

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN BIOECONÓMICA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A
TIEMPO FIJO EN BOVINOS PARA CARNE**

por

**Juan Pedro ETCHEVERS IRULEGUI
Joaquín GRASSO GONZÁLEZ
Gonzalo LENA VADORA**

**TESIS presentada como uno
de los requisitos para obtener
el título de Ingeniero
Agrónomo.**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2008**

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ing. Agr. Juan Bolívar Rodríguez

Dr. Vet. Elize Van Lier

Ing. Agr. Walter Cardozo

Fecha: -----

Autor: -----
Etchevers Irulegui Juan Pedro

Grasso González Joaquín

Lena Vadora Gonzalo

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestras familias y a todas aquellas personas que nos apoyaron y ayudaron constantemente, durante toda nuestra formación. Simplemente gracias.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</u>	3
2.1. <u>FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LA VACA</u>	3
2.1.1. <u>Endocrinología</u>	4
2.1.1.1. Hormonas hipotalámicas.....	4
2.1.1.2. Hormonas hipofisarias.....	4
2.1.1.3. Hormonas ováricas.....	5
2.1.1.4. Hormonas uterinas.....	6
2.1.2. <u>Ciclo estral</u>	6
2.2. <u>DINÁMICA FOLICULAR</u>	10
2.3. <u>ANESTRO POSTPARTO</u>	15
2.3.1. <u>Factores que afectan el anestro postparto</u>	18
2.3.1.1. Amamantamiento.....	19
2.3.1.2. Nutrición.....	24
2.3.1.3. Edad.....	29
2.3.1.4. Raza.....	30
2.3.1.5. Fotoperíodo.....	31
2.3.1.6. Efecto macho (Bioestimulación).....	31
2.3.1.7. Estrés y problemas al parto.....	32
2.4. <u>MÉTODOS DE INDUCCIÓN Y/O SINCRONIZACIÓN DE CELOS Y OVULACIONES</u>	32
2.4.1. <u>Métodos hormonales</u>	34
2.4.1.1. Prostaglandinas F2 α y sus análogos.....	34
2.4.1.2. Combinación de análogos de GnRH y PGF2 α	36
2.4.1.3. Progestágenos/progesterona.....	38
2.4.1.4. Uso de hCG y eCG (PMSG).....	45
2.4.2. <u>Métodos biológicos</u>	45
2.4.2.1. Control del amamantamiento.....	46
2.4.2.2. Efecto macho.....	51
2.4.3. <u>Métodos combinados</u>	52
2.4.3.1. GnRH y destete temporario.....	53
2.4.3.2. Progestágenos, benzoato de estradiol y destete temporario.....	54

3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	57
3.1. LOCALIZACIÓN.....	57
3.2. CLIMA.....	57
3.3. ANIMALES.....	59
3.4. TRATAMIENTOS.....	60
3.5. MEDICIONES.....	63
3.6. ANALISIS ESTADISTICO.....	64
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	65
5. <u>CONCLUSIONES</u>	77
6. <u>RESUMEN</u>	78
7. <u>SUMMARY</u>	79
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	80
9. <u>ANEXOS</u>	94

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio de los dos años del experimento.....	58
2. N° de vaquillonas asignadas a cada tratamiento y año.....	61
3. N° de vacas asignadas a cada tratamiento según época de parición y año.....	61
4. Preñez a los 30 y 60 días post-servicio en vaquillonas.....	65
5. Preñez a los 30 días post-servicio para vacas de parición temprana y tardía, según año y tratamiento.....	65
6. Preñez a los 60 días post-servicio para vacas de parición temprana y tardía, según año y tratamiento.....	66
7. Efecto de los años sobre la preñez a los 30 días en vaquillonas y vacas de parición tardía.....	65
8. Porcentaje de preñez (y proporción) a los 60 días post-servicio de acuerdo al Tratamiento y la Categoría, para los dos momentos de parición para el año 2005/06.....	74
Figura No.	
1. Fases del ciclo estral.....	7
2. Ciclo estral bovino.....	10
3. Desarrollo folicular durante el ciclo estral.....	11
4. Esquema de la partición de los nutrientes dentro del animal.....	24
5. Efecto del nivel de nutrición postparto y la condición corporal al parto sobre la duración del anestro.....	26
6. Esquema del Tratamiento I aplicado a vacas en anestro con cría al	

pie. Progestágeno (MAP por 7 días)+Benzoato de estrdiol (BE)+ Destete temporario (DT por 5 días).....	62
7. Esquema del Tratamiento I aplicado a vaquillonas ciclando normalmente. Benzoato de estrdiol (BE)+Progestágeno (MAP por 7 días)+Prostaglandina (PGF2α)+Benzoato de estrdiol (BE).....	62
Gráfica No.	
1. Precipitaciones y ETP durante el experimento.....	58
2. Efecto de los tratamientos sobre la preñez a los 30 días en vaquillonas post-servicio (IATF y servicio natural), para los dos años de experimento.....	67
3. Efecto de los tratamientos sobre la preñez a los 60 días en vaquillonas post-servicio (IATF y servicio natural), para los dos años de experimento.....	68
4. Efecto de los tratamientos sobre la preñez a los 30 días post-servicio (IATF), en vacas de parición temprana en el año 2006.....	70
5. Efecto de los tratamientos sobre la preñez a los 30 días post-servicio (IATF y servicio natural), en vacas de parición tardía para cada uno de los años.....	71
6. Interacción Tratamiento* categoría sobre la preñez a los 30 días post-servicio (IATF), en vacas de parición tardía.....	73
7. Efecto de la interacción Tratamiento*Condición corporal sobre la preñez a los 30 días post-servicio (IATF) en vacas de parición tardía..	75

1. INTRODUCCION

La fase de reproducción es la que lleva más gasto de energía (66%) del proceso global de producción de carne vacuna (Dickerson, 1978). Es importante resaltar que un 55% de la energía consumida en la fase de cría bovina corresponde a las necesidades de mantenimiento de una hembra en producción. Si a esto le agregamos un 28% de energía que es utilizada en el crecimiento de las hembras de reemplazo tenemos que un 83% de la energía que se usa en la fase de cría no se utiliza en la producción de terneros (Dickerson, 1978). Es decir que no incluye la energía de la gestación y lactación.

Con esta información se puede visualizar fácilmente que la cría vacuna es un proceso de por sí muy ineficiente. Y si a esto le agregamos que en nuestro país el porcentaje de destete está en el entorno del 63,6% promedio en los últimos 17 años (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2007), hace que todo el proceso de producción de carne sea muy ineficiente.

En los lugares del mundo donde la cría vacuna se realiza en sistemas pastoriles extensivos, el anestro postparto es el factor más importante que determina la fertilidad del rodeo de cría (Short et al., 1990). Diversos factores influyen en la duración del anestro postparto, siendo los de mayor relevancia la nutrición, el amamantamiento y el vinculo madre-hijo (reconocimiento mutuo entre la vaca y su ternero) (Williams, 1990). Esto trae como consecuencia que las vacas estén acíclicas al comienzo del servicio, y un porcentaje importante no logra hacerlo durante el mismo. El resultado final es una disminución en los porcentajes de preñez y menor número de vacas preñadas en los primeros 21 días de la época de servicio.

Normalmente a nivel nacional el período de parición es muy largo (mayor a 3 meses) lo que agrava aún más el comportamiento reproductivo del rodeo de cría.

A su vez el uso de Inseminación Artificial en el Uruguay es muy bajo (menor al 5%) (URUGUAY. MGAP. OPYPA, 2007) y menor aún de forma sincronizada.

Una de las formas de disminuir el intervalo comienzo del servicio-concepción, es sincronizando y/o induciendo los celos y ovulaciones por medio de diferentes protocolos. A nivel nacional e internacional se está investigando en diversos protocolos de inducción y/o sincronización de celos y ovulaciones con el fin de mejorar la baja eficiencia reproductiva.

Se define como objetivo general de este trabajo, contribuir al desarrollo de técnicas de inducción y sincronización de celos y ovulaciones, de bajo-mediano costo y de relativa fácil implementación, a fin de mejorar la productividad del rodeo nacional aumentando el porcentaje de preñez durante el primer tercio del entore.

Los objetivos específicos son:

- 1) Evaluar un protocolo de sincronización de celos y ovulaciones, combinando progestágenos, con un destete temporario e inseminar a tiempo fijo, en vaquillonas, vacas primíparas y vacas multíparas.
- 2) Evaluar las tasas de preñez obtenida a los 30 y 60 días de haber realizado la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) y compararlas con las tasas de preñez obtenidas en el servicio natural que realiza el productor.
- 3) Realizar un análisis económico comparando, el protocolo utilizado para realizar la IATF, contra el servicio natural.

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1. FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE LA VACA

La fisiología reproductiva de la vaca está regulada por diferentes hormonas, las cuales interactúan continuamente. La interacción de estas hormonas se traduce en diferentes señales para el/los ovocitos presentes en los ovarios. Estos son liberados (ovulación) al oviducto, donde pueden ser fecundados. El período de tiempo (días) transcurrido entre dos celos consecutivos, se denomina ciclo estral y en condiciones normales, el celo se repite cada 21 días (+/- 4) a lo largo del año.

El hipotálamo es el centro de procesamiento e integración de la información recibida traduciéndola en una respuesta neurohormonal que evoca las respuestas fisiológicas. Existe un sistema portahipofisiario que permite una conexión directa entre el hipotálamo y la hipófisis. Es por este flujo sanguíneo que se da el pasaje de hormonas desde el hipotálamo hacia la hipófisis (Fernández Abella, 1993).

La vaca es una especie de ciclo poliéstrico continuo o poliéstrica no estacional dado que presenta varios ciclos estrales al año, sin tener una estacionalidad tan marcada como en los ovinos, cabras y animales salvajes.

Desde el punto de vista biológico el ciclo estral permite (periódicamente) poner en contacto gametos femeninos con masculinos, coordinando los mecanismos de foliculogénesis y ovulación, transporte y sobrevivencia de espermatozoides y anidación del embrión (Fernández Abella, 1993).

El estro y la ovulación pueden estar ausentes un período variable de tiempo al cual se denomina anestro. Este puede deberse a la gestación y a los períodos lactacional, período postparto y prepuberal; y se ve influenciado por factores como amamantamiento, nutrición, raza, edad y otros factores.

2.1.1. Endocrinología

2.1.1.1. Hormonas hipotalámicas

La glándula hipotalámica (hipotálamo) ocupa una pequeña porción del encéfalo. Es aquí donde se produce la Hormona Liberadora de Gonadotropina (GnRH), vasopresina, factor inhibidor de la prolactina y la oxitocina.

