro, efectos de la preñez anterior, entre otros. Así como también, efectos mayores como ser el amamantamiento, la nutrición y el reinicio de la actividad cíclica (Short et al., 1990; Yavas y Walton, 2000a).

Los mecanismos de control del anestro posparto quizás son diferentes dependiendo de los factores en juego (por ejemplo; nutrición, amamantamiento, paridad) y cambia a medida que el posparto progresa, desde un anestro profundo a un anestro superficial (Short et al., 1990). El tiempo requerido para esta transición varía con la cantidad de señales enviadas desde cada uno de los factores de control (Short et al., 1990).

#### → *Presencia del ternero y conducta maternal (Amamantamiento)*

La presencia del ternero tiene un efecto negativo sobre la reanudación de la ovulación en vacas de carne amamantando (Crowe, 2008). El principal factor limitante en la restauración de la ciclicidad posparto es la influencia negativa del amamantamiento sobre elementos de regulación central que controlan la liberación de GnRH (Williams y Griffith, 1995). Tanto la restricción energética de la dieta como una pobre condición corporal, exacerbaban este efecto (Williams, 1990). Según Williams (1990), el estímulo provocado por el ternero durante la mamada genera distintos reflejos que se transmiten desde la glándula mamaria hasta el hipotálamo vía tracto espino-cervical. La presencia crónica de este estímulo incrementa la sensibilidad del hipotálamo al feedback negativo de los bajos niveles circulantes de estradiol ovárico, resultando en la inhibición del centro cíclico hipotalámico, responsable por la generación de pulsos de liberación de GnRH. Vacas a las que se les desteta sus terneros al momento del nacimiento, tienen intervalo posparto (IPP) más corto que aquellas vacas que continúan amamantando (Short et al., 1990). El efecto del amamantamiento en vacas de carne es un factor importante que afecta la duración del IPP, pero más específicamente lo es la relación materno-filial que el acto de amamantar propiamente dicho en la regulación de la frecuencia de pulsos de LH (Stagg et al., 1998). Según Stevenson et al. (1994), la permanencia del ternero con la madre en el período posparto alarga el IPP, tanto en vacas con la ubre intacta

como en vacas mastectomizadas. A pesar del incremento en la actividad de la LH encontrada en vacas posparto mastectomizadas, el mantenimiento de las mismas con sus terneros prolonga el período anovulatorio posparto, de la misma manera que en vacas con la ubre intacta. Con respecto a la FSH, existen secuenciales aumentos transitorios en la concentración de ésta hormona durante el período de anestro, y cada uno de los aumentos se asocia con la emergencia de una nueva onda folicular. Sin embargo, la concentración media de FSH no varía con el número de ondas foliculares, lo que sugiere, a diferencia con la LH, que no es un factor que retrasa la reanudación de la ovulación posparto en vacas de carne (Stagg et al., 1998) ya que la misma requiere una mínima estimulación de GnRH (Crowe et al., 1998).

### *Nutrición*

La asignación de nutrientes para varias funciones del cuerpo comúnmente se refiere como la partición de nutrientes. Ésta sigue un criterio de prioridad para primero mantener la vida de la vaca y luego propagar la especie. Aproximadamente el orden de partición de nutrientes es el siguiente: 1) metabolismo basal; 2) actividad; 3) crecimiento; 4) reservas básicas de energía; 5) preñez; 6) lactación; 7) reservas energéticas adicionales; 8) ciclos estrales e inicio de la preñez y 9) exceso de reservas (Short et al., 1990).

Los efectos de la nutrición son provocados por una compleja interacción entre varios factores como ser cantidad y calidad de alimento consumido, reservas corporales y competencia de nutrientes con otras funciones fisiológicas además de la reproducción, entre otras (Short et al., 1990).

Inadecuados niveles de energía y proteína en la dieta pre y posparto, disminuyen los índices de preñez así como también los índices de concepción al primer servicio y extiende el intervalo posparto en vacas de carne amamantando (Randel, 1990). A nivel práctico, la condición corporal y el peso vivo son dos indicadores útiles del estado energético y la futura eficiencia reproductiva de la vaca de cría (Randel, 1990). Cuando el nivel nutricional preparto ha sido muy bajo y prolongado,



produciendo una fuerte caída del peso vivo, el nivel posparto aparece como significativamente más importante en determinar el momento de aparición del primer celo posparto. Pero en cambio, cuando las vacas llegan a la parición en buena condición corporal (CC) (>4 en escala 1-8), el nivel posparto tiene una incidencia menor sobre el comportamiento reproductivo (Rovira, 1996).

La condición corporal es una medida subjetiva que permite medir el “estado de gordura” de los animales y que tiene la ventaja, frente al peso vivo, de no estar afectada por el tamaño del animal, el peso de la carga fetal y el llenado del tracto digestivo. No requiere instrumentos para su medición, requiriendo solamente una experiencia previa elemental. Existe una relación muy estrecha entre la CC de las vacas al comenzar el entore y el porcentaje de preñez logrado en esa estación de cría (Vizacarra, 1989). Vacas que llegan a la parición con buena CC, por ejemplo entre 4 y 5 (escala 1-8) y mantienen su peso hasta el entore son capaces de entrar en celo 22 días antes que vacas que en el mismo período perdieron un 10% de su peso posparto (54,1 días vs 75,8 días) (Rovira, 1996).

Algunos autores sostienen que la CC a la parición, a fin que no influye negativamente sobre la fertilidad, debe estar entre 3 y 4, más cerca de 4 que de 3. Según los mismos, en el momento que comienza el entore, el puntaje no debería bajar de 5, ya que asegura una reserva corporal de nutrientes adecuada para una buena performance reproductiva posparto (Rovira, 1996).

Menchaca y Chifflet (2005) al evaluar la actividad ovárica al inicio del servicio en vacas de cría entre 60 y 110 días posparto, con una CC promedio de 3,78 encontraron que cuanto menor era la CC menor era el porcentaje de ciclicidad de las mismas. En vacas multíparas con una CC de 3 (escala del 1 al 8) sólo el 1,9% presentó CL no difiriendo significativamente al aumentar 0,5 punto de CC (9,6% de ciclicidad). Sin embargo, cuando la CC fue de 4 el porcentaje de ciclicidad aumentó significativamente a 16% y fue necesaria una CC de 4,5 para lograr otro incremento significativo en la ciclicidad del rodeo y alcanzar valores cercanos al 40%. En primíparas en cambio, para alcanzar un 40% de ciclicidad fue necesaria una CC de 5 y aquellas vacas con CC de 3 a 4 el porcentaje de ciclicidad varió de 0 a 11,8%. Por lo tanto en las condiciones evaluadas de este ensayo, para obtener un porcentaje de

ciclicidad aceptable es necesaria una CC mayor o igual a 4,5, encontrándose en esta situación sólo el 20% de las vacas con cría.

Ciertos autores afirman que la CC es el factor más determinante en los resultados de preñez a la IATF, por lo que sostienen que la CC de los vientres al momento de iniciar un tratamiento de sincronización de celos no debería ser menos de 2,5 (escala de 1-5) para obtener resultados aceptables (52,3%) (Cutaia et al., 2003).

Para explicar los mecanismos por los cuales la nutrición afecta la performance reproductiva en el ganado bovino, los cambios en la glucogenogénesis son más importantes como señales metabólicas que las concentraciones absolutas de glucosa en sangre. Un incremento en la gluconeogénesis a partir del propionato ruminal, resulta en una disminución de la gluconeogénesis a partir de aminoácidos, lo cual es detectado por el eje hipotálamo-hipofisario-gonadal. Esta señal metabólica resulta en un incremento de la secreción de GnRH desde el hipotálamo seguido de un aumento pulsátil de la secreción de LH desde la hipófisis, el cual estimula la función del ovario, permitiendo el retorno al estro con ovulación y el subsecuente desarrollo de un cuerpo lúteo funcional (Randel, 1990).

Los cambios en las hormonas metabólicas son dinámicos en vacas recién paridas y reflejan el cambio metabólico del estado de estos animales (Lucy, 2003). A finales de la década del 90 fue descubierta la leptina, hormona producida por células grasas que juega un papel importante en el envío de señales nutricionales al cerebro de los mamíferos. Se ha demostrado que la leptina estimula la secreción de LH en la vaca actuando en el hipotálamo y en la pituitaria anterior (Williams, 2005). Infelizmente los estudios sobre leptina en bovinos no son concluyentes y muchas de las situaciones estudiadas no han conseguido ser aisladas de los efectos de otras hormonas como insulina y somatotrofina (Ospina et al., 2007). Por un lado, la leptina estimula la secreción de LH, mientras que por otro inhibe la esteroidogénesis en las células de la teca y la granulosa (Lucy, 2003). Las concentraciones sanguíneas de IGF-I, insulina y leptina se encuentran más altas en vacas con balance energético positivo, mientras que vacas con balance energético negativo muestran menores concentraciones tanto de insulina como de IGF-I. Estas hormonas se encuentran reguladas metabólicamente y pueden influenciar en la secreción de GnRH y LH. El

control endocrino se origina desde los tejidos en respuesta al estado metabólico o nutricional del animal (por ejemplo: insulina desde el páncreas; IGF-I desde el hígado y leptina desde el tejido graso). Es lógico que estas señales periféricas pudieran actuar en el hipotálamo para transmitir información desde los tejidos metabólicamente importantes. Estos mismos metabolitos y hormonas quizás actúan directamente sobre el ovario influenciando en la sensibilidad de éste a la LH y FSH (Lucy, 2003).

En resumen, vacas que se encuentran comprometidas nutricionalmente presenten menores concentraciones de metabolitos y hormonas metabólicas en sangre. Estas concentraciones más bajas teóricamente reducen la sensibilidad del ovario a las gonadotrofinas. Al mismo tiempo, vacas en posparto poseen menores concentraciones de LH, en parte debido a los efectos de éstas hormonas en la secreción de GnRH por parte del hipotálamo (Lucy, 2003). Es así que, vacas que se encuentran amamantando y con una dieta inadecuada, manifiestan prolongados períodos de inactividad ovárica luego del parto. La vaca debe recuperarse del estado gestacional, escapar a la inhibición de la secreción de gonadotropina inducida por el amamantamiento, iniciar el desarrollo folicular, manifestar estro con ovulación y obtener un adecuado desarrollo luteal para el reconocimiento materno de la preñez (Randel, 1990).

## **Reinicio de la actividad cíclica**

- **Primera ovulación silenciosa**

La exposición a niveles elevados de progesterona parece ser un prerrequisito para una expresión normal de celo y para una fase luteal normal. Altos niveles de progesterona seguido de su declinación son necesarios para una diferenciación normal de las células de la granulosa y el desarrollo post ovulatorio del cuerpo lúteo (CL) (Ungerfeld, 2002).

La primera ovulación posparto precede al primer celo observado y a menudo es llamado "silencioso" (Hafez, 2002).

Según Murphy et al. (1990), la primera ovulación luego del parto no fue asociada con un comportamiento estral característico, mientras que, posteriormente a ésta, el largo del siguiente ciclo estral fue más corto de lo normal caracterizándose además, por el desarrollo y ovulación de un sólo folículo dominante.

- Ciclos cortos

Los ciclos cortos ocurren normalmente en la primera ovulación posparto en la mayoría de las vacas de carne (Day, 2004). Éstos previenen la fertilidad durante los primeros 30 a 40 días luego del parto haciendo que la vaca retorne al estro antes de que ocurra el reconocimiento materno de la preñez (Short et al., 1990). Ovulaciones luego de estros destinados a comenzar un ciclo corto normalmente se dan con un óvulo capaz de ser fertilizado. Sin embargo, las preñeces no son detectadas, aparentemente porque el cuerpo lúteo (CL) regresa antes que el ovario reciba la señal uterina de que la preñez existe (Short et al., 1990). El CL formado durante un ciclo corto es de menor tamaño secreta menos cantidad de P4 y es menos sensible a la estimulación (Short et al., 1990). La liberación prematura de PGF2 $\alpha$  por el útero como consecuencia de los efectos de la baja P4 y estradiol antes de la ovulación sobre la progesterona endometrial y/o receptores de oxitocina se cree que conduce a la desaparición temprana del CL (Day, 2004). Según reportan Copelin et al. (1989) la liberación prematura de PGF2a por parte del útero es la responsable de la ocurrencia de ciclos estrales cortos luego del posparto en vacas de cría (Citado por Murphy et al., 1990).

El síndrome de ciclo estral corto es un problema de rodeos de cría ya que hay vacas que muestran estro y son servidas durante éste período de ciclos corto, especialmente en sistemas más intensivos donde los intervalos posparto son cortos y se utiliza tratamientos de sincronización de celos (Short et al., 1990).

## **Métodos para acortar el anestro posparto**

Según Short et al. (1990) la infertilidad y el anestro posparto constituyen un fenómeno complejo controlado por muchos factores que actúan individualmente o en conjunto para deprimir la productividad potencial de las vacas de carne. Muchos de los factores que afectan el desempeño reproductivo posparto no pueden ser controlados, pero deben ser considerados cuando se efectúan decisiones de manejo relativas a otros factores que si pueden ser manipulados. Durante la toma de decisiones para el control del anestro posparto es necesario considerar no solo los beneficios potenciales que se obtienen al efectuar determinado tratamiento, sino que también los costos de implementación del mismo.

Para la mayoría de los sistemas de producción, lograr la máxima fertilidad no es el objetivo más rentable. En cambio, se habla de niveles óptimos de fertilidad para una determinada unidad productiva tratándose de aquella que retorna los máximos beneficios durante un período de tiempo determinado (Short et al., 1990).

• Varias son las medidas de manejo y tecnologías reproductivas disponibles (de Nava, 2000) que el productor puede implementar para mejorar la fertilidad de su rodeo y de esta manera obtener buenos resultados reproductivos con cargas relativamente altas. Como primer punto a considerar en el manejo del rodeo de cría es el nivel nutricional del mismo. Cabe recordar que la reproducción es controlada por hormonas del propio animal así como por la interacción con aspectos externos del

mismo (por ejemplo efectos sociales) y fisiológicos del medio ambiente (por ejemplo luz, temperatura, nutrición) y que de estos últimos, la nutrición es la que más atención ha despertado ya que el productor puede controlarla (Quintans, 2008). Si las vacas presentan una CC moderada al parto, pueden volver a servicio lo suficientemente rápido como para enfrentar los requerimientos nutricionales durante la lactancia (Williams, 2005). Por otro lado, una de las medidas de manejo que según Short et al. (1990) tiene gran impacto en la fertilidad posparto es el largo de la estación reproductiva. Según los autores, teniendo una estación reproductiva limitada se obtienen ventajas como ser mayor tamaño de terneros y uniformidad de lote al momento del destete. No solo eso, sino que también cuando los entores son más cortos todas las vacas tendrán mayores probabilidades de quedar preñadas al comienzo del mismo porque se encuentran más allá de los efectos de la involución uterina y de los ciclos estrales cortos, o sea más allá de los efectos del anestro posparto. Esto sería correcto en una situación ideal de rodeos bien manejados nutricional y reproductivamente, lo que muchas veces no representa la realidad de los rodeos en Uruguay.

Otra opción de manejo para acortar el IPP es el control del amamantamiento y la regulación de los estímulos de la lactación. Sin embargo, esta alternativa puede acarrear consecuencias económicas por los costos derivados de la aplicación de estas tecnologías así como también, consecuencias de manejo que deben de minimizarse al momento de su implementación, como ser un incremento de enfermedades de los terneros propias de estas medidas de manejo y pérdidas en la ganancia de peso de los terneros (Short et al., 1990). Por esta razón, se debe ser cauteloso a la hora de implementar estas tecnologías las cuales pueden ser muy útiles como medida táctica a aplicar en un predio, pero quizás cuando se aplican de manera estructurada pueden llegar a incurrir en costos innecesarios con el consecuente incremento de los costos por preñez (de Nava, comunicación personal). Por esta razón, se plantea la implementación del monitoreo del entore como tecnología reproductiva de gran impacto en el desempeño reproductivo de los vientres en una estación de servicios. El mismo consiste en una evaluación del estado fisiológico de todas las vacas paridas entoradas mediante una palpación (Zemjanis, 1980; Grunert y Berchtod, 1988.

Citado por de Nava, 2011) o ecografía (Thatcher y Bartolome, 2005. Citado por de Nava, 2011) de los órganos reproductivos y que se realiza generalmente en la mitad de la estación reproductiva. Con este monitoreo del entore se clasifican las vacas paridas como preñadas de los primeros días del servicio, ciclando y en anestro. Por su parte, las vacas en anestro se clasifican en anestro “superficial” y “profundo” de acuerdo al tipo de ovario y al tono uterino que en ellas se encuentre. Esta última categorización de las vacas en anestro es importante porque las vacas en anestro superficial son sometidas a destete temporario de sus terneros mediante tablillas nasales, mientras que a las vacas en anestro profundo se les desteta precozmente el ternero, como medida más radical aplicada en vacas que estén más lejos de comenzar a ovular. Las grandes ventajas de esta tecnología reproductiva puede resumirse puntualizando que proporciona una información fidedigna de cómo está siendo el comportamiento reproductivo de las vacas, lo que constituye un diagnóstico a “tiempo real” cuando todavía hay medidas para tomar a efectos de corregir malas situaciones. Además permite identificar inequívocamente las vacas “problema” para manejarlas diferencialmente, asociado a un buen uso de los recursos: solamente se le gasta a aquellas vacas que lo necesitan (de Nava, 2011).

Otras de las alternativas tecnológicas que mediante una criteriosa y correcta implementación puede traducirse en un gran impacto a nivel productivo, genético y de manejo en los rodeos de cría (de Nava, 2011) son los tratamientos hormonales que inducen y sincronizan la ovulación, los cuales permiten por un lado acortar el largo de la estación reproductiva y por otro aprovechar las ventajas de los tratamientos que incluyen P4 para incrementar la manifestación de celo y disminuir la incidencia de ciclos cortos. La sincronización de celos es una alternativa viable para aquellos sistemas de producción en los cuales se requiere acortar el largo de la estación de servicios (Short et al., 1990). Estos tratamientos de inducción y sincronización de celos pueden asociarse por un lado, con inseminación a tiempo fijo de vacas con cría al pie (Cutaia, 2007; de Nava, 2008) y por otro lado, en un “escalón” tecnológico inferior, pueden asociarse a monta natural (Callejas, 2010).

Es notable que vacas en período de posparto muy temprano o aquellas con bajas reservas corporales de energía, es poco probable que respondan a tratamientos

hormonales. Aunque la utilización de progestinas exógenas es considerada como el tratamiento recomendado para vacas en anestro posparto, o cualquier otro método para inducir la ovulación, éstos deben ser implementados en conjunción con la corrección de los problemas de manejo. Cabe resaltar que es inapropiada la utilización de tratamientos hormonales para intentar corregir deficiencias en el manejo del ganado de cría (Peter et al., 2009).

## → **Técnicas para el control del amamantamiento**

Como ya se dijo, la duración del anestro posparto se ha identificado como la causa más importante del bajo porcentaje de procreo de los rodeos de cría, la cual está afectada principalmente por la nutrición y el amamantamiento (Short et al., 1990). El destete convencional de 180 a 200 días mantiene presente la inhibición causada por el amamantamiento “per se” y la presencia del ternero durante el período de entore. La remoción del estímulo de mamada a través de la aplicación de alguna técnica de control del amamantamiento (Simeone, 2000) podría revertir el proceso de inhibición del eje hipotálamo-hipofisario-gonadal, provocando el pico pre-ovulatorio de LH y la ovulación.