La GnRH induce y controla la liberación de Hormona Luteinizante (LH) y Hormona Folículo Estimulante (FSH) a nivel de la hipófisis, la oxitocina estimula las contracciones uterinas, facilitando el transporte de espermatozoides, actúa en el parto, facilita la eyección de la leche y la liberación de PGF2 α (Fernández Abella 1993, Oliver et al. 1997, Yavas y Walton 2000a).

2.1.1.2. Hormonas hipofisarias

La glándula hipofisaria (hipófisis) se localiza en la silla turca, una depresión ósea en la base del encéfalo. Esta glándula se divide en dos partes anatómicamente distintas, lóbulo anterior (adenohipófisis) y lóbulo posterior (neurohipófisis).

La adenohipófisis es la encargada de producir hormonas gonadotrópicas importantes: la FSH y la LH ambas con acción primaria sobre las gónadas (Hafez, 1996).

La FSH estimula el crecimiento y la maduración de los folículos, representando el factor principal para inducir el crecimiento de los mismos en el ovario. En presencia de la LH, la FSH estimula la producción de estrógenos, a partir de las células de la granulosa del folículo (Hafez, 1996).

La LH causa la ruptura de la pared folicular y la ovulación de folículos maduros, maduración de ovocitos y formación y mantenimiento del cuerpo lúteo. También estimula la secreción de progesterona a partir de las células luteínicas del ovario (Hafez, 1996).

2.1.1.3. Hormonas ováricas

En los ovarios se producen los estrógenos y la progesterona, a partir de los folículos ováricos y del cuerpo lúteo respectivamente. Los estrógenos promueven el comportamiento de celo, estimulan los caracteres sexuales secundarios, crecimiento del aparato reproductor, contracciones uterinas y crecimiento de los conductos mamarios en la glándula mamaria. A su vez controlan la liberación de gonadotropinas, estimulan la captación de calcio de los huesos y tienen efectos anabólicos.

La progesterona es secretada por el cuerpo lúteo. Esta hormona actúa preparando al útero para el implante del embrión y el mantenimiento de la gestación, reduciendo la motilidad del miometrio e inhibiendo el pico ovulatorio de LH, motivo por el cual juega un papel importante en la regulación del ciclo estral. A nivel hipotalámico ejerce un feedback negativo inhibiendo la liberación de GnRH y por lo tanto la de LH (Rubianes y Regueiro, 2001).

También los ovarios son los responsables de la producción de oxitocina, relaxina e inhibina. Es de recordar que la oxitocina también es liberada por la neurohipofisis.

La oxitocina tiene un papel fundamental al momento del parto provocando las contracciones del útero. Activa la eyección de leche en las glándulas mamarias, segundos después que las crías comienzan a mamar. Así como también estimula la síntesis de prostaglandina F₂α en el endometrio uterino (García Sacristán et al., 1996).

La inhibina es producida en las células de la granulosa e inhibe la liberación de la FSH sin alterar la liberación de la LH. Esta hormona tiene dos mecanismos de acción. Primero suprime la liberación de la FSH y luego suprime la unión de la FSH a las células de la granulosa folicular (Peters y Ball, 1995). De este modo la inhibina participa en la regulación del crecimiento de los folículos (Hafez, 1996).

La relaxina es secretada principalmente por el cuerpo lúteo durante la preñez y tiene como función dilatar el cuello del útero y vagina antes del parto (Hafez, 1996).

2.1.1.4. Hormonas uterinas

El endometrio del útero es el responsable de la producción de hormona prostaglandina F2 α (PGF2 α).

La PGF2 α en la vaca actúa a nivel local por transferencia y difusión, desde la vena útero-ovárica hacia la arteria ovárica. El mecanismo de acción de las PGF2 α es mediante el bloqueo de los receptores de LH presentes en el cuerpo lúteo compitiendo así con la hormona luteinizante y provocando el cese de la actividad del cuerpo lúteo (McDonald, 1991).

Las funciones de la PGF2 α son estimular las contracciones uterinas, desempeña una función en el transporte de los espermatozoides, tanto en la hembra como en el macho; provoca constricción de los vasos sanguíneos y tiene efecto luteolítico en animales domésticos. También participa en la inducción del trabajo de parto al final de la gestación mediante su acción sobre el músculo liso del útero (McDonald, 1991).

2.1.2. Ciclo estral

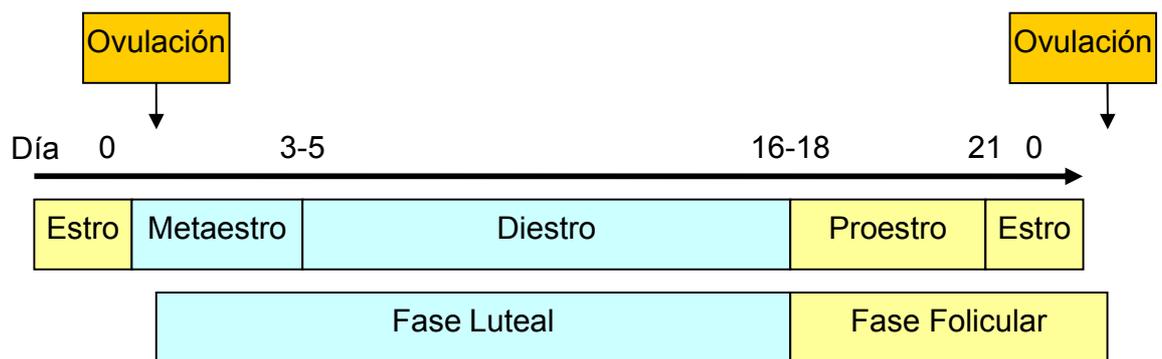
El ciclo estral se mide en días y es el conjunto de eventos que se repiten sucesivamente entre dos estros (con ovulación del folículo dominante) consecutivos, definiéndose el estro como el periodo en que la hembra acepta la monta del macho. De esta forma se pondrían en contacto los gametos femeninos y masculinos, dándole a la hembra sucesivas oportunidades de quedar preñada (Rubianes y Regueiro, 2001).

El ciclo estral está regulado directamente por la acción de las hormonas del ovario (estrógenos y progesterona principalmente), otras secretadas del lóbulo anterior de la hipófisis (FSH y LH) y también por la prostaglandina F2 α (hormona uterina) (McDonald, 1991).

El ciclo estral presenta dos fases. Una fase Luteal y una fase Folicular. A su vez estas dos fases están divididas en dos etapas. La fase Luteal se divide en Metaestro (5 días) y Diestro (11 a 13 días), con una duración total de 16-18

días. La fase Folicular dura aproximadamente 3 a 5 días y comprende el Proestro (3-4 días) y el Estro (0.5 días). (Ver figura 1 y 2).

Figura 1: Fases del ciclo estral



- Proestro = período anterior al estro (día 19 al 21)
- Estro = período de receptividad sexual (día = 0)
- Metaestro = fase postovulatoria (día 1 al 5)
- Diestro = (día 5 al 18)

Fase folicular: Es el período donde regresa el cuerpo lúteo (siendo la PGF2 α de origen uterino la responsable) del ciclo estral y esta asociado a una disminución de los niveles de progesterona (proestro). Se produce un crecimiento folicular rápido por estimulación de gonadotropinas (FSH), lo que trae aparejado un incremento progresivo de estrógenos secretado por los folículos en desarrollo (McDonald, 1991). Los niveles de estrógenos en circulación aumentan progresivamente hasta alcanzar un nivel crítico capaz de estimular el hipotálamo, produciendo así aumento de GnRH y por consiguiente un pico de LH. Este pico de LH que precede la ovulación, alcanza valores 10 a 20 veces mayores a los basales (Rubianes y Regueiro, 2001).

Los pulsos de LH aumentan por las mayores cantidades de estradiol y el surgimiento de un pico preovulatorio de LH es inducido como resultado de esto (Cavestany 1985, Kinder et al. 1996).

Al aumentar las concentraciones de estradiol y no haber progesterona en sangre, a nivel de hipotálamo se pierde el efecto de feedback negativo (antes

existente), provocado por la progesterona y por las bajas concentraciones de estradiol; aumentando así la pulsatilidad de la GnRH y por ende de la FSH y LH, estimulando el crecimiento folicular, el pico de LH y la ovulación (Cavestany 1985, Garcia Sacristán et al. 1996, Kinder et al. 1996).

Cuando los estrógenos alcanzan su máximo nivel, se induce el comportamiento de celo: se estimula la receptividad al macho y la vaca permite la monta ya sea de hembras o de machos. También intenta montar, está nerviosa y muge frecuentemente; presenta secreciones mucosas en la vulva, la cual pierde su rugosidad característica debido al edema, adquiriendo una coloración más rojiza. Al mismo tiempo que se dan todos los cambios que permiten la ovulación y comienzo de la formación del cuerpo lúteo. Esta etapa de estro dura 18 ± 6 horas (McDonald 1991, Garcia Sacristán et al. 1996).

Luego de 12 -24 horas de comenzado el celo, el Sistema Nervioso se torna refractario al estradiol y cesan todas las manifestaciones psíquicas del mismo (McDonald 1991, Garcia Sacristán et al. 1996). El período inmediato a la finalización del celo es el metaestro (3 a 4 días normalmente) en que ocurre la ovulación de la vaca y comienza la organización celular y desarrollo del cuerpo lúteo.

La ovulación se da 28-32 horas de iniciado el celo y es desencadenada por el pico preovulatorio de LH (McDonald 1991, Garcia Sacristán et al. 1996).

Fase luteal: Es la de mayor duración dentro del ciclo estral 16-18 días. La fase luteal comienza en el día de la ovulación (día 1) y termina el día 16-18.

La fase lútea comienza con el metaestro (día 1 al 5 del ciclo estral) es donde se realiza la formación del cuerpo lúteo (luteinización), se dan cambios morfológicos y bioquímicos que permiten que las células foliculares se transformen en células luteales. Este cuerpo lúteo se vuelve parcialmente funcional, aproximadamente el quinto día (día 0= celo) (Rubianes y Regueiro, 2001). Luego de la ovulación del folículo dominante, el cuerpo lúteo es formado desde las células luteinizadas de la granulosa y de la teca del folículo que ovuló (Roche, 1999).

Luego del metaestro sigue el diestro, que es la etapa más larga del ciclo estral y dura normalmente 11 a 13 días y se caracteriza por presencia del cuerpo lúteo totalmente funcional.