A continuación se tratan diferentes técnicas para el control del amamantamiento como por ejemplo la separación radical del ternero a edades tempranas (destete precoz), la separación del ternero por un período variable desde 48 horas hasta 10 días (destete temporario a corral) y un destete temporario con la aplicación de una tablilla nasal por un período de 7 a 14 días que impide el amamantamiento pero permite la permanencia del ternero al pie de la madre.

- **Destete precoz**

El destete precoz se puede definir como la interrupción definitiva de la relación vaca-ternero en forma anticipada entre los 60 a 90 días posparto. Además de la edad, el



peso de los terneros no debería ser menor de los 70 kg (Quintans et al., 1999). El destete precoz produce dos efectos importantes en el reinicio de los ciclos estrales:

- 1) Se interrumpen en forma definitiva los efectos negativos del amamantamiento y la presencia del ternero.
- 2) La interrupción de la lactancia produce una modificación en la partición de nutrientes, donde los nutrientes que eran destinados a la producción de leche ahora son destinados a la recuperación del estado de la vaca y el reinicio de los ciclos estrales.

Trabajos nacionales han demostrado que el destete precoz es recomendable para vacas de segundo entore (vacas con su primer cría al pie) debido a que, al ser animales jóvenes todavía no completaron su desarrollo; también se recomienda para vacas que paren en CC baja, vacas de cola de parición (Quintans et al., 1999; Simeone y Beretta, 2002) y vacas que independientemente de su CC, experimentan anestro profundo al momento del monitoreo del entore (de Nava, 2011). Según una recopilación de Pereira (1999) citado por Simeone y Beretta (2002) de 53 predios comerciales que realizaron destete precoz durante el entore 1998-1999, se registró un incremento en preñez de un 21% (80% vs 59%). De la misma manera Simeone (1995) citado por Simeone y Beretta (2002) recopilando trabajos de Uruguay y sur de Brasil sobre destete precoz, observó que la aplicación de la técnica permitió lograr un incremento de la preñez de un 50% (90% vs 60%).

Otra ventaja adicional muy importante que se busca con la aplicación del destete precoz es el adelanto y concentración de los celos, pero está determinado a la CC del ganado y la disponibilidad de forraje. En dos experimentos realizado por Simeone et al. (1997), Simeone y Lobato (1996) (citados por Simeone y Beretta, 2002) no se encontraron reducciones significativas en el intervalo parto-concepción por la aplicación del destete precoz en vacas primíparas y vacas con CC menor a 3 (escala 1-8). Mientras que en un trabajo realizado por Simeone (1997) para vacas con CC promedio de 3,21 (escala 1-8) y buena disponibilidad de forraje se acortó el intervalo entre el inicio del entore y la concepción en 43 días. En un trabajo realizado por Lacuesta y Vázquez (2001) la aplicación del destete precoz en vacas primíparas con CC al parto entre 3,5 y 4,5 (escala 1-8) produjo un adelanto y sincronización de la

ovulación, celo y preñez. En este experimento se pudo observar que la totalidad de las vacas presentó actividad ovárica a los 31 días de realizado el destete precoz (a los 18 días ya había un 50% de vacas con actividad luteal), mientras que solamente el 50% del grupo con cría al pie presentó actividad luteal en ese momento. Por otra parte un 39% de las vacas con cría al pie no presentó ovulación dentro del período de entore.

Pese a los excelentes resultados que se pueden obtener con la aplicación de esta tecnología, éstos también pueden alcanzarse a través de la implementación de otras técnicas menos radicales en lo referente al control del amamantamiento como ser la utilización de un destete temporario con tablillas nasales (Quintans, 2007).

El otro aspecto a tener en cuenta cuando se realiza un destete precoz es considerar los efectos sobre el crecimiento de los terneros. La dificultad de criar los terneros destetados precozmente radica en: a) se hace un pasaje abrupto de una dieta mayoritariamente líquida a una dieta totalmente sólida, b) esta categoría tiene altas exigencias de proteína y energía ya que debe cubrir las necesidades diarias de mantenimiento y crecimiento y c) tiene una limitada capacidad de consumo de forraje debido al escaso desarrollo ruminal (Simeone y Beretta, 2002). A su vez, la implementación de ésta técnica incurre en costos como ser: alimentación, sanidad, mano de obra, instalaciones y costo financiero, los cuales deben ser tenidos en cuenta a la hora de toma de decisiones, siendo la alimentación el principal componente de la estructura de los costos (Simeone y Beretta, 1997). A los terneros se les debe de asignar una ración para DP, a razón del 1% de su peso vivo, lo que implica un consumo promedio de 100kg durante todo el período (60 a 90 días) (Simeone y Beretta, 2008).

- Destete temporario

El destete temporario (DT) consiste en impedir el amamantamiento durante períodos variables al comienzo o durante el entore por la separación de los terneros de sus madres o por medio de tablillas nasales (Geymonat, 1986) y que al igual que

el destete precoz busca mejorar la performance reproductiva de los vientres, tratando de provocar el mínimo de inconvenientes a los terneros al pie de sus madres (Rovira, 1996).

La efectividad del DT es influenciada por varios factores como el largo del período de destete (o remoción), los días posparto, la CC al parto y al momento del destete, la edad y paridad de las vacas (Makarechian et al., 1990) y probablemente por el estado de los ovarios al momento del DT (de Nava, comunicación personal). Para la realización del DT se recomienda que los terneros tengan entre 50 y 70 días de edad y que no pesen menos de 60kg (Orcasberro, 1994; Quintans et al., 1999).

Existen varias alternativas para el DT una de las cuales consiste en la separación del ternero por un período variable que puede ir de 48 a 144 horas o más (destete temporario a corral). Otra alternativa es la aplicación de una tablilla nasal al ternero que impide el amamantamiento pero permanece al pie de la madre (destete temporario con tablilla entre 7 y 14 días) y por último se encuentra el amamantamiento restringido a una o dos veces por día (Quintans et al., 2000). No obstante, la técnica más utilizada en la región es la aplicación de un DT con tablilla nasal (TN) durante 11 a 14 días. Muchos trabajos se han concentrado en esta área del control del amamantamiento intentando entender los erráticos resultados que en diferentes trabajos se obtienen. El esfuerzo es válido teniendo en cuenta la fácil aplicación en condiciones extensivas de producción (Quintans, 2007).

En un relevamiento de trabajos evaluando el DT en Uruguay y el sur de Brasil se muestra que vacas sometidas al DT de larga duración con TN presentaron incrementos en el porcentaje de preñez entre 16 % y 40 % en relación a las vacas que permanecieron amamantando a sus terneros (Simeone, 2000). A nivel nacional, Quintans y Salta (1988) aplicando TN durante 13 días a terneros de 60 a 90 días de edad observaron en dos años consecutivos un aumento de 40 puntos porcentuales en preñez (100 % vs 60 % y 65,3 % vs 25,5%, para el año 1983 y 1984 respectivamente). En otro trabajo presentado posteriormente por Casas y Mezquita (1991) de cinco años de evaluación de esta técnica obtuvieron una respuesta promedio en vacas primíparas y multíparas de 23 puntos porcentuales de preñez (77% vs 54%) al utilizar una TN por 13 días en terneros de 60 a 90 días de edad. Otros

trabajos realizados en Argentina (Stahring, 2001), en condiciones similares a las nuestras, concluyen que la duración más adecuada para la utilización de TN es de 14 días, ya que se logra un adecuado incremento en los porcentajes de preñez, obteniéndose aumentos de 30 puntos porcentuales en dos años consecutivos (100% vs 70% y 65,4% vs 37,5% para vacas con 3,8 y 3,2 de CC respectivamente (escala 1-9)).

Orcasberro (1991) propone que existe una interacción entre el estado nutricional de la vaca y el efecto del DT. Señala que en casos de sub-nutrición severa se impone una restricción para el reinicio de la actividad ovárica posparto mayor que el propio amamantamiento. Esto concuerda con los datos obtenidos por Erosa et al. (1992) en donde la aplicación de una TN por 11 días y con dos niveles de alimentación preparto se obtuvo respuesta según la condición corporal. En las vacas de CC de 4,5 al parto (escala 1-8) se obtuvo una respuesta de 20 puntos (100% vs 80%), mientras que las de CC al parto de 3,2 el incremento no fue significativo respecto al testigo (54 % vs 48 %, para el DT y control respectivamente). En un estudio realizado por de Castro (2006) trabajando con vacas primíparas de razas británicas (n=74), que al inicio presentaban una CC promedio de 3,8 (escala 1-8), 71,4 días posparto promedio y el 100% se encontraba en anestro, observó que al realizar un DT con TN por 14 días casi el 90% de las vacas estaba ciclando al primer mes posdestete. La máxima respuesta relativa al DT la encontraron cuando la CC de las vacas se encontraba entre los puntos 3,5 y 4 (escala 1-8) (Echenagusía et al., 1994). En otro trabajo, Stahring (2001) observó que cuando la CC promedio era menor que 3 (escala 1-9) no se obtuvo un incremento en el porcentaje de preñez (50% vs 60% para el DT por 14 días y control respectivamente). Mientras que, como ya se mencionó anteriormente, para vacas con CC de 3,8 y 3,2 se obtuvieron incrementos de 30 puntos porcentuales en dos años consecutivos realizando DT por 14 días. Sin embargo, se han tenido resultados inconsistentes cuando se aplica esta técnica. Según Quintans (2007) una de las hipótesis manejadas es que la diferencia en el estado ovárico al momento de aplicar el DT podría estar explicando las diferentes respuestas observadas. Muchas veces la CC no refleja la actividad ovárica de las vacas; animales en anestro superficial (con presencia de folículos grandes (8mm y

ovarios más desarrollados) tendrían mayor capacidad para responder en ovulación a un DT con TN que aquellos en anestro más profundo (con presencia de ovarios chicos y folículos de menor tamaño (<7mm)). A partir de esta conjetura, Quintans et al. (2006) observaron que en vacas adultas el DT con TN incrementó la tasa de preñez en aquellos animales que presentaban folículos mayores a 8 mm a los 84 días de paridas y en mitad del entore (92% vs 58% de preñez para vacas con y sin DT), mientras que aquellas en anestro más profundo, no respondieron a ésta técnica (68% vs 58% de preñez para vacas con y sin DT).

Al realizar un DT se produce un incremento de la pulsatilidad de LH que dependerá de que exista un folículo “receptivo” (con suficientes receptores para esta hormona) para que responda a la supresión de la inhibición que existía, o que ese incremento de los pulsos de LH se mantenga un período suficientemente largo como para que dentro de esa onda folicular, u otra nueva, exista un folículo capaz de responder y finalmente ovular (Quintans, 2000).

Respecto al crecimiento de los terneros cuando esta técnica es utilizada, algunos autores sostienen que los terneros durante los 14 días de postura de la TN suelen presentar tasas de ganancias entre el 20% y 40% de la que realizan los terneros al pie de la madre (Quintans, 2007). Durante los siguientes 14 días recuperan la tasa de ganancia pero a niveles cercanos al 60% para luego alcanzar una tasa de ganancia similar o levemente inferior a aquellos terneros que nunca tuvieron restricción en el amamantamiento. El peso final al destete es variable entre experimentos, donde en un gran porcentaje de trabajos los terneros presentan un peso inferior a los terneros “control”, ese porcentaje varía entre 8% y 12% (Quintans, 2007). Las causas que originaron las diferencias en peso al destete fueron diferentes en cada uno de los trabajos por lo que no se puede concluir que haya una variable en particular que explique las mismas. En trabajos de Soca et al. (1994) y Quintans y Vázquez (2002) se sugiere que los terneros no pudieron compensar el menor consumo de leche con la ingesta de forraje, debido a las características de las pasturas utilizadas. Según Echenagusía et al. (1994) no hay una variable que explique esta diferencia, sino que sería una interacción entre las variables: duración, forma y momento del destete

temporario, edad y peso de los terneros, así como el ambiente al que fueron sometidos.

En un trabajo realizado por Stahringer en 1995 (Citado por Stahringer, 2001) observó que existen diferencias significativas en el peso al destete definitivo entre el grupo control (terneros amamantando) y el grupo que fue sometido a DT con TN por 14 días (202 vs 175 kg). El autor concluyó que la pérdida de peso ocurrida durante el periodo de DT e inmediatamente después de él no es compensada hasta el destete definitivo. Los terneros con TN por períodos de 14 o 21 días fueron aproximadamente 13% más livianos al destete. En un ensayo realizado por de Nava (1994), encontró diferencias significativas en el peso al destete definitivo de los terneros entre el DT con TN por 7 días y el control (146 vs 162 kg). Observó que la diferencia se originó durante los 7 días que duró el destete, ya que los terneros con TN no registraron ganancias de peso durante esos días, mientras que los terneros que permanecieron amamantados al pie de la madre obtuvieron ganancias de 0,750 kg/día. Posteriormente al retiro de la TN los tratamientos obtuvieron ganancias de peso similares pero las diferencias generadas anteriormente no se compensaron. Stahringer (1994) encontró que al someter terneros a DT con TN por un periodo de 7 días estos registraron una pérdida de peso de 0,09 Kg/día, lo que difirió significativamente con lo observado en el grupo testigo el cual obtuvo ganancias de 0,84 kg/día. Lo que derivó en diferencias de 0,93 kg/día en los terneros de ambos grupos durante los días en que duro el DT (Citado por Stahringer, 2001). Stahringer (2001) concluye que la duración más adecuada para el DT con tablilla con la que se logra un adecuado incremento en el porcentaje de preñez con menores pérdidas de pesos al destete es el de 14 días en comparación con aquellos tratamientos de 7 o 21 días de duración.

El DT con TN implica un “estímulo intermedio” ya que las vacas cortan la lactancia por un período pero el ternero permanece al pie de la madre (Quintans, 2007). Sin embargo, existe una gran variabilidad en respuesta a la aplicación del mismo, las que deben de tenerse en cuenta al momento de aplicar éstas medidas.

# Tratamientos hormonales para mejorar el desempeño reproductivo

101

## Función en el ciclo estral de las diferentes hormonas implicadas en el manejo farmacológico del mismo

### *GnRH*

La hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), es una decapeptido que desempeña un papel clave en el desarrollo y el mantenimiento de la reproducción de vertebrados (Ungerfeld, 2002). Es sintetizada por neuronas hipotalámicas y liberada a los vasos porta-hipofisarios por donde llega a la hipófisis para estimular la secreción a la circulación general de dos hormonas hipofisarias; LH (Hormona Luteinizante) y FSH (Hormona Folículo Estimulante) (Ungerfeld, 2002).

### *Gonadotropinas Hipofisarias*

Las gonadotropinas, como su nombre lo indica, juegan un papel muy importante en la estimulación de las gónadas; son los principales mediadores del sistema nervioso central sobre las actividades endócrinas y gametogénicas de las gónadas (Ungerfeld, 2002). Estas hormonas son liberadas por las células gonadotropas del lóbulo anterior de las hipófisis, siendo las más importantes la Hormona Folículo Estimulante (FSH) y la Hormona Luteinizante (LH) (Senger, 2005). La FSH y LH son glicoproteínas formadas por dos subunidades proteicas diferentes llamadas alfa y beta. La alfa es idéntica en FSH y LH de distintas especies (Hafez, 1996), mientras que la subunidad beta es específica de cada hormona en cada especie, determinando así la actividad biológica de cada hormona (Pierce y Parsons, 1981. Citado por Ungerfeld, 2002). El peso molecular de cada hormona es de aproximadamente 32000 daltons, teniendo cada subunidad un peso aproximado de 16000 daltons. Por si mismas, las subunidades alfa y beta de cualquiera de estas hormonas carecen de actividad biológica (Hafez, 2002).

*Hormona foliculoestimulante (FSH).* La FSH estimula el crecimiento y maduración del folículo ovárico. Por si misma no causa la secreción de estrógeno por el ovario, pero en presencia de LH estimula la producción de estrógenos por éste (Hafez, 2002). La células de la granulosa son las que poseen receptores para FSH y producen además de estradiol otra hormona llamada inhibina que actuará junto con el estradiol suprimiendo la liberación de FSH por la hipófisis (Bó y Caccia, 2009).

*Hormona Luteinizante (LH).* Las concentraciones tónicas o basales de LH actúan conjuntamente con las de FSH para inducir la secreción de estrógeno a partir de los folículos (Hafez, 2002). Las células de la teca interna contienen receptores de LH y mediante estímulo producen andrógenos, estos pasan luego a través de la membrana basal a las células de la granulosa, donde mediante acción de la FSH se induce la aromatización de estos andrógenos para transformarse en estrógenos que son liberados al antro folicular y de allí a la circulación general (Bó y Caccia, 2009). La oleada preovulatoria de la LH causa la rotura de la pared folicular y la ovulación (Hafez, 2002). Además, este pico preovulatorio inducirá la activación del ovocito, el cual reanuda la meiosis y completa la primera división celular (Ungerfeld, 2002).

#### → *Esteroides gonadales*

Los esteroides son aquellas moléculas derivadas del colesterol, el cual es un lípido derivado del acetato producido por muchos tejidos del organismo (Ungerfeld, 2002). El ovario sintetiza dos tipos principales de esteroides: estrógenos y progestinas, de 18 y 21 carbonos respectivamente, los que causan una gran variedad de respuestas fisiológicas en los tejidos blanco (Hafez, 2002).

*Estrógenos.* En animales no preñados los estrógenos son secretados por folículos antrales mientras que en los preñados son secretados por la unidad feto-placentario (Ungerfeld, 2002). El estradiol (E2) es el principal estrógeno metabólicamente activo. Los estrógenos son llevados por proteínas de unión en la circulación general y actúan a nivel del SNC para inducir el comportamiento de celo en la hembra, sin embargo, en algunas especies como la vaca son necesarias pequeñas cantidades de progesterona para inducir dicha conducta (Hafez, 2002).



*Progestágenos.* La progesterona (P4; hormona de la preñez), es la principal secreción del cuerpo lúteo. Ésta induce muchas respuestas como ser: estimular la hipertrofia de las glándulas endometriales, desarrollar el tejido alveolar de las glándulas mamarias, estimular la actividad secretoria del oviducto y de las glándulas endometriales, estimular el comportamiento estral en combinación con los estrógenos, bloquear la motilidad uterina y regular la secreción de gonadotrofinas (Hafez, 2002).

→ *Prostaglandinas*

A diferencia de otras hormonas, las prostaglandinas (PG) no se localizan en ningún tejido en particular. La mayor parte de ellas actúan localmente en el sitio de producción, por medio de una acción paracrina (Bó y Caccia, 2009). Existen muchas clases de prostaglandinas, aunque desde el punto de vista reproductivo las de mayor importancia son la prostaglandina F2 $\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ) y la prostaglandina E2 (PGE2). La PGF2 $\alpha$  es liberada por el útero y juega un papel muy importante en regular la vida del cuerpo lúteo (Luteólisis) (Ungerfeld, 2002).

→ *Gonadotrofinas coriónicas*

Durante la preñez temprana (día 40-140) la yegua produce una gonadotrofina llamada Gonadotrofina Coriónica equina (eCG) anteriormente conocida como Gonadotrofina del Suero de la Yegua Preñada (PMSG). La eCG es la hormona glicoprotéica con mayor contenido de carbohidratos (45%) siendo su peso molecular de 68000 daltons (Ungerfeld, 2002). Contiene gran cantidad de ácido siálico lo que alarga la vida media de la misma (varios días) (Hafez, 2002). Debido a su gran tamaño, la molécula de eCG no atraviesa el filtro renal, lo que también alarga su permanencia en la circulación (Ungerfeld, 2002). Esta hormona estimula el desarrollo de los folículos ováricos, alguno de los cuales ovula, pero la mayor parte forma un folículo luteinizado a causa de la acción tipo luteotropina de la eCG. Estos cuerpos lúteos accesorios producen progestágenos importantes para el mantenimiento de la preñez en la yegua. La eCG se aísla de sangre de yegua preñada y tiene efectos biológicos tanto de FSH como de LH; los primeros son los dominantes (Hafez, 2002).

## **Tratamientos hormonales para la sincronización de los celos e inducción de la ovulación**

La proporción de vacas que se logra preñar al inicio de la temporada de servicios estará determinando la distribución de partos del siguiente año. Para un sistema de cría es de gran importancia obtener un gran número de partos en la “cabeza de parición”, lo que conlleva importantes beneficios durante el próximo año tanto sobre las vacas de cría como sobre los kilos de ternero destetado (Menchaca et al., 2005). Sin embargo, como ya se ha discutido, las vacas criadas en condiciones pastoriles presentan una alta incidencia de anestro posparto lo que alarga el intervalo parto-concepción y como consecuencia afecta negativamente el desempeño reproductivo. De esta manera, las técnicas usadas para adelantar el reinicio de la ciclicidad en el período posparto pueden ser de gran impacto en la producción de carne (Cutaia et. al, 2007).

La inducción y sincronización de la ovulación es uno de los métodos que permite disminuir este período, lo que conlleva a un aumento significativo del número de animales preñados al comienzo del servicio, acortándolo y mejorando así la productividad del rodeo. Como consecuencia de lo anterior, la parición concentrada permite además una mayor supervisión de la misma lo que posibilita disminuir las pérdidas neonatales, así como también una mejor previsión y utilización de los recursos alimenticios (Alberio, 2001). No sólo esto sino que también, la inducción y sincronización de la ovulación permite el uso de IA, lo que es útil en los programas de mejoramiento genético para la introducción de genes en la población.

Es importante establecer la diferencia entre inducir y sincronizar celos. En lo referente a la inducción de celos, el efecto más importante se ve reflejado en la vaca con cría, ya que el anestro posparto y la ausencia de celos que caracterizan a esta categoría reducen su productividad y a su vez permite incorporar las categorías adultas a un programa de IA (realizada particularmente en vaquillonas por razones de manejo), lo cual no solo aumenta la cantidad de animales que pueden ser inseminados, sino que también incorpora categorías que pueden expresar mejor

alguna de las características que se desean transmitir. En contrapartida, la principal y original motivación para el uso de la sincronización o agrupación de celos es la de corregir situaciones en las que de otra manera sería imposible realizar la IA (campos con monte, falta de porteros, instalaciones, falta de personal, etc.) o también para facilitar su aplicación en situaciones en que la detección de celos es dificultada por el manejo del sistema (Alberio, 2001).

Mapletoft et al. (2005) señalan que la detección de celo lleva mucho tiempo y mano de obra, depende de las influencias ambientales y suele ser ineficiente e imprecisa. Por lo tanto, el desempeño reproductivo puede ser malo al realizar inseminación artificial (IA) luego de la detección de celo. Por esta razón, programas de tratamientos que sincronizan tanto la emergencia de una nueva onda folicular como la ovulación y que utilizan la IA a tiempo fijo (IATF) sin detección de celo, pueden resultar en un desempeño reproductivo satisfactorio. Otra alternativa tecnológica que puede ser implementada, bajo determinadas condiciones, es la introducción de estos programas de inducción y sincronización de celos en rodeos de cría manejados con servicio natural lo cual estaría comprobado (Callejas, 2007) que mejora la eficiencia reproductiva de los mismos.

El control de eventos reproductivos puede lograrse a partir de la administración farmacológica de agentes biológicamente activos, los cuales están basados o son hormonas naturales que la hembra bovina produce y libera en diferentes momentos de su ciclo estral (Cline, 2002). Varios procedimientos de control del amamantamiento así como también tratamientos hormonales, han sido utilizados para inducir la ovulación y ciclicidad de vacas en anestro posparto (Baruselli et. al, 2004). La mayoría de los tratamientos hormonales se basan en una combinación de GnRH/PGF2 $\alpha$ /GnRH (Ovsynch) o en la utilización de dispositivos liberadores de P4 asociados con Benzoato de Estradiol (BE) (Baruselli et al., 2004). La mayoría de los sistemas de sincronización e inducción emplean un método para: 1) controlar el desarrollo de la onda folicular; 2) prevenir la ovulación prematura en vacas cíclicas y promover la ovulación en vacas en anestro (logrado a través de la suplementación con P4); 3) provocando la regresión del cuerpo lúteo en vacas cíclicas o de folículos

luteinizados en vacas en anestro; y 4) sincronizando el celo y/o la ovulación al final del tratamiento (Lucy, 2008).

- **Sincronización de la ovulación: tratamientos con GnRH y PG**

La GnRH sintética estuvo disponible en la década del 70' como tratamiento para los quistes foliculares (Drost y Thatcher, 1992). Posteriormente, su aplicación fue admitida para sincronizar la ovulación y la inseminación en vacas de carne repetidoras, mejorando así la fertilidad de las mismas. Al mismo tiempo, la utilización de GnRH se expandió a otras especies en el intento de estimular el desarrollo folicular y la ovulación (Drost y Thatcher, 1992). Macmillan y Thatcher (1991) publican un trabajo con GnRH donde concluyeron que la inyección de una sola dosis de 10 µg de Buserelina, un agonista de la GnRH, administrado en el día 12 del ciclo estral, induce la ovulación del folículo dominante y altera también el tamaño posterior de los folículos en los ovarios de alguno de los animales. A su vez, el tratamiento con Buserelina aumentó el número de folículos categorizados por los autores como "nubosos" y disminuyó el número de folículos claros. La clasificación como "nubosos" hace referencia a los folículos que contenían material floculento o que su membrana basal estaba poco delimitada. La inducción de un aspecto "nuboso" fue asociada a la inducción de la luteinización de esos folículos.

En bovinos con un folículo dominante en crecimiento (al menos de 10 mm de diámetro), el tratamiento con GnRH induce la ovulación y la formación de un CL nuevo o accesorio, con la emergencia de una nueva onda folicular aproximadamente 2 días después del tratamiento (Pursley et. al, 1995). Pursley et al. (1995), desarrollaron un esquema de sincronización de ovulación con GnRH para IATF denominado Ovsynch. La primera inyección de GnRH es seguida de una inyección de PG 7 días más tarde y una segunda inyección de GnRH 48 horas posteriores a la PG. La IATF se realiza de 0 a 24 horas (lo óptimo es 16 a 18 horas) después de la segunda GnRH (si se insemina a las 0 horas se denomina Cosynch). El tratamiento con PG 6 días (Twagiramungu, 1995) o 7 días (Pursley, 1995) después de la GnRH resulta en la ovulación del nuevo folículo dominante, especialmente cuando se administra una

segunda inyección de GnRH 36-48 horas después de la PG (Thatcher et. al, 1993). Sin embargo, la respuesta reproductiva de un protocolo Ovsynch asociado a una IATF se ve influenciada por el estadio del ciclo estral al momento del inicio del programa (Moreira et al., 2000). Estos autores comprobaron que la fase del ciclo estral en la cual se obtienen las mejores tasas de preñez en un programa Ovsynch + IATF son en la fase luteal que va de los días 5 a 10 del ciclo, donde se encuentra un CL bien desarrollado. En concordancia con lo anterior, se ha demostrado que el estadio del ciclo estral al momento del inicio del programa Ovsynch entre los días 1 y 4 o los días 13 y 17 del ciclo tuvieron tasas de preñez mucho más bajas que los que iniciaron en otros momentos (ej. 20 vs 50%, respectivamente) (Thatcher, 2000. Citado por Mapletoft et. al, 2005). Esto se debe a que cuando se comienza con el Ovsynch durante el metaestro el folículo dominante puede que sea muy pequeño como para responder a la primera inyección de GnRH. Es necesario para esto recordar que los folículos dominantes adquieren receptores para LH después de haber sido seleccionados, cuando su diámetro es superior a 8,5 mm. Por lo tanto, luego de 7 días, al momento de inyectar la PG, ese folículo probablemente haya regresado y una nueva onda folicular esté emergiendo y para la segunda dosis de GnRH (48 horas después), habrá otro folículo dominante pequeño que no responderá con ovulación al tratamiento. Si el Ovsynch es iniciado durante los días 13 a 17 del ciclo estral, es muy probable que el folículo de la segunda o tercer onda folicular sea muy pequeño como para responder con ovulación, mientras que la luteólisis espontánea y regular de cada ciclo haría que la hembra tratada comenzara su estro y ovulara antes de lo previsto (para la IATF) (Bó, 2009). Este protocolo se adapta mejor a animales con dos ondas foliculares por ciclo que aquellos con tres ondas. Esto se explica ya que, en vacas de dos ondas aumentan las posibilidades de que más animales tengan un folículo dominante en el momento de la primera inyección de GnRH, particularmente en los días 14-17 del ciclo, debido a que los animales con tres ondas estarán en la emergencia o dominancia temprana de la tercera onda durante éste período del ciclo (Roche y Diskin, 2005).

El protocolo Ovsynch ha sido mucho más eficaz en vacas lecheras en lactancia, pero no ha tenido los mismos resultados en vaquillonas (Pursley et al., 1995). La baja

efectividad del Ovsynch en ésta categoría puede deberse a que presentan un recambio folicular más rápido que las vacas en lactancia (Pursley et al., 1995) y a una alta frecuencia de ciclos de tres ondas (Savio et al., 1988. Citado por Moreira et al., 2000).

A pesar de los resultados satisfactorios para vacas de leche, los tratamientos con GnRH/PGF2 $\alpha$ /GnRH han presentado resultados inconsistentes en vacas de carne, probablemente debido al número variable de vacas en anestro (Baruselli et. al, 2004).

Tratamientos que usan dispositivos de P4 y BE han tenido aparentemente resultados más consistentes que los programas Ovsynch, sin embargo, los porcentajes de preñez son menores en hembras que presentan altos porcentajes de anestro y moderada a baja CC (Baruselli et. al, 2004).

#### -> • **Simular una fase luteal corta: tratamientos con P4**

Aparentemente, cantidades subluteales de P4 exógena en vacas posparto amamantando imita las concentraciones circulantes de P4 observadas durante los ciclos cortos, y permite la maduración final del folículo dominante, seguido por un ciclo de duración normal y la restauración de la actividad cíclica (Yavas y Walton, 2000b). Tratamientos con P4 exógena en vacas posparto amamantando permiten por un lado mantener el desarrollo del folículo dominante hasta la maduración final y su ovulación luego de la remoción del dispositivo, y por otro, prolongar la vida media del CL resultante de la ovulación del folículo dominante mantenido, iniciando de esta manera la actividad cíclica posparto (Yavas y Walton, 2000b).

#### *Tipos de dispositivos de P4*

Un tratamiento comúnmente usado para el acortamiento del anestro posparto es mediante la inserción de implantes subcutáneos de norgestomet o dispositivos intravaginales que liberan P4. Estos tratamientos mantienen elevadas las concentraciones de P4 (niveles subluteales) por un período establecido, provocando un aumento en la frecuencia de pulsos de LH, promoviendo el crecimiento folicular,

maduración del folículo dominante y su capacidad ovulatoria (Baruselli et. al, 2003). Además, sensibiliza el sistema genital y evita la formación de un CL de vida media corta (Rivera et al., 1998. Citado por Cutaia et al., 2007). Los implantes subcutáneos de Norgestomet contienen un potente progestágeno sintético que es utilizado de forma de implante subcutáneo impregnado con 3 mg (Crestar®) del principio activo. El primer implante que surgió en el mercado fue el Syncromate B®, el cual contiene 6 mg de Norgestomet (Becaluba, 2006). Estos implantes se aplican en la cara dorsal de la oreja del animal, permaneciendo por 9 días. Cuando se coloca el implante se administran 5 mg de Valerato de Estradiol y 3 mg de Norgestomet, el primero para promover la luteólisis de un eventual cuerpo lúteo y sincronizar la onda de crecimiento folicular y el segundo con el intento de promover altas concentraciones de Norgestomet en el inicio del tratamiento, promoviendo con esto de inmediato el bloqueo hipotalámico-hipofisario (Becaluba, 2006).

Por otro lado, existen actualmente en el mercado diferentes dispositivos intravaginales con P4 (PRID®, Sanofi; CIDR-B®, Pfizer; DIB®, Syntex; Cue-Mate®, Bioniche; Cronpires®, Biogénesis-Bagó; Prociclar®, Zoovet y Dispocel max®, Fatro) para ser utilizados en programas de sincronización de celos. Los PRID® son espirales que contienen 1,55 g de P4 y son los más antiguos. Los CIDR-B® fueron desarrollados en Nueva Zelanda y contienen 1,9 g (Argentina) o 1,38 g (USA y Uruguay) de P4. Los DIB® y los Cronpires® son dispositivos fabricados en la Argentina que contienen 1 g de P4. Además ahora hay dispositivos para un solo uso que contienen 0,5 g de P4 (DIB® 0,5, Syntex), 0,56 g de P4 (Cronpires®, Biogénesis-Bagó) o 0,75 g de P4 (Prociclar®, Zoovet) (Bó, 2009). Existen también esponjas artesanales de poliuretano impregnadas en Acetato de Medroxiprogesterona (MAP), las cuales se colocan en la vagina con ayuda de un vaginoscopio permaneciendo allí por 7 días. Éstas tienen un costo sensiblemente menor a otras fuentes de P4 a la vez que da una respuesta similar a otros tratamientos (Cavestany, 2000).

→ *Duración del tratamiento con dispositivos de P4*

Uno de los primeros trabajos que utilizan P4 exógena como inductor de la ovulación en el posparto temprano de vacas de cría amamantando, son reportados por McMillan et al. (1995). En un ensayo llevado a cabo por estos autores concluyen que, un tratamiento con P4 de corta duración (5 días) fue suficiente para inducir la ovulación en el posparto temprano en la mayoría de las vacas. Sin embargo, este tratamiento es inadecuado para inducir celos coincidentes y una ovulación temprana. En la actualidad, los métodos más utilizados para inducir la ovulación en vacas en anestro posparto incluyen la utilización de un tratamiento de 7 a 12 días con P4 o progestágeno (Alberio, 2001).

Se han desarrollado varios protocolos de sincronización de celos utilizando dispositivos con progestágenos o P4, aunque la fertilidad disminuye con los tratamientos de más de 14 días o con tratamientos cortos comenzando en la fase luteal tardía (después del día 14). La baja fertilidad con los tratamientos largos, así como con los tratamientos cortos iniciados en la fase tardía del ciclo estral ha sido adjudicada al mantenimiento de un folículo dominante por mucho tiempo y la ovulación de un ovocito envejecido (Bó, 2009). Biondini et al. (2011) trabajando con vaquillonas Angus concluyeron que los dispositivos pueden permanecer colocados durante 7 u 8 días sin afectar la eficiencia reproductiva.

- **Evitar formación de folículos persistentes: tratamientos con P4 y E2**

Según un estudio realizado por Rhodes et al. (2002), el tratamiento con P4 en vacas en anestro incrementa los pulsos de liberación de LH pero induce el desarrollo de folículos persistentes. Sin embargo, la inyección de Benzoato de Estradiol (BE) asociada a un tratamiento con P4, promueve la regresión folicular seguida de la emergencia de una nueva onda, tanto en vacas en anestro como en vacas cíclicas. Antes del advenimiento de la PG, el estradiol se administraba (cerca del comienzo de un tratamiento con progestina de corta duración) para inducir la liberación endógena de PG y la luteólisis (Odde, 1990). Con la administración de E2 al comienzo de un tratamiento con P4 la probabilidad del desarrollo de un folículo persistente se redujo y a pesar de que las tasas de preñez varían ampliamente, los resultados han



sido en general aceptables. Además, estos tratamientos generalmente resultan en preñeces en bovinos prepúberes o posparto anovulatorios, especialmente si están cercanos a iniciar la ciclicidad en forma espontánea (Odde, 1990). El mecanismo incluye la supresión de las concentraciones circulantes de FSH. El tratamiento con un E2 de corta acción (ej., estradiol-17) en vacas tratadas con progestina es seguido de la emergencia de una nueva onda, 3 a 5 días más tarde, sin importar el estadio del ciclo estral al momento del tratamiento (Mapletoft et al., 2005). Con respecto a las formas de E2 disponibles para su utilización existen varias, como ser 17 $\beta$  estradiol, Benzoato de Estradiol (BE), Cipionato de Estradiol (ECP) y Valerato de Estradiol (EV). Éstos difieren en la concentración circulante luego de una sola dosis de estrógeno, lo cual se explica por las diferencias estructurales entre cada molécula que llevan a una absorción y metabolismo diferencial entre cada uno (Souza et al. 2005).

### **Sincronización de celos e inducción de la ovulación para vacas de cría en anestro posparto asociados a IATF**

Ante una situación de anestro fisiológico y sin la presencia de problemas patológicos, diversas estrategias de intervención son planteadas para revertir el problema. Estas están centradas en la utilización de tratamientos farmacológicos con progesterona, o progestágenos y en alguna combinación válida de GnRH, PG y estradiol (Alberio, 2001). De la misma manera, Cavestany (2002) indica que los tratamientos para anestro posparto deben de estar dirigidos a aumentar la frecuencia de pulsos de LH, permitir a los folículos desarrollarse y alcanzar las etapas finales de maduración. Para ello es necesario comenzar los tratamientos con una fuente de P4 para estimular el sistema hipotálamo-hipofisario luego de lo cual se puede utilizar combinaciones hormonales que desencadenen la secuencia de eventos necesarios para lograr una ovulación (GnRH, E2, PG). El tratamiento más utilizado consiste en la administración de 2 mg de BE por vía intramuscular junto con la inserción del dispositivo de P4 en lo que se denomina día 0 del tratamiento; en el día 7 u 8, se extrae el implante y se aplica PG, 24 horas después se administra 1 mg de BE y se realiza IATF entre las 52 y 56 horas de la remoción del dispositivo (Cutaia et al., 2003; Callejas, 2005).

- **Estímulo extra para vacas de cría en anestro: tratamientos con eCG**

Los dispositivos de P4 en combinación con eCG han sido muy utilizados en vacas en anestro posparto (Cutaia et al., 2007). La adición de un tratamiento con eCG al momento del retiro del dispositivo, el cual incrementa las concentraciones de P4 en plasma y los porcentajes de preñez en vacas en anestro amamantando, quizás es útil para incrementar la performance reproductiva en estas vacas (Baruselli et al., 2004). La eCG favorece el crecimiento folicular y la ovulación y su uso también se ha mostrado como compensador en rodeos con baja tasa de ciclicidad, en animales recién paridos (período posparto inferior a 2 meses) y en animales con CC comprometida (Baruselli, 2004). Sin embargo, Cutaia et al. (2003) trabajando con vacas de razas británicas con cría, entre 60 y 90 días de paridas, con una buena CC y una ciclicidad del 60% al inicio del tratamiento, concluyeron que la administración de 400 UI de eCG en el momento de retirado el dispositivo con P4 no aumenta los porcentajes de preñez. En cambio, cuando se utilizaron vacas con pobre a moderada CC la aplicación de eCG aumentó los porcentajes de preñez sobre todo en vacas sin estructuras ováricas palpables o solo con folículos (sin un CL) al inicio del tratamiento (Cutaia et al., 2003). La adición de eCG no mejora la tasa de preñez en vacas cíclicas, pero si lo hace en las vacas en anestro (Cutaia et al., 2007). Del mismo modo, Colazo et al. (2005) (Citado por Mapletoft et al., 2005) han examinado los efectos de la inyección de eCG al momento de la inyección de PG sobre el tamaño folicular preovulatorio y fertilidad en vacas en un programa Cosynch. Este tratamiento aumentó la fertilidad, especialmente en vacas de 2 años de edad, lo cual sugiere que la eCG puede resultar de utilidad en protocolos Ovsynch o Cosynch en vacas de carne con cría, especialmente aquellas en posparto temprano o aquellas en condiciones de estrés nutricional.