La concentración de progesterona comienza a aumentar luego de la ovulación y continúa incrementándose en la fase luteal temprana (día 4-5), alcanzándose la máxima concentración el día 8-17 del ciclo estral, debido a que existe un cuerpo lúteo funcionalmente activo.

La progesterona secretada en la fase luteal ejerce varios efectos durante el ciclo estral (Rubianes y Regueiro, 2001):

1) realiza un "priming" sobre los centros comportamentales del cerebro (Hipotálamo–Hipófisis) de forma tal que el comportamiento de celo será inducido por el aumento posterior de estrógenos en la fase folicular,

2) modula el desarrollo folicular de forma tal, que el siguiente pico de LH inducirá la formación de un cuerpo lúteo normal.

3) disminuye la frecuencia de pulsos de la hormona hipotalámica liberadora de gonadotrofinas (GnRH), por lo que se inhibe la secreción tónica de LH.

Debido al feedback negativo que la progesterona ejerce a nivel hipotalámico (disminuye la liberación de LH en la fase luteal, no de FSH), se produce la atresia de los folículos dominantes (Roche, 1999, ver ítem 2.2. DINÁMICA FOLICULAR).

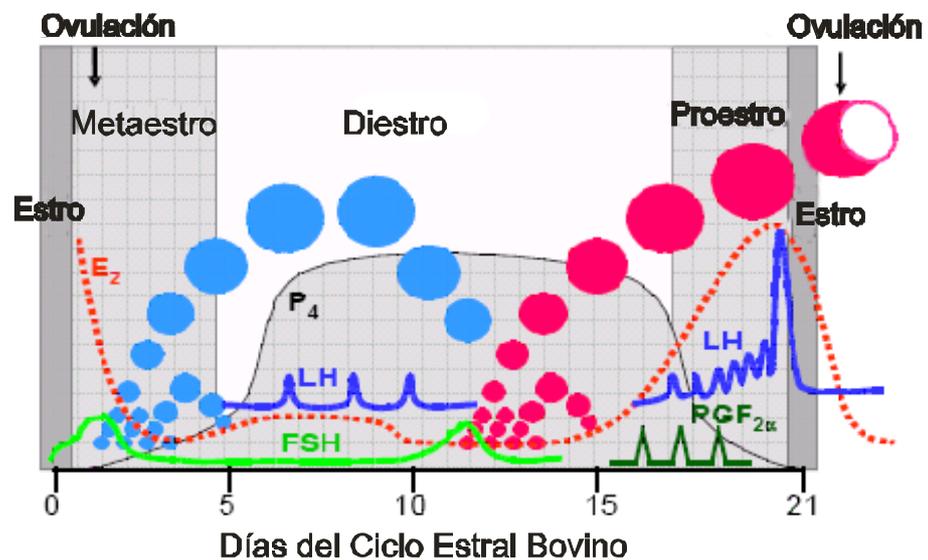
En el día 16 - 18 de ciclo estral del bovino se inicia el mecanismo que culmina con la regresión del cuerpo lúteo (luteólisis) y consecuentemente disminuye el nivel plasmático de progesterona. En este momento el útero juega un rol preponderante a través de la producción endometrial y liberación de PGF2 α hacia la vena uterina y posteriormente a la arteria ovárica. La PGF2 α impacta el cuerpo lúteo provocando su regresión y originando una cicatriz llamada Cuerpo Albicans (Rubianes y Regueiro, 2001).

En contraste a las concentraciones basales de LH en esta fase, hay períodos secuenciales de aumento y disminución de la concentración de FSH, las que se relacionan con la emergencia de nuevas ondas foliculares. Es decir la progesterona no tendría una retroalimentación negativa. La progesterona y 17 β -estradiol son los principales factores responsables de la menor frecuencia

de pulsos de LH durante la fase luteal del ciclo estral bovino (Kinder et al., 1996).

Si bien el estradiol sólo es un inhibidor muy débil de la secreción de FSH, tiene una acción sinérgica con la inhibina para inhibir fuertemente la secreción de FSH (Roche 1999, Wiltbank et al. 2002).

Figura 2: Ciclo estral bovino



Fuente: adaptado de McDonald (1991).

2.2. DINÁMICA FOLICULAR

El crecimiento folicular constituye un proceso que se encuentra regulado por las gonadotropinas (fundamentalmente por la FSH y en menor grado por la LH) una vez que el animal ha alcanzado la pubertad y la subsiguiente madurez sexual. El patrón de las concentraciones de FSH circulante está funcionalmente relacionado con el patrón de crecimiento folicular (Wiltbank et al., 2002).

Durante el ciclo estral del bovino hay períodos de crecimiento y regresión de los folículos ováricos. Los folículos ováricos en bovinos crecen en ondas. Una onda folicular consiste en la emergencia sincrónica de un grupo de

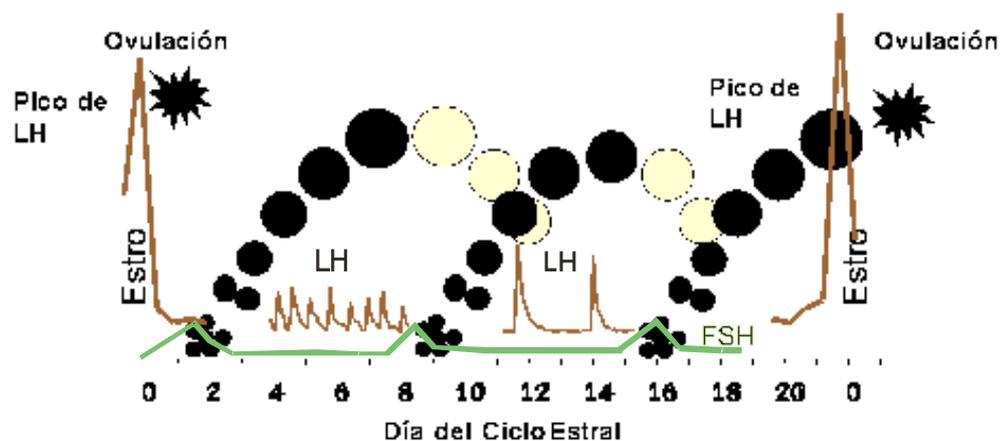
folículos antrales con un diámetro de 4-5 mm. Un folículo (dominante) se selecciona mientras el resto de los folículos (subordinados) se vuelven atrésicos, es decir que involucionan y mueren (Lucy et al., 1992).

A mediados de la gestación, el ovario del feto bovino contiene su población completa de ovogonias. Estas ovogonias están contenidas dentro de los folículos primordiales y los primeros estadios de desarrollo folicular comienzan durante éste período. Al momento del nacimiento, la hembra bovina posee en el ovario alrededor de 400.000-500.000 folículos primordiales que en forma gradual y continua, comienzan a transformarse en folículos antrales. Una vez que un folículo comienza éste proceso de crecimiento alcanzará uno de dos destinos: ovulación o atresia. La mayoría de estos folículos se van a atresiar (McDonald 1991, Wiltbank 1998).

El ciclo estral puede tener de 1 a 4 ondas foliculares, normalmente 2 o 3 (en el 80% de los casos), con una duración aproximada entre ondas de 7 a 14 días (Wiltbank 1998, Wiltbank et al. 2002). Ver figura 3: Desarrollo folicular durante el ciclo estral.

Las ondas de crecimiento folicular no solo ocurren en animales ciclando, también están presentes en animales prepúberes (Evans et al., 1994), en animales en anestro posparto y nutricional (Savio et al., 1990), y durante la mayor parte de la preñez (Thatcher et al. 1991, Ginther et al. 1996).

Figura 3: Desarrollo folicular durante el ciclo estral



Fuente: adaptado de Wiltbank (1998).

Alrededor del momento de la ovulación comienza a desarrollarse una onda folicular. De este grupo de folículos se va a seleccionar un folículo dominante que continúa creciendo mientras que el resto de los folículos de la onda folicular se atresian. Debido a la presencia de un cuerpo lúteo funcional y altas concentraciones de progesterona este folículo dominante no induce un pico de LH, comportamiento de celo, ni sigue hasta la ovulación (se atresia). Así comienza otra nueva onda folicular, en la cual el folículo dominante va a ovular o atresarse dependiendo si es un ciclo con dos o tres ondas (Wiltbank et al., 2002).

Hay dos picos de FSH alrededor del momento del celo que son difíciles de distinguir por ser muy seguidos. El primer pico corresponde al pico de GnRH/LH-FSH que induce la ovulación y el segundo ocurre alrededor del momento de la ovulación y esta asociado con la emergencia de la primera onda folicular. Este aumento de la FSH es esencial para la emergencia de una onda folicular (Wiltbank et al., 2002).

En general, la emergencia de la onda folicular ha sido determinada retrospectivamente con ultrasonografía como el momento en el cual los primeros folículos de la onda alcanzaron ≥ 4 mm. El momento de emergencia ocurre en el momento del pico de FSH. Luego de la emergencia, los folículos siguen creciendo y la concentración de FSH comienza a disminuir hasta el momento de la desviación folicular (Wiltbank, 1998).

La desviación folicular se ha identificado como el comienzo de la mayor diferenciación (en cuanto a diámetros) entre el folículo más grande (folículo dominante) y el segundo folículo en tamaño. Las concentraciones de FSH alcanzan su valor más bajo cercano al momento de la desviación folicular (8,5 mm. aproximadamente) y esta disminución es fundamental para la selección de un solo folículo dominante (Wiltbank et al., 2002).

La interacción bidireccional entre la secreción de FSH (por parte de la hipófisis) y la secreción ovárica de inhibidores de la FSH es la que rige el desarrollo de las ondas foliculares. Esta interacción está presente en casi todas las fases de la reproducción bovina (Wiltbank et al., 2002).

Al no haber folículos ≥ 4 mm. de diámetro presentes en los ovarios, las concentraciones de FSH aumentan, lo cual indica que las sustancias inhibitorias

de las FSH provienen de los folículos ≥ 4 mm. Los dos inhibidores de la FSH secretados por los folículos son la inhibina y el estradiol (Wiltbank et al., 2002).

La inhibina es secretada por folículos de todos los tamaños, mientras que el estradiol circulante comienza a aumentar después de la selección de un folículo dominante después de la desviación. Las concentraciones máximas de FSH se observan al momento de la emergencia de una onda folicular probablemente debido a las bajas concentraciones de inhibina y estradiol (Peters y Ball, 1995).

El estradiol solo es un inhibidor débil de la secreción de FSH pero tiene una acción sinérgica con la inhibina para inhibir fuertemente la secreción de FSH. La concentración de estradiol aumenta alrededor de la selección folicular momento en el cual se da la menor concentración de FSH (Wiltbank et al., 2002).

La concentración de estradiol, es el mejor indicador de la presencia de un folículo dominante en el ovario, más aún que el diámetro del mismo. Ya que es posible que la estructura del folículo dominante siga presente en el ovario por un tiempo, luego de que se haya comenzado la atresia y declinando los niveles de estradiol (Rhodes, citado por Fike et al., 1999).

Un aspecto fundamental del crecimiento folicular es que hasta el momento de la desviación solo hay interacción entre la hipófisis y los folículos sin intervención del hipotálamo. Por lo tanto esta interacción puede seguir ocurriendo ante la presencia de estados fisiológicos ovulatorios o anovulatorios muy diferentes (Wiltbank et al., 2002).

El Reclutamiento es el proceso donde un conjunto de folículos comienza a madurar en un medio de suficiente estimulación gonadotrópica (fundamentalmente FSH) que permite el avance hacia la ovulación. La Selección es el proceso por el cual un único folículo es elegido y evita la atresia, con el potencial de llegar a la ovulación. La Dominancia es el medio por el cual el folículo seleccionado domina ejerciendo un efecto inhibitorio sobre los folículos de la misma onda y en los nuevos folículos en reclutamiento (Lucy et al. 1992, Kinder et al. 1996). Este folículo, que alcanza un tamaño superior a los demás, es responsable de la mayor secreción de estradiol y adquiere la

capacidad de continuar su desarrollo en un medio que se torna adverso para el resto de los folículos (Lucy et al. 1992, Driancourt 2001).

El crecimiento del folículo hasta la etapa de formación del antro no es estrictamente dependiente de gonadotropinas (Hafez 1996, Driancourt 2001, Mapletoft et al. 2001, Wiltbank et al. 2002). Las siguientes etapas del crecimiento folicular son responsabilidad de la FSH. La maduración final del folículo ovulatorio depende de la pulsatilidad de la LH. La FSH promueve la mitosis de las células de la granulosa, la formación del antro folicular y aumenta la sensibilidad a la LH al aumentar el número de receptores a la misma. La producción de estradiol, que depende del tamaño folicular, determinará cuál folículo adquirirá los receptores de LH necesarios para la ovulación y la luteinización (Hafez 1996, Driancourt 2001).

Cuando la onda folicular no culmina con la ovulación, el folículo dominante comienza a regresar. Así se levanta la retroinhibición de los estrógenos e inhibina sobre la liberación de FSH hipofisiaria, ésta aumenta determinando el inicio de una nueva onda folicular (Rubianes y Regueiro, 2001). El principal efecto de la FSH en el proceso de crecimiento folicular, es inducir la actividad de la aromatasas, luego de ligarse a sus receptores en las células de la granulosa. Esto explica el porqué los folículos ganan habilidad de producir estradiol a partir de precursores (andrógenos) en las células tecales (Driancourt, 2001).

A partir de la desviación folicular se da un aumento de los receptores de LH, por lo tanto esta hormona adquiere gran importancia sobre el crecimiento folicular luego de la desviación (Wiltbank et al., 2002).

El crecimiento folicular antes de la selección folicular depende de la FSH, pero después de la selección folicular, depende de los pulsos de LH (Wiltbank et al., 2002).

Al momento de la selección hay una adquisición de respuesta a la LH en el folículo, debido a que en este momento aumentan los receptores de LH en las células de la granulosa, por lo que el crecimiento máximo del folículo dominante y la producción de estradiol folicular son regulados por la cantidad de pulsos de LH (Wiltbank 1998, Yavas y Walton 2000a, Wiltbank et al. 2002).

El destino funcional del folículo dominante esta determinado por la frecuencia de pulsos de LH. El intervalo para lograr pulsos de LH de 1 pulso/hora requerido para la ovulación es variable, y depende de factores no esteroideos que regulan a la GnRH (Roche, 1999).

Al no haber progesterona en sangre por la regresión natural del cuerpo lúteo, el folículo preovulatorio alcanza su mayor tamaño y produce cantidades considerables de estradiol. En este momento, el estradiol circulante alcanza una concentración y duración suficiente para inducir el comportamiento de celo y el pico de LH. Por lo que va a haber una ovulación 24 a 32 horas después del pico de LH (Wiltbank et al., 2002).

La ovulación es la liberación del óvulo, junto con el líquido antral y el cúmulo de células que lo rodea por medio de la ruptura de la pared folicular. En el momento de la ovulación se presenta una ligera hemorragia en el punto de ruptura, y las paredes rotas del folículo sobresalen. El líquido antral y las células del cúmulo salen con el óvulo y permanecen las células de la granulosa y de la teca formando el cuerpo hemorrágico (Roche, 1999).

Luego de la ovulación, se forma el cuerpo lúteo a partir de las células foliculares remanentes (células de la granulosa y tecales) y hay un aumento progresivo de progesterona circulante a medida que el cuerpo lúteo va creciendo (Wiltbank et al., 2002).

2.3. ANESTRO POSTPARTO

El ciclo estral puede verse interrumpido por períodos de tiempo indeterminado. Esto es conocido como anestro. El anestro postparto es el principal factor que contribuye a la baja eficiencia reproductiva en los rodeos de cría, produciendo pérdidas económicas a los productores de carne (Short et al., 1990).

El anestro postparto es un período de transición en el cual el eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero se recupera de la preñez previa siendo un evento fisiológico normal luego del parto. Su duración está determinada por varios factores entre los cuales se destacan el amamantamiento, el status nutricional, edad (edad al parto), fotoperíodo, fecha de parto (estación de

parición), variaciones genéticas de la vaca, estrés, presencia de toros y problemas al parto (distocia y/o retención de placenta). La categoría más afectada es la vaca de primera cría (Williams 1990, Yavas y Walton 2000a, de Castro et al. 2002).

Son necesarias de dos a tres semanas postparto para que se lleve a cabo la involución uterina (Short et al., 1990). La involución uterina consiste en volver a su posición normal cercana a la zona pélvica y adquirir el tamaño y funcionamiento del útero propios de un animal no gestante (Hafez, 1996). La involución uterina no se ve afectada por gonadotropinas, esteroides ováricos, estrógenos y progestágenos exógenos. Su duración esta determinada por la concentración y duración de la oxitocina y PGF2 α (Yavas y Walton, 2000a).

La disminución del tamaño uterino se debe a las contracciones miométrales, debida a la secreción sostenida de PGF2 α después del parto, lo que incrementa el tono uterino y contribuye a que el útero elimine los loquios y las posibles infecciones a través del cuello. Por su parte la regeneración completa del endometrio ocurre en la cuarta o quinta semana postparto (Hafez, 1996).

La involución uterina no tiene relación con el largo del anestro ya que no está relacionada con la actividad ovárica y se producen ovulaciones antes de terminada la misma (Rovira, 1973). Sin embargo, un útero no involucionado constituye una barrera para la fertilidad, ya que implica una barrera física para el transporte espermático y posible implantación del embrión (Short et al., 1990).

En la preñez tardía (a partir de los cuatro meses de gestación) el eje hipotálamo-hipofisario responde al feedback negativo que ejercen los esteroides (estrógenos y progesterona) producidos por la placenta y los ovarios. Estas hormonas suprimen la liberación de GnRH y FSH, por lo que se da su acumulación en el hipotálamo y en la adenohipófisis respectivamente, no encontrándose en esta etapa actividad folicular en los ovarios. En este momento las reservas de LH en la adenohipófisis son inexistentes (Yavas y Walton 2000a, de Castro et al. 2002, Baruselli et al. 2004, Cutaia et al. 2007).

Enseguida de la parición, hay un drástico incremento en la pulsatilidad de FSH (ya que no esta presente el feedback negativo causado por los

esteroides ante mencionados), que es seguida por la emergencia de la primera onda folicular 2 a 7 días postparto (Wiltbank et al., 2002). Desde el día 10 hasta el 21 postparto se observa dominancia folicular. Sin embargo, el primer folículo dominante se vuelve atrésico, emergiendo una nueva onda folicular (Baruselli et al., 2004). Esto indica que es la LH y no la FSH la hormona que limita el retorno a la actividad cíclica de los ovarios en el postparto (Yavas y Walton 2000a, de Castro et al. 2002, Baruselli et al. 2004, Cutaia et al. 2007).

Stagg et al. (1995) en un estudio sobre vacas de carne amamantando observaron la secuencia de desarrollo y regresión de entre 8 o 9 folículos dominantes previo a la primera ovulación postparto. Estos autores demostraron que el largo del anestro postparto no se debe a una falta de desarrollo de folículos sino a una falla en la ovulación de los mismos.

La LH es la responsable del crecimiento final de los folículos luego de la dominancia y la maduración del ovocito. Estos folículos en crecimiento producen altos niveles de estrógenos, lo que a su vez causa el estro y el pico de GnRH que estimula el pico de LH, causante de la ovulación (Wiltbank et al., 2002).

La concentración de LH en la adenohipófisis comienza a aumentar gradualmente desde el día 15 a 30 postparto. Una vez que los depósitos de LH en la adenohipófisis están llenos, alrededor del día 30 postparto, la vaca estaría en condiciones de comenzar a ciclar (Yavas y Walton, 2000a). Sin embargo, puede que el anestro postparto se mantenga (no comience a ciclar la vaca), debido a la influencia de los diferentes factores anteriormente mencionados que afectan el largo del anestro postparto.

La primera ovulación postparto generalmente no es acompañada de comportamiento estral (ovulación silenciosa), aunque el óvulo liberado es un óvulo fecundable normal (Short et al., 1990). Esto es debido a la falta de concentraciones previas de progesterona que sensibilicen los centros superiores (Hipotálamo-Hipófisis) para que los altos niveles de estradiol induzcan el celo (Yavas y Walton 2000a, de Castro et al. 2002).

Luego de esta ovulación silenciosa, la actividad cíclica es seguida por un ciclo de corta duración (8-12 días) en el 70-80% de las vacas. Estos ciclos cortos se dan debido a una liberación temprana de prostaglandinas (PGF₂α)

desde el endometrio uterino, lo que resulta en una luteólisis prematura (Yavas y Walton, 2000a).

Este cuerpo lúteo de vida corta, produce poca progesterona y por poco tiempo. Esta hormona en poca cantidad y por poco tiempo es necesaria para una fase luteal normal en el próximo ciclo estral que está relacionada con una mayor fertilidad en el celo subsiguiente (Rivera y Alberio, 1991). La progesterona actúa a nivel del eje hipotálamo–hipófisis mejorando la secreción de gonadotropinas, por lo que este primer ciclo corto es seguido de una ovulación y formación del cuerpo lúteo de vida y actividad secretora normal (Rivera y Alberio 1991, Hafez 1996).