- **Inducción de la ovulación con tratamientos que utilizan BE o GnRH**

Con respecto a la inducción de la ovulación previo a la IATF, varios resultados de campo en vacas (de Nava, 2008) y en vaquillonas (de Nava y Rodríguez, 2012; Menchaca y López, 2007) de carne han comprobado que la sustitución, en el protocolo antes mencionado, de la segunda dosis de BE por GnRH a las 48 h de retirado el dispositivo mejora los índices de preñez a la IATF. Al comparar, en vacas de cría, un protocolo el cual utiliza una fuente de P4 durante 7 días asociado a una inyección de BE al momento de la inserción del dispositivo, una dosis de eCG al retiro y GnRH 48 h posteriores al retiro del mismo (de Nava, 2008), con el tratamiento previamente mencionado que combina 8 días de P4 con una inyección de eCG al retiro del dispositivo y BE a la inserción y 24 h después del retiro de la fuente de P4 (Cutaia et al., 2003) se obtuvo, aunque con un reducido número de animales, una diferencia en tasas de preñez de 27.3 puntos porcentuales favorable al primero (45.5% versus 18.3%) (de Nava, 2008). Realizando esta misma comparación de protocolos, pero aplicados en vaquillonas de carne ciclando y sin la administración de eCG en ésta categoría, de Nava y Rodríguez (2012) obtuvieron para el grupo GnRH tasas de preñez más altas que el grupo BE (62,6% vs 47,7%, respectivamente). En otro ensayo realizado por Menchaca y López (2007) en el cual utilizaron 364 vaquillonas de carne (19,8% de ciclicidad) sometidas a un tratamiento para IATF con BE+P4+eCG asociado a BE a las 24h (Grupo BE) o GnRH a las 48h (Grupo GnRH) de retirado el dispositivo, se obtuvieron tasas de preñez por encima de 10 puntos superiores para el grupo GnRH (41.6%) con respecto al grupo BE (29,0%). A pesar de los ventajosos efectos en los porcentajes de preñez a la IATF obtenidos al utilizar GnRH 48 h versus BE 24 h posteriores al retiro del dispositivo de P4 para inducir la ovulación con estos protocolos, más trabajos son necesarios para aportar información sobre resultados en vacas de cría.

- **Resultados obtenidos en tasas de preñez a la IATF con la aplicación de éstos tratamientos**

En un trabajo realizado en Uruguay, Menchaca et al. (2005) evaluaron el impacto de un programa de IATF sobre la preñez obtenida en los primeros 30 días del servicio en

vacas de cría. Se trabajó con 286 vacas con CC en promedio de 3,9 y entre 60 y 100 días de paridas. Vacas primíparas y multíparas fueron sometidas a un manejo reproductivo tradicional con toros (grupo tradicional) o a un tratamiento para IATF (grupo IATF). Las vacas IATF fueron tratadas el día 0 con DIB (dispositivo intravaginal bovino, 1g de P4) y 2mg de BE; al día 8 se retiró el DIB y se administró 150µg de Cloprostenol y 400 UI de eCG; a las 24 horas se administró 1mg de BE; se realizó la IATF a las 52-56 horas de retirado el dispositivo y las vacas se incorporaron al servicio natural junto al grupo tradicional. Los terneros de ambos grupos recibieron una tablilla nasal durante los 11 días previos al inicio del servicio natural. El porcentaje de preñez fue determinado por ultrasonografía a los 30 y 60 días de los servicios. La preñez obtenida en la IATF fue de 55,6% y 64,6% para primíparas y multíparas respectivamente. Durante el primer mes de servicio la preñez en éste grupo se incrementó en forma significativa al compararlo al servicio natural con toros, siendo 76,8% en primíparas y al 85,4% en multíparas, mientras que para el grupo tradicional fue de 46,5% para primíparas y 58,3% para multíparas.

De Nava (2008) publica los resultados obtenidos en 28 programas en Uruguay durante 3 años de trabajo. Para esto considera un total de 2428 vacas con cría al pie las que reúnen las características de tener más de 50 días de paridas y de encontrarse en anestro superficial (94,8%) o ciclando (5,2%). Las mismas fueron sometidas a un protocolo de IATF aplicando un dispositivo de P4 más la inyección de 2 mg de BE al día 0; luego de 7 días es retirado el dispositivo y se aplica 800 mg de Delprostenate (PG) y 400 UI de eCG; a las 48 horas de retirado el dispositivo se administra 8 µg de Buserelina y se insemina entre las 12 y 16 horas posteriores. La tasa de preñez promedio alcanzada en estos programas fue de 57,1% con una variación de entre 40,4 y 72,1%. Según el autor los factores identificados como potencialmente importantes que afectan los resultados en estos programas son el semen utilizado (diferencias en longevidad del esperma entre toros en el tracto genital de la vaca) y los días del parto a la inseminación. La tasa de concepción alcanzada en un establecimiento tendió a ser mejor en aquellos vientres que tenían entre 50 a 80 días de paridas (61,6%) que en aquellos con sólo 40 a 49 días de paridas (54,9%) al momento de la revisión genital y comienzo del tratamiento.

Cutaia et al. (2003) analizan datos de IATF realizadas en Argentina entre los años 1999 y 2002 (n=6857) utilizando BE para sincronizar e inducir la ovulación, en vacas con cría, vacas secas y vaquillonas, cruza indicas y británicas. Se obtuvo un 54,9% de preñez general con un mínimo de 28,7% (vacas con cría con una CC de 2) y un máximo de 75% (vaquillonas con una CC de 3, en escala del 1-5).

Sin embargo, Rodríguez Blanquet (2008) afirma que los resultados del uso de progestinas por corto tiempo para inducir el reinicio de ciclos estrales de duración normal en vacas en anestro con cría al pie han tenido resultados variables con IATF. El autor trató con una progestina (MAP) a vacas de parición temprana en anestro con cría al pie (n=287) durante 2 años, 2 empresas agropecuarias, diferentes categorías, distintos intervalos desde el parto a la aplicación de la progestina y diferentes CC al momento de la aplicación del dispositivo intravaginal. Sus resultados de preñez (ecografía a los 30 días de la IATF) variaron entre 0 a 32,5%. Para este pobre resultado, según lo que opina el autor, las razones pueden ser varias; entre ellas el no haber sincronizado la onda folicular, momento del parto (temprano y tardío), el tipo de progestina usada, la duración de la exposición, número de días posparto al momento de aplicar progestina, categoría, raza y nivel nutricional. En cambio, los resultados de preñez al implementar éste tipo de tratamiento hormonal asociado a IATF mejoraron notoriamente (27 a 90%) en vacas en parición tardía (Rodríguez Blanquet, 2008). Vale destacar que para la obtención de estos datos el autor no trabaja con un protocolo claramente definido, y a su vez la metodología de trabajo es un tanto errática, lo que deja ciertas dudas acerca de la veracidad y consistencia de los resultados.

## **Tratamientos hormonales asociados a monta natural**

En función de la capacidad inductora que los tratamientos mencionados tienen sobre la actividad sexual, en Argentina se han realizado trabajos con el objetivo de evaluar el efecto que éstos tratamientos tendrían en hembras que se encuentran en servicio natural sobre su eficiencia reproductiva (Callejas, 2010).

El protocolo habitualmente utilizado en vacas con servicio natural consiste en la colocación de un dispositivo intravaginal de P4 (DISP) más la inyección de 2 mg de BE, permaneciendo colocado durante 7 u 8 días (Callejas, 2010).

Colombo et al. (2007) realizaron un ensayo en donde utilizaron DISP con 1g de P4 sin administrar BE al momento de colocarlo. Se utilizaron vacas en anestro superficial diagnosticado por palpación transrectal, observando una mejora significativa en el porcentaje de vacas preñadas en los primeros días del servicio en aquellas vacas que recibieron tratamiento hormonal (vacas con DISP: 28,3%; vacas sin tratamiento: 18,0%). El período de servicio evaluado fue de 7 días para las vacas tratadas y de 14 días para las controles. En un trabajo realizado por Callejas et al. (2007) en vacas Hereford de primera cría con ternero al pie con más de 35 días de paridas y una CC de 2.75 (escala 1-5) en promedio encontraron que, la utilización de un dispositivo intravaginal con 1 g de P4 durante 8 días más una dosis de 2 mg de BE al momento de la aplicación del mismo asociado a un servicio natural (toros al 5,4% promedio), mostró una mejora significativa en el porcentaje de preñez (33,9%) en los primeros días del servicio frente a un grupo control (10,8%) el cual no recibió tratamiento hormonal. No obstante, Callejas et al. (2008) publican un ensayo similar al anterior, pero en este caso evalúan el uso de un dispositivo intravaginal con 0,5 g de P4 sobre la eficiencia reproductiva de vacas cola de parición con ternero al pie (24 a 54 días de paridas; CC 2.5 a 3) y servicio natural. Se conformaron dos grupos al azar los cuales recibieron los siguientes tratamientos: 1) Grupo DISP: El día 0 se les colocó el dispositivo de P4 (DIB 0,5; Syntex S.A.) más 2 mg de BE (Syntex S.A.), permaneciendo colocado durante 7 días. 2) Grupo Control: No recibió tratamiento hormonal. En el día 7 las vacas se juntaron con 4% de toros durante 63 días. El diagnóstico de gestación se realizó mediante ultrasonografía a los 50 días de iniciado el servicio y a los 38 días de finalizado el mismo, para determinar el porcentaje de vacas preñadas en los primeros 20 días de servicio y al final del mismo respectivamente. Como resultado no observaron efecto del tratamiento sobre el porcentaje de preñez en los primeros 20 días del servicio ( $p > 0,05$ ); no obstante, el porcentaje de preñez final fue significativamente superior en el grupo de vacas que recibieron dispositivo de P4 ( $p = 0,005$ ). Según los autores es difícil encontrar una explicación a la falta de efecto

del tratamiento en los primeros días de servicio; sin embargo es probable que se hayan inducido ovulaciones seguidas de formación de un CL de corta duración que permitió reactivar sexualmente al grupo que recibió el dispositivo en mayor proporción que aquellas que no recibieron tratamiento hormonal. En concordancia con el ensayo anterior y utilizando el mismo tratamiento, Echevarría et al. (2009) tampoco observaron una mejora en la eficiencia reproductiva cuando se colocaba un DISP de 0,5 g de P4 más 2 mg de BE en comparación con un grupo sin tratamiento hormonal y servicio natural con toros al 4%.

En un trabajo realizado por González Chaves et al. (2010) en el cual compara el tratamiento base de colocación de un DISP de 1 g de P4 y una sola inyección BE al mismo momento (BE-DISP), con uno similar pero con el agregado de una segunda dosis de BE al momento del retiro del DISP (BE-DISP-BE), se encontró que el uso del BE al momento del retiro del dispositivo no produjo mejora en el porcentaje de preñez (63,5% grupo BE-DIPS; 39,4% grupo BE-DISP-BE). Sin embargo, Callejas et al. (2009), al realizar un ensayo utilizando el mismo tratamiento que el anterior en vacas con cría al pie, con la salvedad de que el dispositivo de P4 utilizado contenía 0,558g de P4 y que se le suma un grupo control sin tratamiento hormonal encontraron que solamente se mejoró el porcentaje de preñez en aquellas vacas que recibieron el BE al retiro del dispositivo. Grigera et al. (2009) realizaron un trabajo similar al descrito precedentemente (DISP con 0,558g de P4) con la diferencia que el BE final en el grupo BE-DISP-BE fue administrado a las 24 horas de retirado los dispositivos y encontraron, al igual que Callejas et al. (2009), una mejora en las tasas de preñez sólo cuando se administra BE luego del tratamiento con P4.

En síntesis, el uso de un dispositivo con 1 g de P4 más la administración de 2 mg de BE al momento de su colocación constituye una herramienta que permite mejorar los porcentajes de preñez en los primeros días luego de retirado el dispositivo en vacas que se encuentran en anestro y reciben un servicio natural. En cambio, cuando se utilizan dispositivos intravaginales de 0,5 o 0,558 g de P4 solo mejorarían los índices de preñez cuando se combinan con dos dosis de BE, una al momento de colocarlos y otra al finalizar el tratamiento (Callejas, 2010). Sin embargo, más trabajos serían necesarios para afirmar dicho concepto.

El uso de dispositivos intravaginales con P4 es ampliamente utilizado para controlar el ciclo estral e implementar programas de IATF (Cutaia et al., 2003; Menchaca et al., 2005; de Nava, 2008) y a su vez mejora la eficiencia reproductiva de vacas en servicio natural (Callejas, 2005; Callejas et al., 2007; Colombo et al., 2007; Callejas et al. 2009; Grigera et al., 2009; González Chaves et al., 2010).

González Chaves et al. (2010) realizaron un trabajo con el objetivo de evaluar, por un lado, si es posible mejorar la eficiencia reproductiva de vacas con servicio natural si al protocolo ya evaluado (Callejas, 2007) se le adiciona una segunda inyección de BE a las 24 horas de retirado el DISP. Mientras que por otro lado, si la implementación de IATF mejora más aún los resultados reproductivos. Se utilizaron vacas Angus, cruzas y Brangus con una CC 3,0 aproximadamente (escala del 1 al 5), un rango posparto de 30 a 74 días y sin presencia de CL al comienzo del tratamiento. Se distribuyeron aleatoriamente en 4 grupos: G1) BE DISP IATF SN; día-10 se colocó un dispositivo con 1 g de P4 y se inyectó 2 mg de BE. El día -2 se retiró el dispositivo y se administró vía im 2 µg de D-Cloprostenol. El día -1 se inyectó im 1 mg de BE. El día 0 se realizó IATF a las 52-54 h de retirado el dispositivo. A los 10 días los animales se unieron con los de los otros grupos y recibieron SN. G2) BE DISP SN; el día -10 se colocó dispositivo con 1 g de P4 y una inyección de 2 mg de BE im. El día -2 se retiró el dispositivo. El día 0 comenzó el SN. G3) BE DISP BE SN; ídem tratamiento anterior más la inyección de 1 mg de BE im el día -1. G4) Control; no recibió tratamiento hormonal, comenzando el SN el día 0. Para el SN se utilizó un 7% de toros aptos sanitariamente y de probada fertilidad; para la IATF se utilizó semen congelado/descongelado proveniente de un toro de probada fertilidad. El diagnóstico de gestación se realizó el día 62. Se observó un mayor porcentaje de preñez en los primeros 19 días de servicio en los grupos BE-DISP-IATF-SN (71,4%) y BE-DISP-SN (63,5%) con respecto a los grupos BE-DISP-BE-SN (39,4%) y Control (35,6%). En el período siguiente (20 a 34 días de servicio), las vacas del grupo Control se preñaron en mayor proporción que las de los G1 y G2. La preñez final (34 días de servicio) no difirió entre grupos. Se concluye que vacas con cría, sin CL, el uso de un DISP con 1 g de P4 seguido de una IATF permite aumentar el número de vacas preñadas en los primeros días del servicio natural, y que este efecto también se observa cuando se coloca un DISP junto con una inyección de BE y sólo se realiza



monta natural. Al analizar los datos obtenidos en este ensayo se puede observar la falta de diferencias significativas en el porcentaje de preñez entre los grupos BE-DISP-IATF y BE-DISP.

Si bien alguno de estos ensayos fueron llevados a cabo en condiciones similares a las de nuestro país, inevitablemente se hacen necesarios trabajos que esclarezcan el desempeño de éste tipo de manejo bajo nuestras condiciones de producción, ya que no se encontró en la bibliografía, trabajos similares reportados en el Uruguay.

### **Impacto en los sistemas de producción al aplicar tratamientos para la sincronización e inducción de la ovulación en vacas posparto asociados a monta natural o IATF**

Los programas de sincronización e inducción de la ovulación seguidos de monta natural (Callejas, 2005; Callejas et al., 2007; Colombo et al., 2007; Callejas et al. 2009; Grigera et al., 2009; González Chaves et al., 2010) o IATF (Menchaca et al., 2005; Cutaia et al., 2007; de Nava, 2008) aplicados al inicio del periodo de entore permiten obtener mayores porcentajes de preñez los primeros días de servicios, que se verá reflejado en una curva de partos concentrados durante la primeras semanas. Sin duda una de las principales ventajas de la implementación de un programa de IATF en un rodeo de cría se ve reflejada en el peso de los terneros al destete, obteniéndose terneros más pesados (Cutaia et al., 2003) debido fundamentalmente al hecho de que en el primer día de servicio se parte con alrededor del 50% de los vientres preñados y esto indudablemente aumenta la cabeza de parición al año siguiente (Cutaia et al., 2007). Además, el peso de los terneros se incrementa debido al progreso genético logrado por utilizar una genética superior (Cutaia et al., 2003; Cutaia et al., 2007). El impacto de la IATF ha demostrado ser igualmente eficiente en diferentes planteos de cría en distintas zonas de la Argentina y Brasil (Bó y Baruselli, 2002. Citado por Cutaia, 2007), así como también lo ha sido en nuestro país (de Nava, 2008). En Uruguay, se ha reportado que la aplicación de un programa de IATF en vaquillonas de carne coincidente con el primer día de la estación reproductiva,

provocó un incremento en el peso de los terneros destetados de las vacas de primera cría de 13,5 Kg (de Nava, 2008) a consecuencia de una parición más concentrada en el grupo IATF cuando eran vaquillonas. En Argentina, utilizando datos de pariciones ocurridas en los años 2001 y 2002, se diseñó un experimento con el objetivo de evaluar el impacto de la aplicación de IATF en el peso al destete de los terneros provenientes de servicio natural con el de terneros provenientes de IATF. Los terneros del grupo IATF fueron más pesados al destete que los terneros del grupo SN. Parte de esta diferencia (machos=19,5 kg y hembras=21,3 kg) fue atribuida a que los terneros del grupo IATF nacieron más temprano que los terneros del grupo SN. Por otra parte hubo un incremento en el peso de los terneros machos de 16,5 kg y en las hembras de 10,9 kg producto de que en la IATF se utilizaron toros superiores a la media del rodeo para peso al destete, lo que produjo un avance genético en los terneros producidos de IATF (Cutaia et al., 2003). De igual manera, en Argentina en el año 2004 se evaluó lo mismo que en los años 2001 y 2002. En esta ocasión también se encontró que los terneros del grupo IATF fueron más pesados al destete que los terneros provenientes de servicio natural. En este ensayo se encontró que la diferencia atribuida a que los terneros del grupo IATF nacieron más temprano que los terneros del grupo SN fue de 18,3 kg. Mientras que el incremento en el peso de los terneros de producto de que en la IATF se utilizaron toros superiores a la media del rodeo para peso al destete fue de 10,4 kg (Cutaia et al., 2007).

# HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

## Hipótesis

La utilización de programas de manejo reproductivo con sincronización de ovulaciones e inseminación artificial a tiempo fijo resulta en mayor porcentaje de preñez en menor tiempo, mejorando la eficiencia reproductiva en vacas de carne con cría al pie.