El reinicio de la actividad postparto lo antes posible es esencial para que las vacas tengan el suficiente tiempo para volver a quedar preñadas y por lo tanto optimizar la eficiencia reproductiva del rodeo, logrando obtener un ternero por vaca por año (Rovira 1973, Hafez 1996).

2.3.1. Factores que afectan el anestro postparto

La duración del anestro postparto esta determinada por varios factores que interaccionan entre sí. Existen discrepancias entre los diferentes autores que estudiaron este tema, en cuanto a la clasificación de los factores que afectan al anestro postparto. Estos factores pueden clasificarse en primarios (por ser los que tienen mayor influencia) y secundarios.

Los factores primarios son nutricionales (la condición corporal asociada al balance energético postparto), el amamantamiento y el vínculo materno. Mientras que los factores secundarios son raza, edad del animal, estacionalidad, problemas al parto (distocia, retención de placenta) y/o sanitarios y presencia de toros (Williams, 1990).

Yavas y Walton (2000a) incluyen a la estacionalidad (fotoperíodo) y a la edad al parto dentro de los principales factores que afectan el anestro postparto. Todos estos factores interactúan entre sí afectando el intervalo parto-celo y/o parto-ovulación. Por esta razón el control del anestro postparto es muy complejo.

2.3.1.1. Amamantamiento

Diversos trabajos han sido realizados para comprender cuales son los mecanismos por los cuales la interacción vaca-ternero y el amamantamiento prolongan el anestro postparto. Las estrategias para estudiar dichos efectos incluyeron: la denervación de las ubres, estimulación manual de los pezones, mastectomías, enmascaramiento de la ubre, ordeño, amamantamiento restringido, retiro de los terneros, colocación de terneros ajenos (terneros ajenos) (Short et al. 1990, Williams 1990, Stevenson et al. 1994, Williams y Griffith 1995a, Hoffman et al. 1996, Lamb et al. 1997, Lamb et al. 1999).

La interacción vaca-ternero se puede definir como el reconocimiento mutuo por medio de señales sensoriales (auditivas, olfativas, visuales y táctiles). Mientras que el amamantamiento es definido como el posicionamiento que adquiere el ternero con respecto a la madre, con estimulación de la zona inguinal y de las ubres de la vaca, succión de los pezones y extracción de leche.

La interacción vaca-ternero en la rutina de amamantar es uno de los principales factores inhibitorios del retorno a la actividad cíclica ovárica en el postparto (Williams y Griffith 1995a, Griffith y Williams 1996, Lamb et al. 1997, Lamb et al. 1999, Yavas y Walton 2000a, de Castro et al. 2002).

Las vacas que amamantan a sus terneros *ad libitum* presentan un intervalo parto-primera ovulación más largo, que vacas destetadas (Hoffman et al. 1996, Lamb et al. 1997, 1999).

Stevenson et al. (1994), Hoffman et al. (1996) observaron que vacas mastectomizadas o con las ubres intactas pero que a sus terneros se les restringía el contacto con la zona inguinal (el ternero permanece junto a la vaca en ambos casos), ovulaban 7 a 8 días más tarde que vacas que habían sido destetadas completamente (el ternero es separado totalmente de la vaca).

En vacas que amamantaban una sola vez al día a su ternero no se prolongaba el intervalo parto-primera ovulación (Randel, Reeves y Gaskins, Browning et al., Stewart et al., citados por Lamb et al., 1997, 1999). Sin embargo, el intervalo parto-primera ovulación se prolonga en vacas que son

amamantadas por lo menos dos veces al día por sus terneros (Lamb et al., 1999).

Lamb et al. (1997, 1999) encontraron que vacas que amamantaban permanentemente algún ternero (propio, ajeno, ajeno en presencia del propio), tenían intervalos comienzo de tratamiento-ovulación más largos que las vacas que eran separadas de sus terneros (sin tener contacto visual, auditivo, ni olfativo). En las primeras, el vínculo maternal estaba presente ya sea con su propio ternero o habían establecido un nuevo vínculo con el ternero ajeno. Esto nos estaría afirmando que el vínculo vaca-ternero es el principal factor que se debe manejar para acortar el anestro postparto.

La síntesis y secreción de leche de la glándula mamaria se traduce como una pérdida de energía para la vaca. Sin embargo, para los bajos niveles de producción de leche de las vacas para carne, la síntesis y secreción de leche no estaría relacionada directamente con la anovulación durante el postparto (Lamb et al., 1999).

Lamb et al. (1999) obtuvieron una disminución del período anovulatorio, con ordeño mecánico de las vacas dos a cinco veces al día sin la presencia del ternero. En este experimento no sería la producción de leche la limitante para afectar el anestro postparto. Estos autores concluyeron que la vaca debe reconocer y presentar un vínculo maternal con el ternero y que este mame por lo menos dos veces al día para prolongar el anestro.

La percepción por parte de la vaca de que su ternero está amamantando incrementa la sensibilidad del eje hipotálamo-hipófisis al feed-back negativo del estradiol ovárico. Esto resulta en la supresión de los pulsos de LH, causando la anovulación y prolongando el anestro postparto (Yavas y Walton, 2000a).

Estudios con vacas a las que se les realizó una mastectomía o un destete, demostraron que el amamantamiento inhibe el restablecimiento de los pulsos de LH, a través del estímulo táctil en la ubre por parte del ternero (Williams 1990, Williams y Griffith 1992).

Removiendo el estímulo de amamantamiento temporal o permanentemente se incrementa la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH (Carruthers et al., Chang et al., Walters et al., citados por Lamb et al., 1997).

Lamb et al. (1997) no encontraron diferencias significativas, entre vacas destetadas a los 15 días postparto y las que estaban amamantando, en cuanto a la concentración de LH, la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH a las 72 horas de comenzado los tratamientos. Pero sí hubo una diferencia numérica a favor de las vacas destetadas, ovulando en un menor tiempo respecto a las no destetadas. Estos resultados pudieron deberse al bajo número de animales utilizados (n= entre 9 y 12 animales por tratamiento) o a que el destete lo realizaron muy cerca de la fecha del parto.

Sin embargo, Lamb et al. (1999) encontraron diferencias significativas en la concentración de LH, frecuencia y amplitud de los pulsos de LH a las 72 y 78 horas de comenzado los tratamientos a favor de las vacas destetadas, aplicando los tratamientos entre los 13 y 18 días postparto. La concentración de LH y la frecuencia de pulsos de LH fueron mayores en las vacas destetadas, incluso en las que su ternero estaba presente pero con restricción de la zona inguinal y las que eran ordeñadas 2 o 5 veces al día en la presencia de su ternero. Las vacas destetadas ovulaban alrededor de 8 días antes que las que amamantaban a sus terneros, por lo menos dos veces al día.

La muy baja frecuencia de pulsos de LH en postparto temprano, antes del día 30 postparto es debido a la baja cantidad de LH que hay almacenada en la hipófisis anterior. El amamantamiento y/o la presencia del ternero en este periodo no son los responsables de inhibir los pulsos de LH (William y Griffith 1995a, Yavas y Walton 2000a, Williams 2005).

Durante el anestro postparto temprano, mientras se reestablecen los depósitos de LH en la adenohipófisis, siguen emergiendo ondas foliculares y folículos dominantes que tienen el potencial de ovular, ya que la concentración de FSH no se ve afectada por el anestro. La concentración de FSH en circulación aumenta desde el cuarto día postparto y se mantiene constante y con fluctuaciones iguales a la de las vacas ciclando (Yavas y Walton, 2000a). Pero no ocurre una ovulación por no existir las concentraciones de LH necesarias para que este fenómeno se manifieste (Williams, 2005).

El destete inmediato después del parto no inicia los pulsos de LH y la ovulación hasta que la adenohipófisis no complete las reservas de LH (entre los días 15 a 30 postparto). En el postparto tardío (a partir del día 30 postparto) ya existen las concentraciones necesarias de LH en la adenohipófisis y la ausencia de los pulsos de LH es debida a la lactación y a la presencia del ternero (Yavas y Walton 2000a, Cutaia et al. 2007).

El destete del ternero al nacimiento, no aumenta la secreción pulsátil de LH en las vacas hasta por lo menos el día 15 postparto. A partir de este momento, la LH comienza a aumentar en las vacas destetadas pero no en las que permanecen junto a sus terneros (Williams et al., 1983).

La prolactina, hormona que se libera en grandes cantidades durante la lactancia, fue propuesta como una de las causantes de la inhibición que ejerce el amamantamiento sobre el retorno a los ciclos estrales normales. Esto fue cuestionado al no encontrarse resultados satisfactorios mediante la administración exógena de antagonistas y homólogos de la misma (Stevenson et al., 1997).

Otro elemento del postparto que fue considerado como causante de la ausencia de pulsatilidad de la LH, es el feedback negativo de estradiol (placentario y ovárico), el cual se encontró que era potenciado por el amamantamiento. Sin embargo, la aplicación exógena de sus antagonistas no ha demostrado resultados consistentes en el acortamiento del anestro (Schramm et al., citados por Williams et al., 1995b).

Se postula que la falta de la ovulación es debida a que la interacción vaca-ternero en la rutina de amamantar estimulan la liberación de péptidos opioides endógenos hipotalámicos (endorfinas, encefalinas y dinorfinas) que inhiben la liberación de GnRH y LH (Short et al. 1990, Williams 1990, Stagg et al. 1998, Yavas y Walton 2000a, de Castro et al. 2002). Luego, a medida que el postparto avanza la sensibilidad del generador de pulsos de GnRH (el hipotálamo) a esta inhibición disminuye, por lo que van aumentando las descargas de GnRH y por ende los pulsos de LH llevando a la maduración final y ovulación del folículo y al restablecimiento de la ciclicidad (Yavas y Walton 2000a, de Castro et al. 2002).

Otra evidencia de que péptidos opioides endógeno, estarían involucrados en la inhibición de los pulsos de LH, es que la administración de Naloxona (un antagonista de los péptidos opioides) a vacas en el postparto aumenta las concentraciones plasmáticas de LH (Yavas y Walton, 2000a).

La extracción de leche en sí (dentro de ciertos límites) no es un requisito para prolongar el anestro, ya que a vacas que permanecían junto a sus terneros (estos sin poder mamar debido a una tablilla nasal) (Mukasa-Mugerwa et al., citados por Lamb et al., 1997, 1999) o vacas mastectomizadas que criaban a sus terneros (Stevenson et al., 1994), presentaban intervalos parto-primer celo más largo que vacas que habían sido separadas de sus terneros.