## Objetivos

### *General*

Evaluar el porcentaje de preñez obtenido luego de la aplicación de diferentes tecnologías de manejo reproductivo al inicio de la época de servicios en vacas de cría con ternero al pie.

### *Específicos*

Comparar el porcentaje de preñez en vacas sometidas a un manejo reproductivo tradicional con un programa de inducción y sincronización de las ovulaciones seguido de monta natural o inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).

Comparar el porcentaje de preñez logrado al inicio, a la mitad y al final de la estación de servicios según la tecnología reproductiva aplicada al comienzo de la misma.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el establecimiento "Barracas", ubicado en el kilómetro 299 de la ruta nacional número 6, paraje Caraguatá, en la 15ª sección policial de Tacuarembó, entre el 7 de diciembre de 2011 y el 30 de marzo de 2012. Fueron utilizadas un total de 308 vacas de cría con ternero al pie (27,2% primíparas), de las razas Aberdeen Angus, Hereford y sus cruizas, entre 40 y 70 días de paridas, con una CC promedio de 3,38. Las mismas fueron divididas al azar conformando tres grupos; grupo testigo (GT), grupo sincronización de celos más monta natural (GSMN) y grupo sincronización de celos más inseminación a tiempo fijo (GIATF).

De los 308 animales seleccionados, durante el transcurso del ensayo se eliminaron 16 vacas de modo tal que para el análisis de los resultados se tomaron en consideración los registros obtenidos de 292 animales. Las causas de eliminación fueron errores al momento de la aplicación de alguno de los tratamientos (8 vacas) y la ausencia de diagnóstico de gestación en alguna de las 3 instancias en que este fue realizado (8 vacas).

En el día -10 (IATF=día 0) se evaluó, para los tres grupos, la condición corporal utilizando una escala del 1 al 8 (1 = extremadamente flaco, 8 = extremadamente gordo) (Vizcarra, 1989) y el estado ovárico por medio de palpación rectal (Grunert y Berchtold, 1988) clasificando a los animales en tres categorías: anestro profundo (AP), anestro superficial (AS) y ciclando (CL). Los animales categorizados como AP eran aquellos carentes de estructuras palpables a nivel ovárico y cuernos uterinos sin tono; AS, aquellos con folículos pequeños a nivel ovárico, poco apreciables a la palpación y cuernos uterinos pudiendo presentar cierto grado de tonicidad; y CL, eran aquellos con folículos fácilmente palpables, presencia de cuerpo lúteo (o posible cuerpo lúteo) a nivel de ovarios, y cuernos uterino con tono considerable. Ese mismo día (-10), a los grupos GSMN Y GIATF les fue aplicado un dispositivo intravaginal monodosis conteniendo 750 mg de P4 (ProCiclar, Laboratorio Zoovet, Argentina), recibiendo al mismo tiempo 2 mg intramuscular de BE (Benzoato de Estradiol, Laboratorio Zoovet, Argentina). A su vez el día -10, se le realizó un destete temporario por medio de la utilización de tablillas nasales a todos los terneros de las

vacas del ensayo (GT, GSMN y GIATF) durante 10 días. A partir de este momento cada grupo fue separado y destinado a potreros diferentes y distantes, intentando asegurar similares condiciones ambientales, con el objetivo de evitar interacciones como una posible bioestimulación, así como para facilitar el manejo de cada grupo. Por la tarde del día -3 se efectuó el retiro de los dispositivos a los grupos GSMN y GIATF y se les administró 150 µg intramuscular de D Cloprostenol (Ciclar; Laboratorio Zoovet) y 400UI de eCG (Biogón, Laboratorio Biogénesis-Bagó, Uruguay). A continuación se procedió a la introducción de toros de alta capacidad de servicio (alta CS: 4 a 6 servicios en 20 minutos) en los grupos GT y GSMN, a razón de 2,8% (3 toros para 106 vacas) y 7,3% (8 toros para 109 vacas) respectivamente. Entre las 6:30 y 7:30 de la mañana del día -1, se detectó celo durante una hora en el GIATF, siendo por la tarde inseminados todos los animales que mostraron celo esa mañana. A los restantes animales pertenecientes al grupo antes mencionado se les administró 8 µg intramuscular de acetato de buserelina (Progerelin; Laboratorio Nanokem, Uruguay), entre las 4:00 y 5:00 PM. El día 0 se llevó a cabo la inseminación de las vacas que aún no habían sido inseminadas pertenecientes al GIATF, la cual fue realizada entre las 6:00 y las 7:00 AM. Para la misma se utilizó semen de seis toros de probada fertilidad de las razas Hereford y Aberdeen Angus, teniendo en cuenta para su elección la raza de la hembra a inseminar. De manera tal que las vacas Hereford fueron servidas con semen Aberdeen Angus y viceversa, mientras que las cruzas con uno u otro, indistintamente, favoreciendo así el cruzamiento de ambas razas con el objetivo de obtener un mayor vigor híbrido de la progenie. Un mismo técnico inseminador efectuó todos los servicios. En la misma jornada fueron retiradas las tablillas nasales de la totalidad de los terneros.

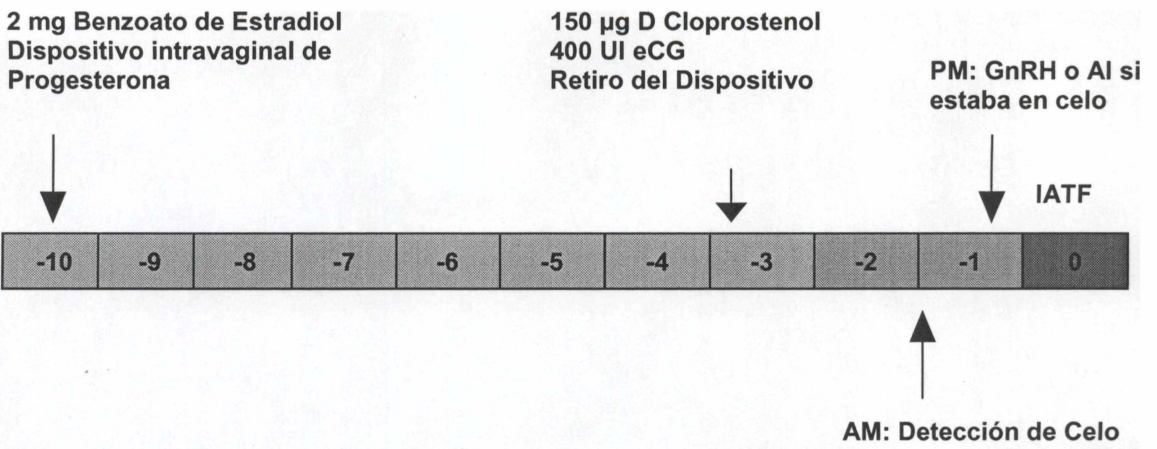


Figura 2: Esquema del protocolo realizado al grupo GIATF

A partir del día 7 los tres grupos se manejaron en conjunto, en un mismo potrero, continuando el servicio mediante la utilización de toros a razón de 3% (9 toros para 298 vacas). A los 42 días post inseminación se efectuó el primer diagnóstico de gestación mediante el uso de ultrasonografía transrectal (Draminski, sonda de 5.0 MHz, Animal Profi), donde se obtuvo la tasa de preñez en los primeros 12 días del servicio; también se evaluó el estado ovárico mediante palpación rectal, categorizando las vacas como preñadas, CL, AS o AP. A los terneros de las vacas diagnosticadas en anestro superficial se les realizó un destete temporario, mediante la aplicación de tablillas nasales durante 12 días, mientras que los terneros de las vacas que permanecían en anestro profundo fueron sometidos a un destete precoz. Para la práctica de este manejo, a los terneros se les asignó una ración para destete precoz a razón del 1% de su peso vivo, lo que equivale a aproximadamente 100 kg de esta misma ración durante este período (Simeone y Beretta, 2008). A los 30 días posteriores al primer diagnóstico de gestación se realizó un segundo diagnóstico de gestación, donde se obtuvo la tasa de preñez acumulada en los primeros 42 días del servicio. También se realizó otra evaluación del estado ovárico, con las mismas características metodológicas que el primero. Al día siguiente se efectuó el retiro de los toros del rodeo dando por finalizado el entore 2011-2012, completando 76 días de servicio natural en los grupos GT y GSMN y 66 días en el grupo GIATF. A los 30

días de retirados los toros se llevó a cabo un tercer diagnóstico de gestación donde se obtuvo la tasa de preñez final.

Finalmente fueron evaluadas para cada uno de los grupos las tasas de preñez en los distintos momentos de la estación reproductiva así como también, el estado ovárico de los rodeos para cada uno de los momentos. Además se cuantificaron los efectos de la implementación de un manejo diferencial de los terneros basados en el 1er diagnóstico. Al mismo tiempo, se evaluó la cantidad de ración de destete precoz que necesitó cada grupo, adicionándose la misma a los costos económicos para cada uno de los manejos, obteniendo así los costos por preñez según manejo diferencial. El registro individual de los animales se efectuó mediante el uso de un lector de caravanas de trazabilidad (Baqueano®), el cual permite la asignación de distintos atributos o eventos al animal evaluado.

## **Análisis estadístico**

El estatus ovárico y la condición corporal por tratamiento, el estatus ovárico según la condición corporal y el porcentaje de anestro en el primer diagnóstico según tratamiento se analizaron por chi cuadrado. Mientras que, los porcentajes de preñez por tratamiento y sus diferencias tanto como el porcentaje de preñez según estatus ovárico por tratamiento se analizaron por regresión logística (SAS).

Cuadro 1: Cronograma de actividades

DÍA	ACTIVIDAD
-----	-----------

---

Día -10	AM: Revisación de todas las vacas Colocación de dispositivo de P4 y administración de BE (GSMN y GIATF)
Día -3	PM: Retiro del dispositivo P4, administración de PG y de eCG (GSMN y GIATF) Introducción de toros rodeos GT y GSMN
Día -1	AM: detección de celos GIATF PM: Inseminación detectadas en celo GIATF Administración de GnRH (GIATF)
Día 0	IATF (GIATF)
Día 7	Manejo conjunto de todos los grupos y comienzo de entore
Día 42	Primer diagnóstico de gestación y evaluación de actividad ovárica
Día 72	Segundo diagnóstico de gestación y evaluación de actividad ovárica
Día 73	Finalización del entore
Día 103	Diagnóstico de gestación final

---



## RESULTADOS

### Estado ovárico y corporal de las vacas al inicio del ensayo

La condición corporal promedio para los grupos GT, GSMN y GIATF evaluada el día -10 fue de 3,36, 3,45 y 3,33 respectivamente (Figura 3).

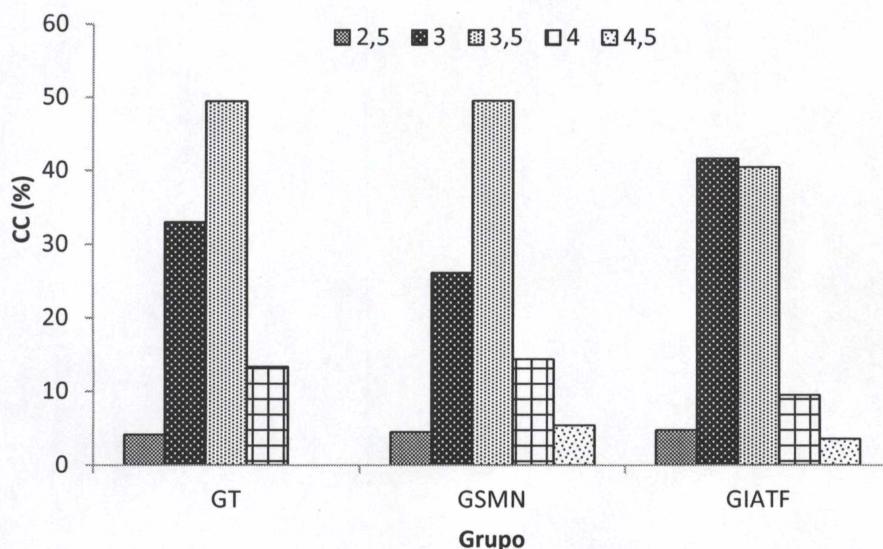


Figura 3: Distribución de animales de acuerdo a la CC dentro de cada grupo (CC: Condición Corporal; GT: Grupo Testigo; GSMN; Grupo Sincronizado y con Monta Natural; GIATF: Grupo IA a Tiempo Fijo)

En la revisión genital efectuada al inicio del ensayo (día -10) en sólo un 1,7% de las vacas se encontró cuerpo lúteo, por lo tanto el 98,3% de las mismas se encontraba en anestro. La mayoría corresponde a anestro superficial (AS) (69,5%), representando el 72,2%, 70,3% y 65,5% para los grupos GT, GSMN y GIATF, respectivamente. En contrapartida el 28,8% se encontró en anestro profundo (AP), constituyendo el 26,8%, 26,1% y 34,5% para los grupos GT, GSMN y GIATF, respectivamente (Figura 4).

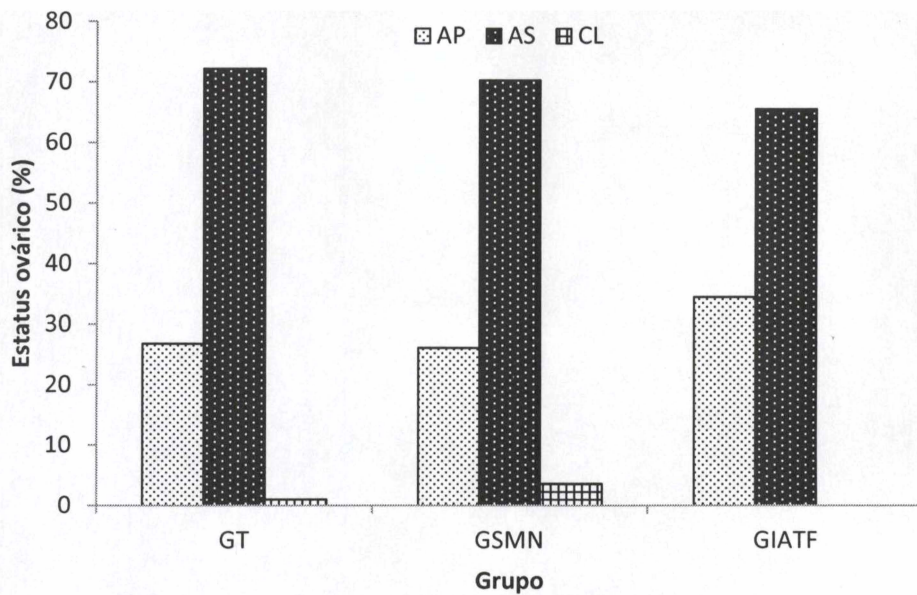


Figura 4: Distribución de animales de acuerdo al estatus ovárico dentro de cada grupo (AP: anestro profundo; AS: anestro superficial; CL: cuerpo lúteo)

Al evaluar el estado ovárico de las vacas categorizadas en anestro asociado a la CC se observó que, en una CC de 2,5 el 23,1% se encontró en AS mientras que el 76,9% en AP; en una CC de 3 el 47,9% se encontró en AS mientras que el 52,1% en AP; en una CC de 3,5 el 83,2% en AS y el 16,8% en AP; en una CC de 4, el 97,3% en AS y el 2,7% en AP; y finalmente en una CC de 4,5, el 100% se encontró en AS (Figura 5). Para realizar este análisis las vacas que se categorizaron como CL fueron incluidas dentro del grupo AS.



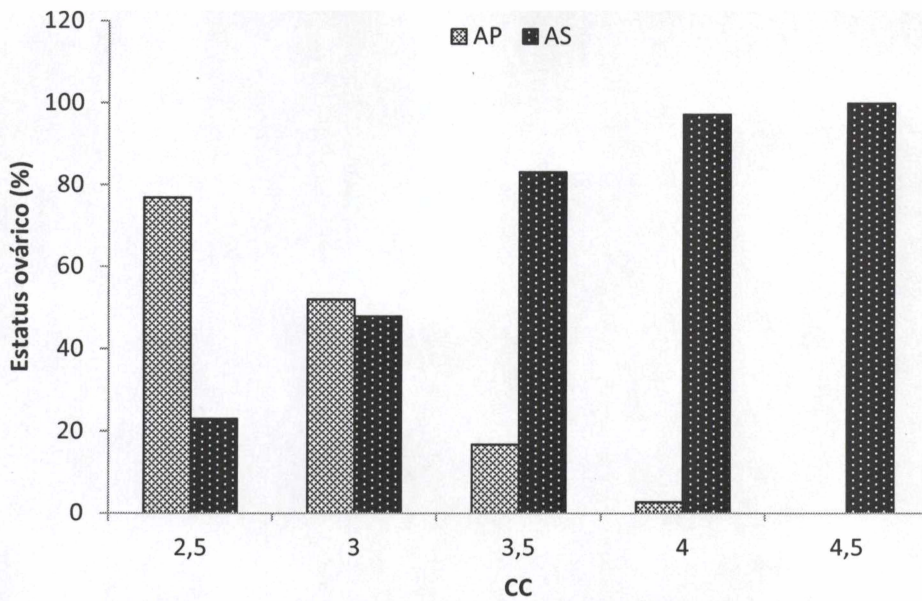


Figura 5: Distribución de animales de acuerdo al estatus ovárico según la condición corporal (CC) (AP: Anestro Profundo; AS: Anestro Superficial)

### Tasas y perfiles de preñez

Globalmente, más de la mitad de las vacas (56,5% (165/292)) resultaron preñadas al 1er diagnóstico. La tasa de preñez al 1er diagnóstico fue 69,1% (58/84), 55,9% (62/111) y 46,4% (45/97) para el GIAFT, GSMN y GT, respectivamente. Estos datos presentan diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) al comparar los grupos GIATF y GT. Sin embargo, los porcentajes obtenidos para ambos grupos no difieren significativamente con los encontrados en el GSMN (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de preñez en los primeros 12 días del servicio según manejo reproductivo

Grupo	N	PR <sup>1</sup>	OR <sup>2</sup>	IC <sup>3</sup>
GT	97	46,4 <sup>a</sup>	0,377	0,204-0,698
GSMN	111	55,9 <sup>ab</sup>	0,551	0,303-1,004
GIATF	84	69,1 <sup>b</sup>	1,0	Referente
<b>Total</b>	<b>292</b>	<b>56,5</b>		

(GT: Grupo Testigo; GSMN; Grupo Sincronizado y con Monta Natural; GIATF: Grupo IA a Tiempo Fijo)

<sup>1</sup>Porcentaje de preñez; <sup>2</sup>Odds Ratio; <sup>3</sup>Intervalo de Confianza de 95%; <sup>a,b</sup> P<0,01

No existieron diferencias significativas en la preñez obtenida en los primeros 12 días del servicio según el estado fisiológico al inicio del tratamiento; se observó que no hubo diferencias entre los porcentajes obtenidos tanto para las vacas que se encontraban en anestro superficial (AS) como en anestro profundo (AP) sin importar el tratamiento al que fueron sometidas (59% vs. 52%, AS y AP respectivamente, P= 0,281). El porcentaje de preñez en las vacas categorizadas en AP pertenecientes al GIATF fue de 72,4%. Este dato difiere significativamente (P<0,05) con los porcentajes de preñez de las vacas en AP de los grupos GT y GSMN, los cuales obtuvieron tasas de preñez de 38,5% y 44,8% respectivamente (Figura 6). Con respecto a las vacas que se encontraron en AS al inicio del ensayo, se observó que el porcentaje de preñez del GIATF fue significativamente mayor que el de GT (67,3% vs. 49,3%, P< 0,05). Sin embargo, este indicador obtenido para el GSMN (59,8%) no difirió con los grupos antes mencionados (Figura 6).