En un estudio en el cual se les colocaban terneros ajenos a las vacas, estas ovulaban a los 12 días de comenzado el tratamiento, mientras que las vacas que permanecían junto a sus terneros el intervalo tratamiento-ovulación era mayor. Esto demuestra que la vaca debe reconocer a su propio ternero lactando para continuar en anestro (Silveira et al., citados por Lamb et al., 1997). Pero si el ternero ajeno pasa mucho tiempo con la misma vaca, puede ser que esta lo “adopte” y se comporte como si fuese su propio ternero, prolongando el anestro postparto (Lamb et al. 1999, Mautone y Straumann 2006).

Williams y Griffith (1995a), Griffith y Williams (1996) demostraron que incluso la visión o el olfato del ternero por parte de la vaca inhiben la liberación de LH. También observaron que la presencia del ternero mantiene la pulsatilidad de LH a niveles basales, no siendo así en vacas destetadas o en vacas a las cuales se les eliminan los sentidos de visión y olfato o vacas que amamantan un ternero ajeno por un corto período.

Stevenson et al. (1994) reportaron que el mantenimiento del vínculo maternal (reconocimiento mutuo) no es suficiente para alargar el anestro si el ternero no puede adoptar la posición de amamantamiento. El vínculo maternal, y más específicamente la percepción de su ternero amamantando o “pseudoamamantando” sería entonces, el hecho responsable de prolongar el anestro postparto. El pseudoamamantamiento involucra todos los estímulos propios del amamantamiento: posicionamiento con respecto a la madre, contacto cola (del ternero)-cabeza (de la vaca), señales auditivas y la succión de pelos del área inguinal, excepto la succión de los pezones y extracción de leche.

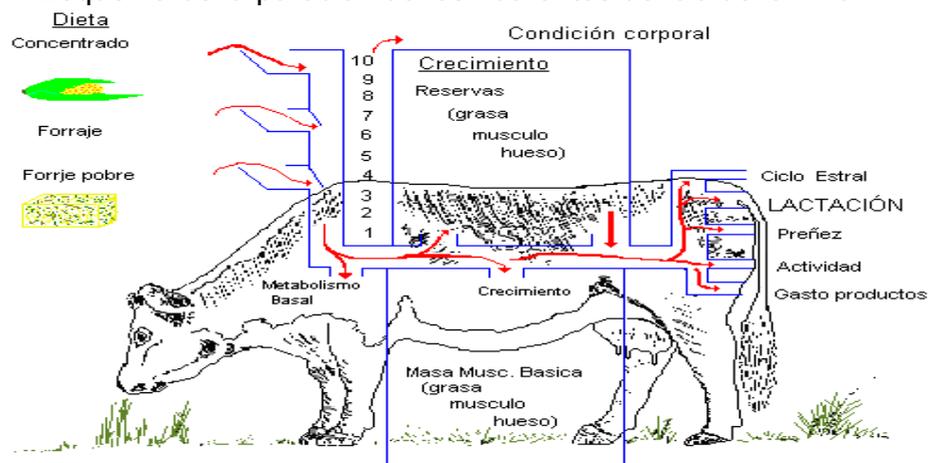
Se concluye que para prolongar el anestro postparto, el vínculo vaca-ternero es un requisito antes que la remoción de leche (Lamb et al., 1999). Por lo que, para acortar el anestro postparto, se tendría que buscar medidas de manejo que “corten” el vínculo vaca-ternero.

2.3.1.2. Nutrición

La nutrición es uno de los principales factores que afectan la duración del anestro postparto (Short et al., 1990). La mala nutrición y pobre condición corporal están relacionadas con el bloqueo de la actividad ovárica y el alargamiento del anestro postparto en las vacas de cría. Las deficiencias nutricionales, principalmente de energía, tienen un efecto negativo en la liberación de GnRH y por lo tanto en los pulsos de LH (Cutaia et al., 2007).

Los nutrientes consumidos por la vaca son distribuidos a las distintas funciones del cuerpo. El mantenimiento de la vida del animal tiene prioridad sobre la reproducción (propagación de la especie). Short et al. (1990) sugieren que de acuerdo a las funciones que se estén realizando y a que nivel, los nutrientes son divididos y el orden de prioridades es el siguiente: 1) metabolismo basal, 2) actividad, 3) crecimiento, 4) reservas energéticas básicas, 5) preñez, 6) lactancia, 7) reservas energéticas adicionales, 8) ciclos estrales e iniciación de la preñez, 9) reservas excesivas (Ver Figura 4).

Figura 4- Esquema de la partición de los nutrientes dentro del animal



Fuente: adaptado de Short et al. (1990).

Short et al. (1990) mostraron que la vaca va a destinar nutrientes a la reproducción una vez que la demás funciones sean satisfechas (Fig. 4). Por lo que, un menor aporte energético afectará la eficiencia reproductiva, dado que una menor cantidad de energía es destinada para cubrir esta función, cuando el animal prioriza su energía.

Si bien el efecto de la nutrición sobre la reproducción es ampliamente reconocido, existen diferencias en la importancia relativa que se le asignan a los niveles alimenticios altos y bajos a lo largo de las diferentes etapas del ciclo reproductivo. El debate de esta temática es relevante para las decisiones de asignación de recursos a nivel predial. La tasa de preñez tanto en vacas como en vaquillonas está afectada por los niveles de energía consumidos en el parto y en el postparto (Wiltbank et al., citados por Rovira, 1973). Esto es debido a que los requerimientos de las vacas aumentan durante los dos últimos meses de gestación y los primeros tres a cuatro meses de lactancia (Fernández Abella, 1995).

Uno de los primeros trabajos en Uruguay sobre este tema demostró que el inicio de los ciclos estrales postparto es retardado cuando el consumo de energía es limitado, tanto antes como después del parto. Estos estudios también indicaron que las bajas tasas de preñez causadas por bajos niveles nutricionales preparto, pueden ser compensadas de alguna forma por altos niveles nutritivos postparto (Rovira, 1973).

El reinicio de la actividad ovárica está estrechamente relacionado a los niveles de alimentación, más precisamente al balance energético (Cavestany, 2003).

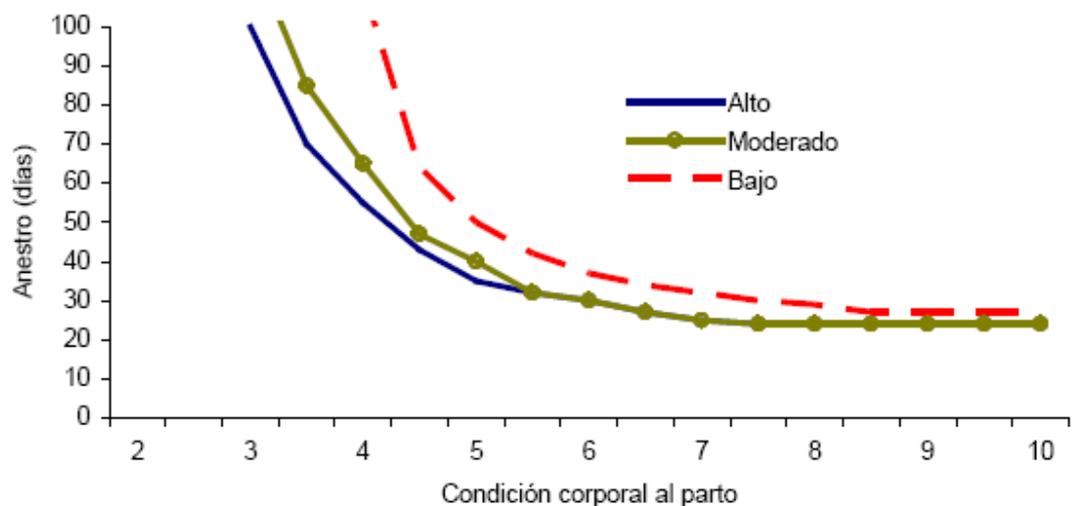
La condición corporal (CC) de la vaca es una evaluación subjetiva de la grasa subcutánea que dicho animal posee, por lo tanto permite una estimación del estado y/o el nivel nutricional al que ha sido sometido (Fernández Abella 1995, Rovira 1996). El uso de puntajes de condición corporal constituye una de las formas más sencillas de estimar la reserva de nutrientes (Short et al., 1990).

Muchos estudios coinciden en que las vacas con mejores condiciones corporales al parto, presentan anestros más cortos (Randel 1990, Short et al. 1990).

Varios trabajos nacionales e internacionales concluyen que la que la nutrición preparto es más importante que la nutrición postparto en el efecto de la condición corporal al entore, determinando en gran medida la duración del anestro postparto (Short et al. 1990, Rovira 1996).

La Figura 5 muestra el efecto de la condición corporal al parto sobre la duración del anestro postparto. Como se puede observar, esta no es lineal. Este es mayor a bajos valores y para mantener los ciclos estrales la condición corporal de las vacas debe superar los 4,5 puntos (1-10) (Short et al., 1990).

Figura 5: Efecto del nivel de nutrición postparto y la condición corporal al parto sobre la duración del anestro



Bajo: por debajo de las necesidades recomendadas por el NRC, 1989.

Moderado: consumo de energía igual a las recomendaciones del NRC 1989.

Alto: por encima de las necesidades recomendadas por el NRC 1989.

Fuente: adaptado de Short et al. (1990).

Osoro y Wright (1992) comparando la relación de la condición corporal en diferentes momentos con el comportamiento reproductivo, encontraron que esta variable (la condición corporal al parto) fue la que más afectó la performance reproductiva. La condición corporal al servicio tuvo efecto sobre la performance reproductiva pero fue menos importante. Pero la condición

corporal al final del servicio no tuvo efecto sobre la performance reproductiva del rodeo.

Dunn y Kaltenbach (1980) mostraron como las variaciones de estado corporal antes y después del parto afectaban el porcentaje de celos. A nivel nacional, varios investigadores obtuvieron resultados similares (Bravea y Tuneu 1986, Bello y Mestre 1990). Las tendencias que muestran estos resultados coinciden con lo reportado por Short et al. (1990), por Rovira (1996).

La relación entre la condición corporal al parto y el largo del anestro pueden ser modificadas por la nutrición luego del parto, aunque el efecto es más importante en vacas que paren con condiciones corporales inferiores a 6 puntos (escala 1-10) (Short et al., 1990). Animales con un plano nutritivo bajo en el preparto y consecuentemente con una baja condición corporal, responden en forma favorable cuando se les levanta la restricción y son adecuadamente alimentados después del parto (Wiltbank et al., citados por Rovira, 1973).