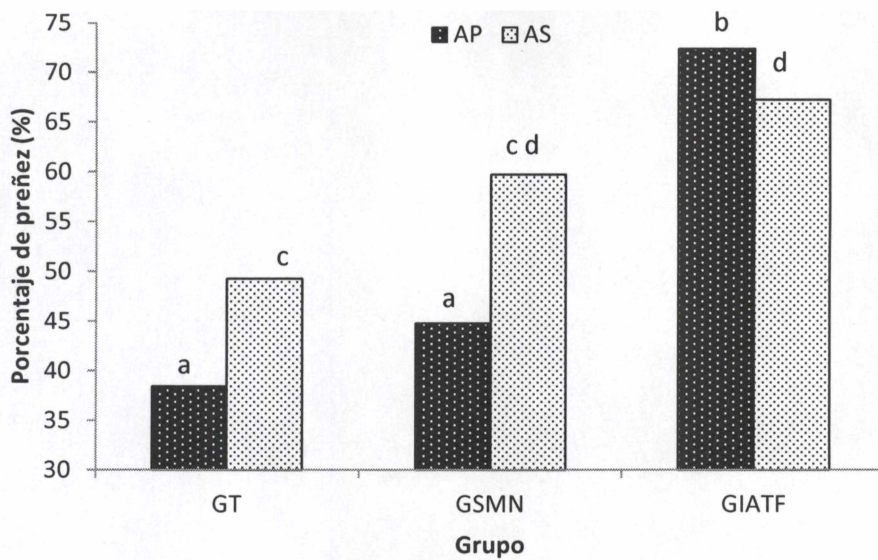


Figura 6. Porcentaje de preñez en los primeros 12 días del servicio según estado fisiológico al inicio del tratamiento (GT: Grupo Testigo; GSMN; Grupo Sincronizado y con Monta Natural; GIATF: Grupo IA a Tiempo Fijo). Porcentajes con letras diferentes dentro de una misma referencia (AP o AS) difieren (a,b  $P < 0,05$ ; c,d  $P < 0,05$ )

En lo referente al porcentaje de preñez obtenido en el segundo diagnóstico, que determina lo que aconteció en los primeros 42 días del servicio, se observó que el 79,5% (232/292) de los animales ya se encontraban preñados. Al observar los resultados dependiendo del tratamiento al que fueron sometidos los individuos, se encontró que el porcentaje de preñez del GIATF fue significativamente mayor que el de GT (89,9% (73/84) vs. 71,1% (69/97),  $P < 0,05$ ). Sin embargo, los porcentajes obtenidos para ambos grupos no difieren significativamente con los encontrados en el GSMN (81,1% (90/111)) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje de preñez acumulado en los primeros 42 días del servicio según manejo reproductivo (2do diagnostico)

Grupo	N	PR <sup>1</sup>	OR <sup>2</sup>	IC <sup>3</sup>
GT	97	71,1 <sup>c</sup>	0,371	0,172-0,803
GSMN	111	81,1 <sup>cd</sup>	0,646	0,292-1,426
GIATF	84	89,9 <sup>d</sup>	1,0	Referente
Total	292	79,4		

GT: Grupo Testigo; GSMN; Grupo Sincronizado y con Monta Natural; GIATF: Grupo IA a Tiempo Fijo)

<sup>1</sup>Porcentaje de preñez; <sup>2</sup>Odds Ratio; <sup>3</sup>Intervalo de Confianza de 95%; <sup>a,b</sup> P<0,05

El porcentaje de preñez final general fue de 90,8% (265/292). Al observar los resultados dependiendo del tratamiento al que fueron sometidos las vacas, se encontró que no existen diferencias significativas entre ninguno de los grupos (P= 0,93), donde se hallaron el 90,7% (88/97), 90,1% (100/111) y 91,7% (77/84) de los vientres preñados en los grupos GT, GSMN, GIATF respectivamente (Cuadro 4).

Cuadro 4. Porcentaje de preñez al final del servicio según manejo reproductivo

Porcentaje de preñez				
Grupo	N	PR <sup>1</sup>	OR <sup>2</sup>	IC <sup>3</sup>
GT	97	90,7 <sup>e</sup>	1,125	0,400-3,164
GSMN	111	90,1 <sup>e</sup>	1,210	0,448-3,267
GIATF	84	91,7 <sup>e</sup>	1,0	Referente
Total	292	90,8		

GT: Grupo Testigo; GSMN; Grupo Sincronizado y con Monta Natural; GIATF: Grupo IA a Tiempo Fijo)

<sup>1</sup>Porcentaje de preñez; <sup>2</sup>Odds Ratio; <sup>3</sup>Intervalo de Confianza de 95%; <sup>a,b</sup> P=0,93

En la figura 7 se muestra el perfil de las preñeces obtenido en el ensayo. Conformado por los porcentajes de preñez de los tres cuadros previamente presentados (cuadro 2, 3 y 4), correspondientes a las tres instancias de diagnóstico de gestación discriminado por grupo.



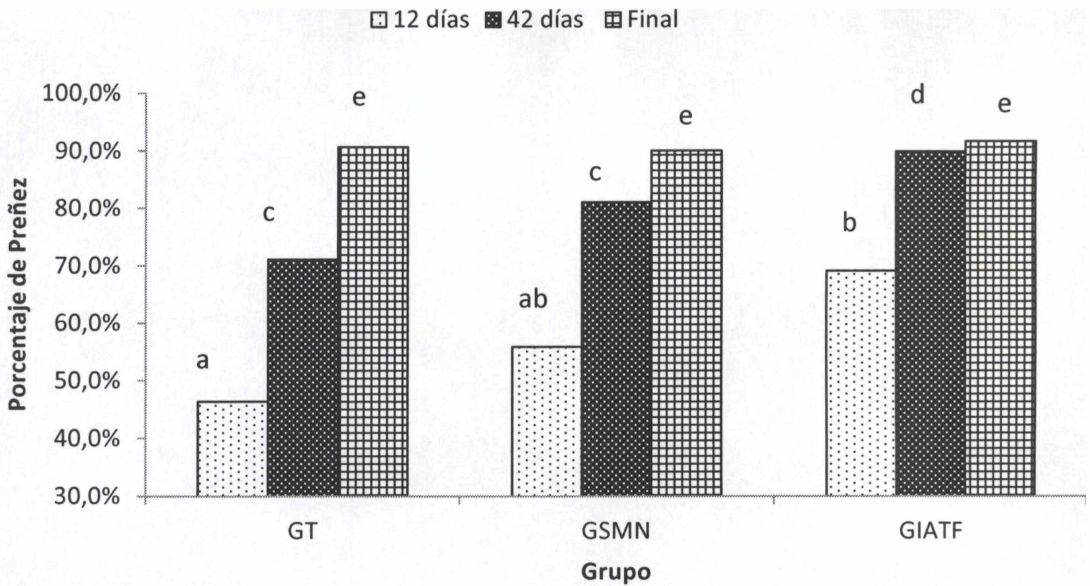


Figura 7. Porcentaje de preñez a los 12 y 42 días del servicio y final (GT: Grupo Testigo; GSMN; Grupo Sincronizado y con Monta Natural; GIATF: Grupo IA a Tiempo Fijo); Porcentajes de preñez con letras diferentes dentro de una misma referencia (12 días, 42 días o final) difieren. (a,b  $P < 0,01$ ; c,d  $P < 0,05$ ; e  $P = 0,93$ )

### Efecto del tratamiento sobre el anestro de las vacas al primer diagnóstico

Como se presentó previamente, casi la totalidad de los animales se encontró en anestro (98,3%) al momento de la revisión previa. Sin embargo, a la realización de la 1er ecografía (día 42) solo el 15,4% del total de las vacas fueron clasificadas como aún en anestro.

Al analizar los resultados obtenidos en las vacas que se encontraron vacías al 1er diagnóstico (43,5% de las vacas), se observó que los animales que fueron sometidos a algún tratamiento hormonal al inicio del ensayo presentaron porcentajes de anestro de 31,3% (15/48) y 30,8% (8/26) para los grupos GSMN y GIATF, respectivamente. Mientras que para el grupo GT, el porcentaje de vacas que se encontraron aún en anestro fue 12 puntos porcentuales por encima del GIATF (42,3% (22/52)) (Figura 8). Esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

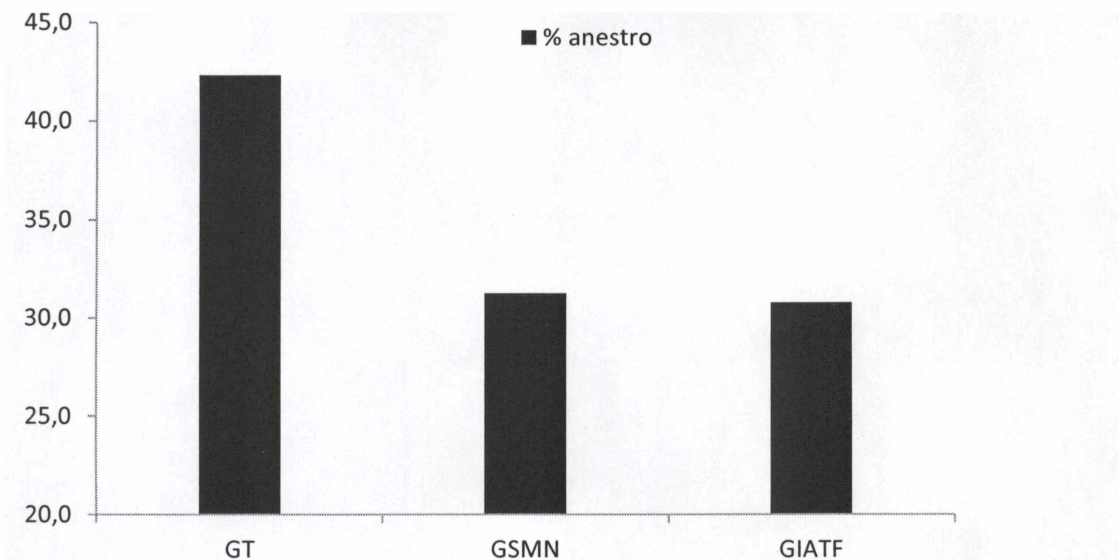


Figura 8: Porcentaje anestro en el 1er diagnóstico de las vacas vacías (GT: Grupo Testigo; GSMN; Grupo Sincronizado y con Monta Natural; GIATF: Grupo IA a Tiempo Fijo).

### Control del amamantamiento implementado a partir del primer diagnóstico

A los 42 días de iniciado el periodo de servicios se destetaron precozmente (DP) los terneros de las vacas que permanecían en AP. La cantidad de terneros sometidos a DP fue de 17,5% (17/97), 9,0% (10/111) y 7,1 (6/84) para los grupos GT, GSMN y GIATF respectivamente. Para el caso de las hembras que se las hallaron en AS se procedió a la aplicación de tablillas nasales a sus terneros como medida de destete temporario (DT), donde el resultado obtenido fue de 3,1% (3/97), 2,7% (3/111) y 2,4% (2/84) en el uso de tablillas nasales a los terneros de los grupos GT, GSMN y GIATF respectivamente (Figura 9).



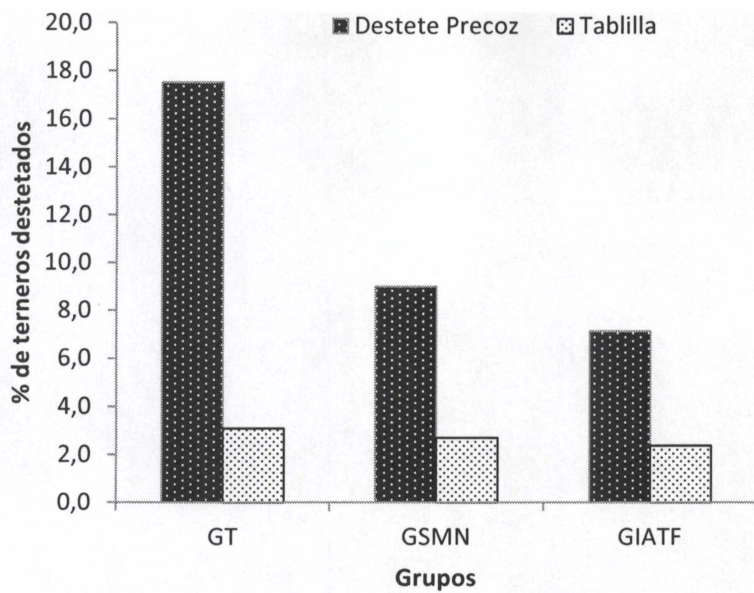


Figura 9. Aplicación de medidas de control del amamantamiento (DP o DT) para cada grupo expresado en % de terneros (GT: Grupo Testigo; GSMN; Grupo Sincronizado y con Monta Natural; GIATF: Grupo IA a Tiempo Fijo)

## DISCUSIÓN

Como ya fue mencionado, el anestro posparto prolongado ha sido indicado como un importante limitante para alcanzar tasas de preñez aceptables (Short et al., 1990). Esto alarga el intervalo parto-concepción y como consecuencia afecta negativamente el desempeño reproductivo (Cutaia et al., 2007). La mayoría de las vacas estaban en anestro en la revisión genital previa, aun cuando había vacas entre 40 y 70 días posparto. Este hallazgo concuerda con otros reportados para vacas de cría en Uruguay (Menchaca y Chifflet, 2005; de Nava, 2008). Esta supresión de la actividad cíclica en el ovario durante el período de posparto temprano es característica de las vacas de carne amamantando. Tanto la restricción energética de la dieta como una pobre condición corporal exacerban este efecto (Williams, 1990). Como se ha indicado anteriormente, existe una relación muy estrecha entre la CC de las vacas al comenzar el entore y el porcentaje de preñez logrado en esa estación de cría (Vizcarra et al. (1989), debido a que la nutrición es un factor de gran influencia sobre el anestro posparto de las vacas de cría (Short et al., 1990; Yavas y Walton, 2000a). Es así que en el día -10 del ensayo se encontró una baja CC promedio de 3,39 (escala del 1 al 8) para el total de las vacas, lo que contribuye al bajo porcentaje de ciclicidad diagnosticado (1,7%). Nuestros datos son similares a los reportados en el trabajo citado anteriormente realizado por Menchaca y Chifflet (2005). Estos autores, al evaluar la actividad ovárica al inicio del servicio en vacas de cría con una CC promedio de 3,78 (escala del 1 al 8) encontraron que, cuanto menor era la CC menor era el porcentaje de ciclicidad, siendo sólo de 1,9% para vacas multíparas con una CC de 3 y de 9,6% para las de CC de 3,5. Algo similar ocurre al observar lo encontrado por de Castro (2006), donde todas las vacas amamantando con una CC de 3,8 permanecen en anestro a los 3 meses posparto. Como ya se discutió, los efectos de la nutrición son provocados por una compleja interacción entre varios factores, la partición de nutrientes sigue un criterio de prioridad para primero, mantener la vida de la vaca, y luego propagar la especie (Short et al., 1990). Es por esto que, al evaluar el estado ovárico de las vacas categorizadas en anestro al día -10 del ensayo,

asociado a la CC se observó que cuanto menor era la CC mayor era la proporción de vacas en AP en detrimento de las encontradas en AS y viceversa (figura 5).

Al observar el porcentaje de preñez obtenido en los primeros 12 días del servicio en el GT (46,4%), queda de manifiesto que este valor es superior a lo encontrado por varios autores. En un trabajo realizado por Colombo et al. (2007) utilizando vacas en AS, el porcentaje de preñez obtenido en los primeros 14 días del servicio para el grupo sometido a monta natural sin tratamiento hormonal fue de 18%. Por otro lado Callejas et al. (2007), utilizando vacas de primera cría con una CC de 2,75 en promedio (escala 1-5), reportan un porcentaje de preñez de 10,8%. Mientras que González Chávez et al. (2010) alcanzaron un 35,6% de preñez durante los primeros 19 días del servicio en vacas de cría, en anestro posparto y con una CC de 3 en promedio (escala 1-5). Cabe destacar que en los tres ensayos previamente mencionados se utilizó entre un 5% y 7% de toros para la realización del servicio natural y no se aplicó ningún método para el control del amamantamiento. El mayor desempeño reproductivo observado en el GT en el presente ensayo, en comparación con lo reportado para grupos control de otros ensayos pudo deberse a la implementación del DT por la colocación de tablillas por 10 días en los terneros de las vacas de este grupo. Existe información nacional y regional que permite sugerir que este tipo de manejo aumenta los porcentajes de preñez entre 20 y 40 puntos porcentuales (Quintans y Salta, 1988; Casas y Mezquita, 1991; Stahringer, 2001). No obstante, Orcasberro (1991) propone que existe una interacción entre el estado nutricional de la vaca y el efecto del DT. La máxima respuesta relativa al DT se da cuando la CC se encuentra entre 3,5 y 4 (escala del 1 al 8), según Echenagusía et al. (1994) y con CC por encima de 3 (escala del 1 al 9), según Stahringer (2001). Si bien en nuestro ensayo la CC promedio no alcanzó a ser de 3,5 (3,4), muchas veces la CC no refleja la actividad ovárica de las vacas (Quintans, 2007). Quintans et al. (2006) observaron que las vacas en AS presentaron un incremento en el porcentaje de preñez (92% vs 58% de preñez para vacas con y sin DT, respectivamente) mientras que las vacas en AP no respondieron a ésta técnica (68% vs 58% de preñez para vacas con y sin DT, respectivamente). Esto podría explicar el porcentaje de preñez

alcanzado en el GT en los primeros 12 días del entore, ya que el 72,2% de las vacas de este grupo se encontraban en AS al inicio del ensayo.

Con respecto al GSMN, el porcentaje de preñez obtenido en los primeros 12 días del servicio fue de 55,9%. No se encontraron trabajos que utilicen protocolos de inducción y sincronización de celos asociados a monta natural similares al aplicado en nuestro ensayo. Lo que más se asemeja son ensayos realizados a nivel regional, más precisamente en Argentina, donde algunos autores (Callejas et al., 2007; Callejas et al., 2008; Colombo et al., 2007; González Chaves et al., 2010) coinciden en el protocolo utilizado, que consiste en la colocación de un dispositivo intravaginal de P4 (DISP) más la inyección de 2 mg de BE, permaneciendo colocado durante 7 u 8 días, asociado a monta natural. En cambio otros autores (Callejas et al., 2009; Grigera et al., 2009; González Chaves et al., 2010), administran una segunda dosis de BE al momento del retiro del DISP. Con ambos protocolos obtienen porcentajes de preñez que varían desde 22,5% a 63,5%, en los 7 a 20 primeros días del servicio. A excepción de lo reportado por González Chaves et al. (2010) para uno de los grupos de su ensayo, donde el protocolo consiste en la colocación de un DISP de P4 asociado a una dosis de BE (63,5% de preñez), todos los restantes autores no superan el 39,4% de preñez en los primeros 7-20 días del servicio natural, lo que difiere sustancialmente con lo hallado en nuestro trabajo (55,9%). Cabe destacar que el objetivo que persiguen estos autores al aplicar estos protocolos, es inducir la ciclicidad de las vacas en anestro, que si bien concentran los celos, no lo hacen tan precisamente como lo hace el protocolo utilizado para el GSMN. Evaluando el manejo hormonal propuesto por los diferentes autores se puede afirmar que, con la inserción de un DISP de P4 se busca imitar una fase luteal corta (Yavas y Walton, 2000b) el cual, asociado a una dosis de BE previene la formación de folículos persistentes y promueve el desarrollo de una nueva onda folicular (Rhodes et al., 2002; Mapletoft et al., 2005) iniciando así la restauración de la actividad cíclica. Analizando más detalladamente el protocolo utilizado en nuestro ensayo, además del "componente inductor" (DISP de P4 asociado a BE), a éste se le adiciona una serie de hormonas con la finalidad de sincronizar los celos en los primeros días de la

estación reproductiva. Para esto se administra una dosis de PG al momento del retiro del DISP, como ocurre en el caso de los protocolos destinados a implementar una IATF (Callejas, 2005; Cutaia et al., 2003; Menchaca et al., 2005; de Nava, 2008; Callejas, 2010), con la finalidad de regresar un posible CL presente en hembras que se encuentren ciclando o qué hayan experimentado una ovulación a consecuencia de la inyección de BE. Además se administra una dosis de eCG la cual favorece el crecimiento folicular y la ovulación (Baruselli, 2004). La administración de eCG particularmente puede haber incrementado el crecimiento folicular, lo que lleva a la ovulación de alguno de esos folículos y por consiguiente un mayor porcentaje de preñez obtenido para el GSMN (55,9%) al inicio de la estación reproductiva, en contraste con los resultados reportados en la bibliografía.

Otro aspecto que podría explicar la diferencia en los porcentajes de preñez entre el GSMN y los ensayos que estudian la inducción de celos asociada a monta natural, sería la respuesta a la implementación del DT con TN a los terneros del GSMN. Un efecto similar a lo ocurrido en el GT, como ya se discutió en párrafos anteriores. Es difícil aseverar que el porcentaje de preñez obtenido en GSMN se deba al efecto del tratamiento hormonal propiamente dicho, a los efectos del DT o a una sinergia de ambos manejos. Para dilucidar esta interrogante sería necesario incorporar al ensayo un grupo al cual no se le realizara ningún control del amamantamiento, lo que escapa a los objetivos de este trabajo.

Por último, un punto que se considera relevante y no resulta estudiado en los trabajos previamente analizados refiere a la incidencia que puede tener el porcentaje de toros usados en el servicio de vacas sincronizadas sobre las tasas de preñez de los ensayos. Según los datos reportados en estos trabajos (Callejas et al., 2007; Callejas et al., 2008; Echevarría et al., 2009; González Chaves et al., 2010), el porcentaje de toros utilizado varía en un rango de 4 a 7%, y no se especifican datos acerca de la capacidad de servicio ni de la circunferencia escrotal de los mismos, los cuales pueden llegar a ser de importancia en los resultados obtenidos. El buen desempeño reproductivo obtenido en el GSMN podría estar influenciado por el porcentaje de toros utilizado en los primeros 10 días del servicio (7,3%) los cuales se caracterizaron por ser de alta capacidad de servicio comprobada. Más trabajos de

investigación parecen necesarios a efectos de determinar el porcentaje óptimo de toros a utilizarse con vacas sincronizadas en las condiciones pastoriles; así como las características que éstos reproductores deben tener en cuanto a capacidad de servicio, circunferencia escrotal y calidad seminal.

Con respecto al GIATF, el porcentaje de preñez obtenido al aplicar una IATF el primer día de la estación reproductiva fue de 69,1%. Si se compara con los datos reportados por de Nava (2008) en 28 programas en Uruguay durante 3 años de trabajo, éste resultado se encuentra por encima del promedio (57,1% de preñez, variando de 40,4% a 72,1%), ubicándose dentro de los mejores desempeños reproductivos para ese análisis. Es de destacar que para estos programas, utiliza el mismo tratamiento hormonal de inducción y sincronización de celos y realiza un control del amamantamiento similar al efectuado en este ensayo. Este elevado porcentaje de preñez a la IATF para el GIATF cercano al 70% puede ser explicado por los días desde el parto a la inseminación (de Nava, 2008; Rodríguez Blanquet, 2008), la fertilidad del semen utilizado (de Nava, 2008), un buen técnico inseminador, el manejo en la administración de las drogas, entre otros factores que hacen a los buenos resultados a la hora de implementar una IATF. Por otro lado, este resultado obtenido es comparable con datos reportados por Menchaca et al. (2005) quienes evaluaron el impacto de la implementación de un programa de IATF en vacas de cría con similares condiciones a las del presente trabajo. En ese trabajo, esos autores obtienen un porcentaje de preñez promedio entre primíparas (55,6%) y multíparas (64,6%) a la IATF, nueve puntos porcentuales por debajo del obtenido para nuestro GIATF. Es de destacar que la diferencia más notoria en el protocolo utilizado por estos autores, en comparación con el utilizado en el presente ensayo, es que se administra BE el día 8 del tratamiento en lugar de GnRH el día 9 como inductor de la ovulación. Si bien no existen ensayos realizados en vacas de cría, en donde se compare la utilización de BE día 8 o GnRH día 9 del tratamiento como inductor de la ovulación en protocolos para IATF, si los hay en vaquillonas. Para esta categoría está demostrado que la sustitución de la segunda dosis de BE por GnRH, aumenta los porcentajes de preñez a la IATF (Menchaca y López, 2005; de Nava y Rodríguez, 2012). La diferencia en

porcentaje de preñez para el GIATF en comparación con lo reportado por Menchaca et al. (2005), podría atribuirse a la variación en el protocolo utilizado, entre otros factores. No obstante, en Argentina González Chaves et al. (2010) reportan porcentajes de preñez de 71,4% a la IATF en vacas de cría, con una CC de 3 (escala del 1 al 5), con un rango posparto de 30 a 74 días y sin presencia de CL al comienzo del tratamiento, aplicando un protocolo muy similar al utilizado por Menchaca et al. (2005). En este caso se encontró un porcentaje de preñez muy similar al obtenido en nuestro ensayo. Esto reafirma que el éxito de los resultados obtenidos en este tipo programas no solo responde al tratamiento hormonal implementado sino que a una serie de factores y medidas de manejo aplicadas. González Chaves et al. (2010) reportan un período de servicios evaluado de 19 días, por lo que se podría inferir que en los resultados que encontraron ya se tomaron en cuenta preñeces de vacas que fueron sincronizadas e inseminadas pero repitieron dentro de ese lapso. La metodología y los criterios tomados en cuenta en ese trabajo no resultan del todo claros, lo que limita su discusión.

En Argentina, Cutaia et al. (2003), analizando datos de porcentaje de preñez para IATF (n=6857) en vacas con cría, vacas secas y vaquillonas, cruza indicas y británicas, obtuvieron un 54,9% de preñez general con un mínimo de 28,7% (vacas con cría con una CC de 2) y un máximo de 75% (vaquillonas con una CC de 3, en escala del 1-5). Al realizar la comparación con el porcentaje de preñez a la IATF obtenido en el GIATF del presente ensayo (cerca al 70%), éste se encuentra próximo a los valores máximos reportados por los autores antes mencionado, los cuales son obtenidos en una categoría menos problemática para preñar (vaquillonas con una buena CC). Estos autores utilizan un protocolo de inducción y sincronización de celos (Cutaia et al., 2003) similar al utilizado por Menchaca et al. (2005) para vacas de cría, que como ya fue mencionado, los resultados se encuentran por debajo de los obtenidos con el protocolo aplicado en éste ensayo. Por otro lado, según Cutaia et al. (2007) uno de los factores de mayor influencia en el desempeño reproductivo obtenido para IATF es la CC al inicio del tratamiento. Estos autores encontraron que, vacas de cría con baja CC introducidas en programas de IATF no responden adecuadamente al tratamiento hormonal. Sin embargo, la CC al inicio del tratamiento para el GIATF era

moderada a baja, lo que hace pensar que la CC no fue el factor más importante en determinar los resultados reproductivos obtenidos en este caso. Sin menospreciar la influencia que tiene la CC al momento de la aplicación de un tratamiento para IATF, se debe tener en cuenta que existen otros factores como; días del parto al inicio del tratamiento (de Nava, 2008; Rodríguez Blanquet, 2008), implementación de técnicas para el control del amamantamiento, el protocolo utilizado, entre otros, que influyen en la performance reproductiva de un rodeo a la hora de aplicar un programa de IATF.

Si bien el porcentaje de preñez a la IATF para el GIATF fue ampliamente satisfactorio, lo interesante a destacar, es el desempeño reproductivo de las vacas diagnosticadas como en AP al inicio del ensayo pertenecientes a este grupo. El porcentaje de preñez para estas vacas fue de 72,4%, lo que difirió significativamente ( $P<0,05$ ) con los porcentajes de preñez de las vacas en AP de los grupos GT (38,5%) y GSMN (44,8%). En condiciones comerciales las vacas en AP no son incluidas en programas de IATF (de Nava, 2008) medida que, según los resultados obtenidos en este ensayo, podría estar subestimando el desempeño reproductivo de esta categoría de vacas bajo determinadas condiciones. De aquí surge la interrogante si es verdaderamente necesario rechazar estas vacas a la hora de comenzar un programa de IATF. Para responder esta incógnita, a nuestro criterio, es necesario desarrollar nuevas líneas de investigación en esta materia con el objetivo de dilucidar si existen diferentes “grados o tipos” de AP y de determinar qué factores o condiciones, como la genética, la paridad, entre otros, pueden afectar la evolución de estas vacas en AP a mejores estatus de actividad ovárica.

Evaluando los tres tratamientos entre sí, los resultados de preñez obtenidos en este ensayo en los primeros 12 días del servicio, fueron de 69,1%, 55,9% y 46,4% para el GIAFT, GSMN y GT, respectivamente. Al comparar los datos obtenidos en los grupos GIATF y GT, se observa que estos presentan diferencias significativas ( $P<0,01$ ), ya que programas que sincronizan e inducen la ovulación en vacas de cría y que utilizan la IATF, resultan en mejor desempeño reproductivo (Cutaia et al., 2003; Menchaca y Chifflet, 2005; de Nava, 2008). Esto coincide con lo reportado en Argentina por



González Chaves et al. (2010), donde obtuvo porcentajes de preñez significativamente diferentes al comparar un servicio tradicional (35,6%) con un programa de IATF (71,4%). En cambio, al analizar el porcentaje de preñez del GSMN en los primeros días del servicio, encontramos que este no difiere significativamente con los porcentajes obtenidos para GT y GIATF en el mismo periodo.

Al comparar los datos obtenidos entre GT y GSMN, se encontró que nuestros resultados difieren con lo reportado en la bibliografía, donde se ha observado una mejora significativa en el porcentaje de vacas preñadas en los primeros días del servicio en aquellas que reciben un tratamiento hormonal (BE-DISP de P4) al inicio del mismo (Colombo et al., 2007; Callejas et al., 2007; González Chaves et al., 2010). En nuestro ensayo, la ausencia de diferencias significativas en el porcentaje de preñez entre ambos grupos, como ya se ha discutido, podría explicarse por la colocación de TN a los terneros del GT, lo que pudo haber disminuido el impacto de la aplicación de un tratamiento hormonal previo al servicio natural. Por otro lado, existen trabajos que al aplicar un protocolo de inducción de la ovulación asociado a monta natural no obtienen mejoras significativas en los porcentajes de preñez (Callejas et al., 2008; Echevarría et al., 2009; González Chaves et al., 2010). En algunos casos los autores no encontraron explicación lógica de los resultados al aplicar un DISP de P4 asociado a 2 dosis de BE, una al momento de la colocación y otra al retiro del DISP (González Chaves et al., 2010). En otros casos la ausencia de mejoría en los porcentajes de preñez fue adjudicada a bajas concentraciones de P4 del DISP (0,5g) (Callejas et al., 2008; Echevarría et al., 2009).

Al analizar más detenidamente los grupos GSMN y GIATF entre sí, se observó que sus porcentajes de preñez no difieren de forma significativa (55,9% vs 69,1%, respectivamente ( $P < 0,01$ )). Lo mismo sucedió en un trabajo presentado por González Chaves et al. (2010), el cual ya fue citado anteriormente, cuando aplica determinado tratamiento hormonal. En este trabajo los autores tampoco encuentran diferencias significativas en el porcentaje de preñez en los primeros días del servicio al implementar un programa de IATF (71,4%) o colocar un DISP de P4 junto con una inyección de BE y sólo realizar monta natural (63,5%). Sin embargo, en este mismo ensayo, cuando los autores modifican el tratamiento hormonal implementado,

encuentran que si existen diferencias significativas al aplicar un protocolo BE-DISP de P4 más una segunda dosis de BE al retiro del mismo (39,4%) asociado a monta natural, en comparación con un programa de IATF. Como fue mencionado previamente, los autores no encuentran una explicación lógica a estos resultados.

Con respecto a los porcentajes de preñez obtenidos en la mitad del servicio para los tres tratamientos, las diferencias significativas siguieron manteniéndose entre el GT (71,1%) y GIATF (89,9%), pero no con el GSMN (81,1%). Esto concuerda con lo publicado por Menchaca et al. (2005) en donde, el porcentaje de preñez del primer mes de servicio para el grupo IATF difería significativamente al compararlo con el del grupo tradicional, siendo de 81,1% en promedio para primíparas y multíparas, mientras que para el grupo tradicional de 52,4%. En cambio, en el ensayo de González Chaves et al. (2010) la preñez en los primeros 34 días del servicio no difirió significativamente entre los diferentes grupos. Esto mismo sucedió en nuestro ensayo, pero recién a los 72 días del servicio, donde los grupos presentaron porcentajes de preñez de 90,7%, 90,1%, 91,7% para los GT, GSMN y GIATF, respectivamente. Cabe destacar que los porcentajes de preñez en los tres grupos, tanto en el segundo como en el tercer diagnóstico, estarían influenciados por el efecto del control del amamantamiento (DP o DT) aplicado a las vacas que aún seguían en anestro al momento de realizar el monitoreo del entore (primer diagnóstico). Sin embargo, esto no es posible aseverarlo debido a que nuestro diseño experimental no permite cuantificar tal efecto.

Analizando el resultado de preñez final, los tres tratamientos alcanzan porcentajes aproximadamente del 90%. A la hora de tomar la decisión de implementar una IATF o una sincronización e inducción de la ovulación asociado a monta natural, es importante destacar que si bien, como se vio en este ensayo ambas metodologías permiten mejorar la eficiencia reproductiva de un rodeo de cría bajo determinadas condiciones, el uso de la IATF implica la introducción masiva de genética superior al rodeo con la consecuente mejora en la potencialidad de producción (Cutaia et al., 2003; Cutaia et al., 2007). Para lograr estos resultados de preñez final se debió llevar a cabo un control del amamantamiento a las vacas que permanecían en anestro al

momento del monitoreo del entore. La necesidad de implementar este manejo fue diferente en los tres grupos, ya que la proporción de vacas en AS o en AP difirió, lo que llevó a someter a un DP y DT al 17,5% y 3,1%; 9,0% y 2,7%; 7,1% y 2,4% de los terneros de los grupos GT, GSMN y GIATF, respectivamente. Es de resaltar que si bien las diferencias no son significativas, el grupo que tuvo mayor necesidad de implementar medidas para el control del amamantamiento fue aquel que no recibió ningún tipo de tratamiento hormonal al inicio del ensayo (GT). Es sabido que existen diferencias significativas en el peso al destete definitivo entre los terneros sometidos a DT durante 14 días frente a aquellos que nunca tuvieron restricción en el amamantamiento, este porcentaje varía entre un 8% y 13% (Stahringer, 2001; Quintans, 2007). Para el caso de un DT de 7 días de duración las diferencias son explicadas debido a la ausencia de ganancia (de Nava et al., 1994) o mínimas pérdidas de peso (Stahringer, 2001) que sufren los terneros durante el periodo de DT en comparación con los que siguen siendo amamantados al pie de la madre, los cuales pueden registrar ganancias de 0,75 kg/día (de Nava et al., 1994) y 0,84 kg/día (Stahringer, 2001). Por otro lado, al implementar un DP también se deben de asumir ciertos costos, siendo la alimentación el principal componente de la estructura de los mismos (Simeone y Beretta, 1997). A los terneros se les debe de asignar una ración para DP, a razón del 1% de su peso vivo, lo que implica un consumo promedio de 100kg durante todo el período (60 a 90 días) (Simeone y Beretta, 2008). Por lo antes mencionado, si bien los tres tratamientos obtuvieron porcentajes de preñez final similares, para lograr dicho objetivo fue necesario la implementación de ciertas medidas para control del amamantamiento pero en diferente magnitud para cada grupo. El GT fue el grupo que tuvo la mayor necesidad de implementar este tipo de medidas y por ende incurrió en mayores costos para lograr el mismo objetivo de preñez final.

Se observó que, a medida que se asciende en la escala de tecnologías aplicadas al manejo reproductivo, mayor es la proporción de vacas que se logra preñar al comienzo de la estación reproductiva, diferencia que se mantiene hasta la mitad del entore. Esto no solo trae la ventaja de adelantar los partos sino que también disminuye la necesidad de implementar medidas para el control del

amamantamiento a vacas que hacia la mitad del entore continúan en anestro posparto. Esta mayor proporción de vacas preñadas al inicio del entore en los grupos que recibieron tratamiento hormonal, se verá reflejada en una parición más temprana y concentrada, lo que según la bibliografía consultada, se manifestará en el peso de los terneros al destete, obteniéndose terneros más pesados (Cutaia et al., 2003; de Nava, 2008). Por un lado, por el hecho de que los terneros del GSMN y GIATF nacerán más temprano que los terneros del GT, esperándose un mayor peso al momento del destete. Según trabajos similares realizados por Cutaia et al. (2007) y Cutaia et al. (2003) las diferencias en kilogramos de terneros destetados de vientres sometidos a IATF varían entre 18,3 y 21,3 kg, respectivamente con respecto a los terneros destetados de servicio tradicional. Por otro lado, en el GIATF se espera una diferencia extra en kilogramos de ternero respecto al GT y GSMN producto de la utilización de genética superior, que para Cutaia et al. (2007) y Cutaia et al. (2003) fue de 10, 4 y 16,5 kg, respectivamente.

## **CONCLUSIONES**

La aplicación de tecnologías de manejo reproductivo (sincronización de ovulaciones seguido de IATF) aplicadas al inicio de la estación de servicios mejora el porcentaje de preñez obtenido en los primeros 12 y 42 días de la misma.

En las condiciones del presente ensayo la IATF resultó en una mayor cantidad de vacas preñadas en menor tiempo, incluso en aquellas diagnosticadas en anestro profundo al comienzo de la estación reproductiva.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Alberio R., (2001) Nuevas biotecnologías reproductivas. Aspectos biológicos y económicos. XXIX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay, p. 30-43.
2. Baruselli, P.S., Marques, M.O., Reis, E.L., Bó, G.A (2003) Tratamientos hormonales para mejorar la performance reproductiva de vacas de cría en anestro en condiciones tropicales. V Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba, Argentina, p. 103-116.
3. Baruselli, P.S., Reis, E.L., Marques, M.O., Nasser, L.F., Bó, G.A. (2004) The use of hormonal trataments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. Anim. Rep. Sci. 82: 479-486.
4. Becaluba F. (2006) Métodos de sincronización de celos en Bovinos. Disponible en: [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/92-metodos\\_sincronizacion.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/92-metodos_sincronizacion.pdf). Fecha de consulta 18/04/12.
5. Biondini, M.; Zangrilli, G.; Preisseger, G.; Callejas, S. (2011). Efectos de la sal de estradiol y de la duración del tratamiento con progesterona sobre el porcentaje de preñez a la IATF. Disponible en: [http://www.produccionbovina.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/194-estradiol.pdf](http://www.produccionbovina.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/194-estradiol.pdf). Fecha de consulta: 19/04/2012
6. Bó, G.A. (2009) Tratamientos de sincronización de celos en bovinos utilizando progestágenos y estrógenos. En: Bó, G.A.(ed.). Especialidad en reproducción bovina. Sincronización de celos e inseminación artificial. Córdoba, IRAC: 108-177.
7. Bó, G.A. y Caccia, M. (2009) Principios fundamentales de endocrinología y mecanismos de acción de las hormonas. En: Bó, G.A. (ed.). Especialidad en reproducción bovina. Fisiología de la reproducción de la vaca. Córdoba, IRAC, p. 1-31.
8. Callejas, S. (2005) Control farmacológico del ciclo estral bovino: bases fisiológicas, protocolos y resultados. Parte II. Rev. Taurus 25: 16-35.