En el postparto las vacas deben tener una buena condición corporal (4 o mayor, escala 1- muy flaca; 8- muy gorda) para comenzar a ciclar. La condición corporal en el postparto esta determinada principalmente por el nivel de alimentación en el preparto. Por lo que el retorno a la ciclicidad se ve más afectado por la ingesta de energía en el preparto que en el postparto (Yavas y Walton, 2000a).

La modificación en el anestro (el aumento del intervalo parto-primer celo) que pueden provocar los distintos planos nutritivos es mayor cuando el alimento es bajo vs. moderado, que cuando es moderado vs. alto (Figura 5) (Short et al., 1990).

Osoro y Wight (1992) encontraron que los cambios de peso vivo luego del parto no tenían efectos significativos en la performance reproductiva.

Todos estos resultados en forma colectiva parecen indicar que para lograr un buen desempeño reproductivo, la vaca debe llegar al parto en una condición corporal moderada y no sufrir importantes pérdidas de estado corporal. Cuanto mejor condición corporal presente la vaca al parto, mayor es la pérdida de reservas corporales que puede tolerar sin comprometer el reinicio de

los ciclos estrales postparto. Cuando los animales llegan al parto en una condición corporal inferior comienza a tener efecto sobre el reinicio de la ciclicidad, la mejora del plano nutritivo postparto.

El estatus energético del animal se refleja en la condición corporal al parto, y su interacción con los nutrientes consumidos en el postparto afectarán el desempeño reproductivo (Randel, 1990). El estatus energético es considerado como el factor nutricional más importante que influye sobre el proceso reproductivo; dado que un menor flujo de energía durante un período prolongado actúa negativamente sobre la fertilidad (Boland, 2003).

El balance energético promedio durante los primeros 20 días de lactancia está relacionado inversamente con una ovulación normal. Sin embargo los animales son capaces de ovular en presencia de un balance energético negativo, aunque esto ocurre sólo luego de que el balance alcanza un mínimo y tiende posteriormente al equilibrio (Callejas y Alberio, citados por Mautone y Straumann, 2006).

La alimentación deficiente es uno de los principales factores que causan demoras en el reinicio de la actividad ovárica. En condiciones nutricionales extremadamente pobres, la actividad ovárica disminuye hasta impedir el crecimiento folicular más allá de un diámetro de 4 mm. (Lucy et al., 1992).

Las vacas sometidas a un déficit energético más severo, presentan folículos dominantes más pequeños y se reduce la respuesta de los mismos a la secreción de LH. Esto sugiere que los mecanismos responsables del crecimiento folicular y la dominancia se volverían funcionales más tarde en el postparto que en vacas con una alimentación adecuada (Stevenson et al., 1997).

Lucy et al. (1992) demostraron que el balance energético negativo que ocurre en vacas lactando disminuye la secreción pulsátil de LH y retrasa el retorno a los ciclos estrales normales. Los mismos autores sugirieron que los efectos en el control neuroendocrino de la secreción de LH, posiblemente puede ser uno de los mecanismos a través del cual la nutrición afecta la actividad reproductiva.

La relación entre la nutrición y la función hipotalámica se basa en el hecho de que la respuesta del hipotálamo al estradiol es alterada por el plano nutricional (Randel 1990, Cavestany 2003). La inhibición ejercida por la inadecuada alimentación actúa no tanto a nivel de síntesis sino de la disminución en la liberación de GnRH a nivel hipotalámico (Dunn y Moss, 1992).

Un balance energético negativo causa un efecto inhibitorio del estradiol a la secreción de GnRH, lo que a su vez se traduce en una disminución de los pulsos de LH y en una disminución del crecimiento folicular (Cavestany, 2003).

La restricción energética en el parto y postparto incrementa la inhibición opioide de la liberación pulsátil de la LH, por lo que la restricción del amamantamiento tendría el efecto de mitigar en parte las consecuencias de la mala nutrición (Quintans et al., 2000).

La bibliografía es coincidente en señalar que los efectos nutricionales actúan sobre la reproducción, a través de señales que se traducen en el restablecimiento o no del funcionamiento y la dinámica del eje hipotálamo-hipófisis-ovario, que permiten la reanudación de la ciclicidad de las vacas en el postparto, actuando fundamentalmente sobre la liberación de GnRH y por lo tanto de la LH.

2.3.1.3. Edad

Es indudable que la edad tiene influencia sobre la fertilidad. La magnitud de dicha influencia puede variar en función de otros factores como nutrición, sanidad (Rovira, 1973). En general se observa un incremento gradual de la fertilidad hasta los 6-7 años de edad. A partir de estas edades comienza a descender la fertilidad (Burke, citado por Rovira, 1973).

Las vacas primíparas debido a que todavía se encuentran en crecimiento, presentan un anestro postparto mayor que el de las vacas múltiparas (1 a 4 semanas más). Esto es más marcado cuanto menor sea el peso de la vaquillona al servicio y a su primer parto. El efecto de la edad y de la paridad en el anestro postparto es ocasionado comúnmente por las diferencias entre las madres de 2º y 3º parto o mayores, con respecto a vacas jóvenes que

tienen un mayor anestro postparto y un menor potencial reproductivo (Short et al., 1990).

2.3.1.4. Raza

La manera en que el genotipo afecta al período de anestro postparto es desconocida. Este efecto puede ser ocasionado por verdaderas diferencias fisiológicas entre razas y/o éstas pueden ser ocasionadas por efectos confusos como diferentes cantidad de leche producida, apetito o consumo (Short et al., 1990).

Sin embargo Williams (2005) afirma que el genotipo de la vaca y la época de parición afectan el patrón de secreción de gonadotropina para promover la ciclicidad ovárica.

Dentro de las razas británicas (Hereford y Aberdeen Angus) no existen diferencias significativas en el largo del anestro postparto, mientras que en las razas cebuinas este período es más prolongado (Rovira, 1973). Las vacas de razas lecheras cuando amamantan sus terneros presentan anestros postparto más largo que las vacas de razas carniceras, lo que se acentúa en forma importante cuando la nutrición es limitante (Short et al., 1990).

Las hembras Bos indicus puros suelen verse más afectados tanto por los efectos negativos de la lactancia y la desnutrición que la mayoría de las hembras Bos taurus. El tamaño de la vaca y los mayores requerimientos para la lactancia representan características de origen genotípico que afectan la duración del anestro postparto (Williams, 2005).

La heterosis adelanta la madurez fisiológica al provocar una temprana aparición del primer celo, en razas británicas. Los trabajos en general reportan que la progenie de cruza entre razas británicas presenta pubertad más temprana que la raza parental más precoz (Rovira, 1996).

Este mejor comportamiento de las cruza británicas es debido a su mayor ganancia diaria de peso, por lo que las cruza llegan en menos tiempo que las puras a igual peso. Además existe vigor híbrido en la edad a la pubertad independiente del peso (Rovira, 1973).

2.3.1.5. Fotoperíodo

A pesar de que no se considera que los bovinos se reproduzcan estacionalmente, se ven afectados universalmente por el fotoperíodo en cierta medida (Williams, 2005).

Vacas que paren en primavera avanzada tienen anestros más cortos que las que lo hacen al comienzo de la estación, acortando entre 0,4 y 1,05 días el anestro por parir un día más tarde. No se encontró este efecto en vacas que paren en otoño (Short et al., 1990).

Se pensó que el efecto de la estación estaría dado por el nivel del alimento disponible para los animales, el cual es mejor y más abundante a medida que progresa la primavera. Sin embargo, se demostró que el fotoperíodo per-se tiene efecto en la duración del anestro (Hansen y Hauser, 1984). Estos autores estudiaron como el fotoperíodo modulaba el reestablecimiento de la ciclicidad en el anestro postparto y la concepción. Ellos obtuvieron una reducción en el intervalo parto-estro, parto-concepción y un aumento en las tasas de concepción, al exponer a las vacas a luz artificial (alargando el fotoperíodo), comparado con las vacas que no fueron expuestas a luz artificial.

Los efectos del fotoperíodo aparentemente son mediados por la glándula pineal, secretando melatonina ante cambios en el fotoperíodo. Esto se demostró dando inyecciones de melatonina, lo que incrementó el intervalo parto-primer celo (Short et al., 1990).

2.3.1.6. Efecto macho (Bioestimulación)

La presencia del macho en un rodeo de vacas en anestro tiene el efecto de acortar el tiempo en que las mismas retoman su actividad ovárica postparto (Zalesky et al., Alberio et al., Berardinelli et al., Scott y Montgomery, Custer, citados por Short et al., 1990).

La exposición a toros maduros en forma anticipada al entore tiene efecto sobre la concentración y pulsatilidad de la LH. La presencia de toros entre 18 y

21 días antes del entore se asocia con un aumento significativo de vacas adultas lactando que entran en celo (Fernandez et al., 1996).

Rodríguez Blanquet (2002) concluyó que no sería necesario introducir los toros al rodeo en el momento del parto para obtener el efecto estimulatorio sexual, ya que el efecto de la bioestimulación al parto estaría limitado por los bajos niveles de LH en la hipófisis, pero tampoco más allá del día 30 postparto ya que (Zalesky et al., citados por Rodríguez Blanquet, 2002) encontraron que la mayor respuesta se da en el postparto temprano.

2.3.1.7. Estrés y problemas al parto

El estrés ambiental perturba el sistema hipotálamo-hipofisario y/o altera el funcionamiento ovárico directa o indirectamente a través de otros órganos. Las altas temperaturas (estrés térmico) repercuten negativamente en la función reproductiva (Hafez, 1996).

También los problemas de parto (distocias y retención de las membranas fetales) y problemas sanitarios llevan a procesos inflamatorios y/o infecciosos que inhiben el reinicio de la actividad cíclica. Estos factores pueden resultar en períodos de anestros más prolongados y disminución de la tasa de concepción (Fernández Abella, 1995).

La distocia es el problema más común en vacas de primer parto y lleva a alargar el período de anestro (Short et al., 1990).

2.4. METODOS DE INDUCCION Y/O SINCRONIZACION DE CELOS Y OVULACIONES

La asincronía de los eventos reproductivos entre los animales de un mismo rodeo impide realizar trabajos agrupados, en particular cuando estas tareas están destinadas a la reproducción de los animales.