9. Callejas, S. (2010) Estrategias reproductivas para lograr un servicio exitoso en rodeos de cría: Uso de dispositivos intravaginales con progesterona en rodeos de cría con servicio natural. Memorias 5ta. Jornadas Taurus de Reproducción Bovina. Universidad del Salvador. Pilar, Bs As, Argentina. p. 28-33.
10. Callejas, S., Alvarez Castillo, S., Zarzaso, M., Cledou, G. (2007) Uso de un dispositivo intravaginal con progesterona en vacas de cría con servicio natural. VII Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba, Argentina, p. 236.
11. Callejas, S.; Echevarria, S. y Zapiola, A. (2008) Uso de benzoato de estradiol y un dispositivo intravaginal con progesterona en vacas cola de paricion con servicio natural. Rev. Arg. Prod. Anim. 28 (Supl. 1): 149-150.
12. Callejas, S., Schang, S., Cledou, G., Cesio, T. (2009) Uso de dispositivos intravaginales con progesterona combinados con benzoato de estradiol al retiro en vacas con cría en servicio natural. Resúmenes VIII Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba, Argentina. CD-ROM.
13. Casas, R., Mezquita, C.L. (1991) Efecto del destete temporario sobre el comportamiento reproductivo en vacunos. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 104 p.
14. Cavestany, D. (2000) Sincronización de celos en vacas Holando en producción con una esponja intravaginal impregnada con acetato de medroxiprogesterona (MAP). Temas de lechería: Reproducción. INIA. Serie Técnica 116: 53-54.
15. Cavestany, D. (2002) Sincronización y/o inducción de celos con o sin inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos de Uruguay. XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay, p. 143-154.
16. Cline, M.A. (2002) Efficacy of synthetic gonadotropin releasing hormone analogs for control of ovulation during estrus synchronization protocols. Master Thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University-EEUU. 178 p.
17. Colombo, M., De Villafañe, P., Cledou, G., Bartolomé, J. (2007) Administración de un dispositivo intravaginal de progesterona en vacas en anestro durante el

servicio natural para adelantar la concepción. Resúmenes VII Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba, Argentina, p. 299.

18. Crowe, M.A., Padmanabhan, V., Mihm, M., Beitins, I.Z., Roche, J.F. (1998) Resumption of follicular waves in beef cows is not associated with periparturient changes in follicle-stimulating hormone heterogeneity despite major changes in steroid and luteinizing hormone concentrations. *Biol. Reprod.* 58: 1445-1450.
19. Cutaia, L., Veneranda, G., Tríbulo, R., Baruselli, P.S., Bó, G.A. (2003) Programas de inseminación a tiempo fijo en rodeos de cría: Factores que lo afectan y resultados productivos. Resúmenes V Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba, Argentina, p. 119-132.
20. Cutaia, L., Chesta, P., Picinato, D., Peres, L., Maraña, D. Bó, G.A. (2007) Inseminación artificial a tiempo fijo en vacas con cría y vaquillonas: fundamentos fisiológicos y aspectos prácticos. XXXV Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay, p. 16-37.
21. Day, M.L. (2004) Hormonal induction of estrous cycles in anestrous *Bos taurus* beef cows. *Anim. Reprod. Sci.* 82-83: 487-494.
22. de Castro, T., (2006) Alternativas hormonales y de manejo del amamantamiento para incrementar la eficiencia reproductiva en vacas de cría. Tesis de Maestría. Montevideo. Uruguay. Facultad de Veterinaria. 36 p.
23. de Nava, G.T. (2000) Discusión de una teoría productiva para el rodeo de cría manejado en condiciones pastoriles y de algunas brechas de información para alcanzar mejores performances. Estrategias para acortar el anestro posparto en vacas de carne. *INIA Serie Técnica* 108: 7-15
24. de Nava, G.T. (2008). Un tratamiento para la inducción de la ovulación en vacas con cría al pie asociado a inseminación artificial a tiempo fijo. En: Seminario de actualización técnica: Cría Vacuna. *INIA. Serie Técnica* 174: 182-188
25. de Nava, G.T. (2011) Reproducción en los rodeos de cría pastoriles: el enfoque de un veterinario de campo. XV Congreso Latinoamericano de Buiatría. XXXIX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay, p. 68-77.



26. de Nava, G.T., Burnham, D.L., McDonald, M.F., Morris, S.T. (1994) The effects of restricted suckling and prepartum nutritional level on reproductive performance of primiparous crossbred beef cows. Proc. New Zealand Soc. Anim. Prod. 54: 307-310
27. de Nava, G.T., Rodríguez, M. (2012) Evaluación de dos protocolos de inseminación a tiempo fijo en vaquillonas. XL Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay, p. 191-192.
28. DIEA (2011) Anuario estadístico agropecuario 2011. MGAP. Uruguay. CD ROM.
29. Drost, M., Thatcher, W.W. (1992) Application of gonadotrophin releasing hormone as therapeutic agent in animal reproduction. Anim. Reprod. Sci. 28: 11-19.
30. Echenagusia, M., Núñez, A., Pereyra, A., Riani, V. (1994) Efecto del destete temporario sobre la performance reproductiva, producción de leche y crecimiento del ternero de vacas Hereford bajo pastoreo en campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 64 p.
31. Echevarría, S., Zapiola, A., Callejas, S. (2009) Uso de dispositivos con 0.5 g de progesterona en vacas con cría cola de parición con servicio natural. Resúmenes VIII Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba, Argentina. CD-ROM.
32. Erosa, R., Mujica, S., Simeone, A. (1992) Efecto del manejo de la alimentación durante la gestación avanzada y del destete temporario al inicio del entore sobre la performance de vacas Hereford en campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 60 p.
33. Ferrari, J. M.; Freiría Carballo, G. (2011) Una Breve Reseña del Aporte del Agro a la Economía Nacional. Rev. Inst. Plan Agrop. 140: 64-68.
34. Geymonat, D.H. (1986) Efecto del destete temporario sobre la tasa de preñez de rodeos para carne. En: Molestina, J.C. Seminario sobre tecnología para el incremento de la tasa reproductiva de los rodeos. Montevideo, Uruguay. IICA. (Dialogo IX), p. 167-172.
35. González Chaves, S., Cledou, G., Cabodevila, J., Callejas, S. (2010) Uso de dispositivos intravaginales con progesterona e IATF para aumentar la

- eficiencia reproductiva en un rodeo de cría. XXXVIII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay, p. 112-113.
36. Grigera, J., Cledou, G., Callejas, S. (2009) Uso de dispositivos intravaginales con 0.558 g de progesterona combinado con benzoato de estradiol en vacas con cría en servicio natural. Resúmenes VIII Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba, Argentina .CD-ROM.
37. Grunert, E.; Berchtold, M. (1988) Infertilidad de la vaca. Montevideo. Hemisferio Sur. 475 p.
38. Hafez, E.S.E., Hafez, B. (2002) Reproducción e inseminación artificial en animales. 7a ed. South Carolina. McGraw-Hill Interamericana. 519 p.
39. Hill Secco, W. (1989) La estancia ganadera. Una empresa comercial. Montevideo. Hemisferio Sur. 145 p.
40. INAC. Disponible en: [www.inac.gub.uy/innovaportal/v/3104/1/innova.net/uruguay\\_pais\\_ganadero](http://www.inac.gub.uy/innovaportal/v/3104/1/innova.net/uruguay_pais_ganadero). Fecha de consulta: marzo 2012
41. Lacuesta, P., Vazquez, A.I. (2001) Efecto del destete precoz y la condición corporal al parto sobre la performance reproductiva de vacas primíparas. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 157 p.
42. Lucy M.C. (2003) Mechanisms linking nutrition and reproduction in postpartum cows. *Reprod. Suppl.* 61: 415-527
43. Lucy, M. C. (2008). Tratamientos para sincronización de celo en vacas de tambo en lactación en sistemas de pastoreo o feedlot. XXXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay, p. 30-34.
44. Macmillan, K.L., Thatcher, W.W. (1991) Effects of an agonist of gonadotropin-releasing hormone on ovarian follicles in cattle. *Biol. Reprod.* 45: 883-889.
45. Makarechian, M., Arthur, P.F. (1990) Effects unbody condition and temporary calf removal on reproductive performance of range cows. *Theriogenology* 34: 435-443.
46. McMillan, W.H., Hall, D.R.H., Oakley, A.P. (1995) Induction of early post-calving ovulation and oestrus in suckled beef cows. *Proc. New Zealand Soc. Anim. Prod.* 55: 261-264.

47. Mapletoft, R.J., Colazo, M., Martinez, M., Kastelic, J. P. (2005) Aplicación de IA a tiempo fijo en programas de bovinos de carne en Canadá. Resúmenes VI Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba, Argentina, p. 81-94.
48. Melton, B.E. (1995) Conception to consumption: The economics of genetic improvement. Proc. Beef Improvement Federation. 27th Research Symposium and Annual Meeting, Sheridan, WY: 40-71.
49. Menchaca, A., Chifflet, N. (2005) Caracterización de la actividad ovárica al inicio de los servicios en rodeos de cría. Jornadas Uruguayas de Buiatria XXIII. Paysandú, Uruguay, p. 190.
50. Menchaca, A., López, G., Chifflet, N. (2005) Impacto de un programa de IATF sobre la preñez obtenida durante los primeros 30 días de servicio en vacas de cría. . Jornadas Uruguayas de Buiatria XXIII. Paysandú, Uruguay, p. 191-192
51. Menchaca, A., López, G. (2007) Tasa de preñez obtenida con la administración de GnRH 48hs luego de un tratamiento con estradiol, progesterona y eCG en vaquillonas de dos años. Resúmenes VII Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba, Argentina, p. 259.
52. Montossi, F. (2008) Introduccion general. Seminario de Actualización Técnica: Cría Vacuna. INIA. Serie Técnica 174:5-6.
53. Moreira F., de la Sota R. L., Díaz T., Thatcher W.W. (2000) Effect of day of the estrous cycle at the initiation of a timed artificial insemination protocol on reproductive responses in dairy heifers. J. Anim. Sci. 78: 1568-1576.
54. Murphy, M.G., Boland, M.P., Roche, J.F. (1990) Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckled cows. J. Reprod. Fert. 90: 523-533
55. Nett, T.M., Cermak, D., Braden, T., Manns, G., Niswender, G. (1998) Pituitary receptors for GnRH and estradiol, and pituitary content of gonadotropins in beef cows. II. Changes during the postpartum period. Dom. Anim. Endoc. 5(1): 81-89.
56. Odde, K.G. (1990) A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. J. Anim. Sci. 68: 817-830.

57. Orcasberro, R. (1991) Estado corporal, control del amamantamiento y performance reproductiva de rodeos de cría. En: Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. INIA. Serie técnica 13: 158- 169.
58. Orcasberro, R. (1994) Propuesta de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría (Parte I). SERAGRO 206: 12-16.
59. Ospina, H., Campos, R., Sierra, M.A., Ximenes, R. (2007) Suplementación mineral-proteica en la cría bovina. Jornadas Uruguayas de Buiatria XXXV. Paysandú, Uruguay, p. 226-246.
60. Pérez-Clariget, R., Carriquiry, M., Soca, P. (2007) Estrategias de manejo nutricional para mejorar la reproducción en ganado bovino. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 15 (1): 114-119.
61. Peter, A.T., Vos, P.L.A.M., Ambrose D.J. (2009) Postpartum anestrous in dairy cattle: a review. Theriogenology 71: 1333-1342.
62. Pigurina, G. (2000) Situación de la cría en el Uruguay. INIA. Serie Técnica 108: 1-6.
63. Pursley J.R., Mee M.O., Wiltbank M.C. (1995) Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2alpha and GnRH. Theriogenology 44(7): 915-923.
64. Quintans, G. (2000) Importancia del efecto del amamantamiento sobre el anestro posparto en vacas de carne. En: Estrategias para acortar el anestro posparto en vacas de carne. INIA. Serie Técnica 108: 29-33.
65. Quintans, G. (2007) Efecto de distintas técnicas de control del amamantamiento sobre parámetros reproductivos y productivos. XXXV Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay, p. 158-166.
66. Quintans, G. (2008) La alternativa para incrementar la tasa de procreo: disminución del anestro posparto. En: Seminario de actualización técnica: Cría Vacuna. INIA. Serie Técnica 174: 99-109.
67. Quintans, G., Salta, M.V. (1988) Efecto del destete sobre el comportamiento reproductivo en vacunos. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 109 p.
68. Quintans, G., Pigurina, G., Paiva, N. (1999) Rodeo de cría. Alternativas de manejo para la zona este. Producción Animal, Unidad experimental Palo a Pique. INIA. Actividades de difusión 195: p. 1-23.

69. Quintans, G., Viñoles, C., Gari, C., Paiva, N. (2000) Destete a corral: Resultados preliminares. Producción Animal, Unidad experimental Palo a Pique. INIA. Actividades de difusión 225: 58 p.
70. Quintans, G. y Vázquez, A.I. (2002) Efecto del destete temporario y precoz sobre el período posparto en vacas primíparas. Seminario de actualización técnica : Cría y recría ovina y vacuna. INIA. Actividades de difusión 288: 110-122.
71. Randel, R.D. (1990) Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. J. Anim. Sci. 68: 853-862.
72. Rhodes, F.M., Burke, C.R., Clark, B.A., Day, M.L., Macmillan, K.L. (2002) Effect of trataments with progesterone and oestradiol benzoate on ovarian follicular turnover in postpartum anoestrous cows and cows which have resumed oestrus cycles. Anim. Reprod. Sci. 69(3-4): 139-150.
73. Roche, J.F., Diskin, M.G (2005) Introducción hormonal de la ovulación y sincronización del celo en bovinos. XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay, p. 27-32.
74. Rodriguez Blanquet, J.B. (2008) Tratamientos hormonales en vacas para carne (bos taurus) en anestro con cría al pie para mejorar su comportamiento productivo y reproductivo. Seminario de actualización técnica: Cría Vacuna. INIA. Serie Técnica 174: 189-199.
75. Rovira, J. (1996) Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo. Agropecuaria Hemisferio Sur. 288 p.
76. Rovira, F., Frachia, L. (2005) Investigación en Uruguay sobre la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría: 1963-2005. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía Universidad de la República. Uruguay. CD ROM.
77. Senger, P.L. (2005) Regulation of reproduction. Nerves, hormones and target tissues. En: Senger, P.L. (ed.). Pathways to pregnancy and parturition. 2a.ed. Washington, Pullman, p. 102-127.
78. Short, R.E., Bellows, R.A., Staigmiller, R.B., Berardinelli, J.G., Custer, E.E. (1990) Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. J. Anim. Sci. 68: 799-816.

79. Simeone, A. (1997) Prueba de destete precoz. Expoactiva Nacional. Resultados Técnicos. Plan Agropecuario: p. 11-21.
80. Simeone, A. (2000) Destete temporario, destete precoz y comportamiento reproductivo en vacas de cría en Uruguay. Estrategia para acortar el anestro posparto en vacas de carne. INIA. Serie Técnica 108: 35-39.
81. Simeone, A., Beretta, V. (1997) Manejo del rodeo de cría. Resultado económico de la aplicación de un destete precoz. Cangué. (Facultad de Agronomía, E.E.M.A.C.) 10: 2-7.
82. Simeone, A., Beretta, V. (2002) Destete precoz en ganado de carne. Paysandú. Facultad de Agronomía. Hemisferio Sur. 118 p.
83. Simeone, A., Beretta, V. (2008) Destete precoz: eficiencia y eficacia en cría vacuna. En: 10º Jornada anual de Unidad de Producción Intensiva de Carne: Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Facultad de Agronomía, E.E.M.A.C., p. 16-19.
84. Soca, P., Trujillo, A.I., Burgueño, J., Orcasberro, R. (1994) Propuesta de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría (Parte II). SERAGRO 207: 29-33.
85. Souza, A.H., Cunha, A.P., Caraviello, D.Z., M.C. Wiltbank, M.C. (2005) Profiles of circulating estradiol-17 $\beta$  after different estrogen treatments in lactating dairy cows. Anim. Reprod. 2(4): 224-232.
86. Stagg, K., Spicer, L.J, Sreenan, J.M., Roche, J.F., Diskin, M.G. (1998) Effect of calf isolation on follicular wave dynamics, gonadotrophin and metabolic hormone changes, and interval to first ovulation in beef cows fed either of two energy levels postpartum. Biol. Reprod. 59: 777-783.
87. Stahringer, R.C. (2001) Estrategias para el manejo de anestro post-parto en rodeos de cría. Congreso Nacional de Veterinaria. EEA INTA Colonia Benítez, Provincia de Chaco, Argentina: p. 1-9.
88. Stevenson, J.S, Knoppel, E.L., Minton, J.E., Salfen, B. E., Garverick, H.A. (1994) Estrus, ovulation, luteinizing hormone, and suckling-induced hormones in mastectomized cows with and without unrestricted presence of the calf. J. Anim. Sci. 72: 690-699.

89. Thatcher, W.W., Drost, M., Savio, J.D., Macmillan, K.L., Entwistle, K.W., Schmitt E.J., de la Sota, R.L., Morris, G.R. (1993) New clinical uses of GnRH and its analogues in cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 33: 27-49.
90. Twagiramungu, H., Guilbault, L.A., Dufour, J.J. (1995) Synchronization of ovarian follicular waves with a gonadotropin-releasing hormone agonist to increase the precision of estrus in cattle: a review. *J. Anim. Sci.* 73: 3141-3151.
91. Ungerfeld, R. (2002) Reproducción en los animales domésticos, Tomo I. Montevideo. Melibea. 289 p.
92. Urioste, J.I. (1996) La mejora genética como herramienta de mejora económica en el ganado de carne. Resúmenes de las conferencias, Primer Congreso Uruguayo de Producción Animal. Montevideo, Uruguay. p. 11-14.
93. Vizcarra, J.A. (1989) Condición corporal por apreciación visual en vacas Hereford. *Boletín FUCEA, CREA-Uruguay. Comunicación* 151: 23-28.
94. Williams, G.L. (1990) Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *J. Anim. Sci.* 68: 831-852
95. Williams, G.L. (2005) Efectos de la lactancia y la nutrición en la reproducción posparto de bovinos de carne. Resúmenes VI Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba p. 69-79
96. Williams, G.L., Griffith, M.K. (1995) Sensory and behavioural control of gonadotrophin secretion during suckling-mediated anovulation in cows. *J. Reprod. Fertil Suppl.* 49:463-475.
97. Yavas, Y., Walton, J.S. (2000a) Induction of ovulation in postpartum suckled beef cows: a review. *Theriogenology* 54(1): 1-23.
98. Yavas, Y., Walton, J.S. (2000b) Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. *Theriogenology* 54(1): 25-55.