Se habla de sincronización de celo y ovulación cuando el tratamiento realizado sobre un grupo de animales que están ciclando normalmente, produce

la precisa manifestación de ambos fenómenos en un corto período. Se habla de inducción de celos y ovulaciones, cuando los animales se encuentran en anestro y el tratamiento aplicado es capaz de corregir tal situación, induciendo los celos y ovulaciones, por lo general en forma muy sincronizada (Alberio, 2003).

Las principales limitantes para el empleo de la inseminación artificial en el ganado manejado en condiciones pastoriles son: fallas en la detección de celo, el largo del anestro postparto, el manejo del ternero y la pubertad tardía. Para superar estas limitantes se han desarrollado protocolos de inducción y sincronización de celo y ovulación que permiten inseminar un gran número de animales en un período relativamente corto y preestablecido, haciendo más eficiente el servicio del inseminador (Alberio, 2003).

Históricamente la inseminación artificial ha sido realizada en las vaquillonas por razones de manejo (ausencia de ternero). Los tratamientos de inducción de celo permitieron incorporar la categoría de vacas multíparas al programa de inseminación artificial, posibilitando un aumento en la cantidad de animales inseminados en un rodeo al haber incorporado la categoría más numerosa del rodeo (75-80%).

La sincronización y/o inducción de celos y ovulaciones tiene la ventaja de concentrar la parición. Esto permite una mejor supervisión de la parición, disminuyendo así las pérdidas neonatales, mayor homogeneidad del lote de terneros, así como un mayor peso promedio al destete que se traducen en mayores beneficios económicos (Alberio, 2003).

El anestro postparto y por lo tanto la ausencia de ovulaciones y celos que caracterizan a la vaca con cría, reducen su productividad. Por lo tanto, la inducción de celos contribuye a reducir los períodos improductivos (consecuencia de los procesos de reposo sexual) y mejora la productividad global del sistema.

En vacas con cría al pie, el tratamiento elegido debe aplicarse por lo menos luego de la tercera semana postparto. Esto se debe a que en las primeras semanas postparto la involución uterina no se ha completado, así como tampoco el restablecimiento de los niveles de LH en la hipófisis (Yavas y Walton, 2000b). Luego de estos acontecimientos se podrían aplicar una serie

de métodos que se describirán a continuación para inducir y/o sincronizar los celos y fundamentalmente las ovulaciones.

Los tratamientos para sincronizar o inducir celos y ovulaciones pueden realizarse por métodos hormonales, biológicos o la combinación de ambos.

2.4.1. Métodos hormonales

Actualmente estos métodos se basan en la aplicación de tratamientos farmacológicos con progesterona (o progestágenos), asociados a estradiol, GnRH, PGF2 α , eCG o en alguna combinación de estas hormonas o sintéticos de las mismas (Alberio, 2003).

Los métodos hormonales que se aplican se pueden clasificar de acuerdo al estado fisiológico en que se encuentra el animal al momento de comenzar el tratamiento.

El o los tratamientos elegidos para la sincronización de los celos en bovinos ciclando, siempre aplican agentes luteolíticos (Prostaglandina F2 α). Esto implica por definición la presencia de un cuerpo lúteo, el que se encuentra generalmente en vaquillonas, vacas sin ternero y una proporción variable de vacas con ternero al pie. En hembras ciclando, los tratamientos para sincronización del estro resultan en altas tasas de preñez al primer servicio, pudiendo llegar estas a más del 60% (Cavestany et al., 2002).

Por lo que los métodos hormonales de sincronización en hembras cíclicas que más se utilizan, son métodos que utilizan prostaglandinas PGF2 α y métodos que utilizan análogos de GnRH en combinación con prostaglandinas.

2.4.1.1. Prostaglandina F2 α y sus análogos

Los agentes luteolíticos por excelencia son la prostaglandina PGF2 α , naturales y sus análogos sintéticos. Son las más utilizadas en programas de sincronización de celos y ovulaciones en animales que posean cuerpo lúteo, ya sean vaquillonas, vacas sin ternero y una proporción de vacas con ternero al pie (Odde 1990, Larson y Ball 1992, Alberio 2003).

El principio detrás del uso de prostaglandinas es la inducción de la regresión del cuerpo lúteo de manera similar al proceso natural. La prostaglandina F_{2α} o sus análogos controlan el ciclo estral, interrumpiendo la fase lútea (Cavestany, 2002).

Los animales deben estar ciclando, ya que se requiere de un cuerpo lúteo para que actúe la PGF_{2α}, y en un estadio apropiado del ciclo estral (día 5 a 17) para que esta hormona tenga el efecto esperado. El cuerpo lúteo inmaduro es refractario a los efectos de la PGF_{2α} durante los primeros 1-4 días (día 0= celo) después de la ovulación (Mapletoft et al., 2001). También puede ocurrir que el tratamiento se administre cuando el ciclo estral este avanzado (17-18 días después del celo anterior) y puede que la lúteolisis ya haya comenzado por PGF_{2α} endógeno, y no por su aplicación exógena.

Una inyección de PGF_{2α} entre los días 5 y 17 del ciclo causa una regresión inmediata del cuerpo lúteo, la concentración de progesterona declina rápidamente a concentraciones basales a las 24 horas, y se incrementa la frecuencia de pulsos de LH y estradiol en plasma. Esto provoca la presencia de celo y la ovulación se da en el momento esperado con respecto al celo (28 a 32 horas de comenzado el celo se da la ovulación) (Hansel y Beal 1978, Roche1999, Alberio 2003).

Ya que un cuerpo lúteo es necesario para que la PGF_{2α} ejerza su acción, los protocolos basados solamente en el uso de PGF_{2α} no son efectivos en vacas en anestro, ni en vaquillonas prepúberes (Day, 1998).

En bovinos, el celo ocurre promedialmente 2 a 6 días después de la lúteolisis, producida por una PGF_{2α} exógena. Esta variación se debe al estado de desarrollo del folículo que corresponde en el momento del tratamiento (Lucy et al., 1992). Por lo tanto se necesita realizar la detección de celos durante un período de 7 días luego de la administración de PGF_{2α}.

Uso de dos inyecciones de PGF_{2α}: Este método de sincronización de celos consiste en dar dos inyecciones consecutivas de PGF_{2α} con un intervalo de 11-14 días entre si. Se utiliza como estrategia para sincronizar el celo en todos los animales del rodeo. Si los celos de las vacas están distribuidos homogéneamente a lo largo del ciclo estral (5% de celos por día), teóricamente, el 75% de las vacas mostraran celo después de la primera inyección (animales

que presentaban cuerpo lúteo y los que entraron en celo naturalmente). Al día 11-14 se da la segunda inyección y se comienza a detectar celo e inseminar en forma convencional durante los 6 días siguientes (días 11 al 17) ya que estas estarían todas con presencia de un cuerpo luteo.

Uso de una inyección de PGF2 α : Utilizando 1 dosis de PGF2 α se debe realizar la labor de detectar celos e IA durante 5-6 días, aplicar la inyección de PGF2 α y detección de celos e IA por 5-6 días posteriores. Otra opción es realizar palpación rectal o ecografía e inyectar con PGF2 α a aquellas vacas que presenten CL y luego hacer detección de celos e IA por 5 a 6 días siguientes.

En estos protocolos habría que hacer un repaso con toros luego de la inseminación o detectando celos (inseminar en forma convencional) entre los días 20 y 27 a partir de la primer inseminación. Las hembras que no concibieron en la inseminación artificial podría ser que el toro las preñe o lo más probable es que manifiesten celo entre estos días de manera muy agrupada.

Por sus efectos luteolíticos, la prostaglandina F2 α es también un agente abortivo, elemento que deberá ser tenido en cuenta ante la posibilidad de existir animales preñados al momento de comenzar los tratamientos, a los que no se los desea hacer abortar.

2.4.1.2. Combinación de análogos de GnRH y PGF2 α

Debido a la limitación de la PGF2 α en controlar la onda folicular, la GnRH o un análogo efectivo puede ser usado para iniciar la emergencia de una nueva onda folicular. Esto maximiza las chances de obtener un folículo dominante "fresco" al momento de inducir la luteólisis 7 días después, ya que causa un agudo incremento de la liberación de LH (por actuar directamente en la adenohipófisis) y por consiguiente en la ovulación del folículo dominante (Roche, 1999).

La GnRH actúa directamente sobre la adenohipófisis induciendo la liberación pulsátil de FSH y LH (Roche, 2000).

En contraste con la sincronización con PGF2 α solamente, la combinación de GnRH y PGF2 α tiene la ventaja de sincronizar el desarrollo folicular, la secreción de estradiol y la luteólisis en una manera secuencial, lo cual contribuye a una mayor precisión en la manifestación de celo (Twagiramungu et al., 1995).

Pursley et al. (1995) desarrollaron un protocolo (Ovsynch) de sincronización de celo y ovulación con inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), utilizando GnRH y PGF2 α . La primera inyección de GnRH induce la liberación de LH y FSH, que a su vez producen la ovulación o luteinización del folículo dominante e inician una nueva onda de desarrollo folicular respectivamente. La inyección de PGF2 α , 7 días más tarde, produce la regresión del cuerpo lúteo. Si se produce la formación de un cuerpo lúteo por la inyección inicial de GnRH, el intervalo de 7 días por lo general es suficiente para que éste madure y responda a la PGF2 α . Una segunda dosis de GnRH se administra 36 a 48 horas después de la inyección de PGF2 α y ésta deberá causar la liberación de LH y la ovulación del folículo dominante. Realizando la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) entre las 12 y 18 horas, luego de la segunda dosis de GnRH.

El intervalo entre la primera y la segunda dosis de GnRH (9 días) es suficiente para producir el reclutamiento, selección y crecimiento al tamaño preovulatorio de un nuevo folículo dominante, que será sensible al pico de LH inducido por la segunda inyección de GnRH. La GnRH inducirá la ovulación del folículo dominante en aproximadamente 24 a 32 horas (Pursley et al., 1995), por lo tanto las vacas son inseminadas a tiempo fijo de 16 a 20 horas antes de la ovulación (Mapletoft et al. 2001, Bó et al. 2001).

El intervalo entre las inyecciones es considerado clave para el éxito del programa. Un intervalo menor a 7 días entre la inyección de GnRH y la de PGF2 α , hace que la posibilidad de regresar el cuerpo lúteo recientemente formado se vea reducida. Si la segunda inyección de GnRH se extiende más de 48 horas luego de la inyección de PGF2 α , más vacas serán detectadas en celo antes de la misma, reduciéndose la sincronización entre ellas y el momento de la inseminación no será correcto (Thatcher et al., 2001). El tiempo óptimo para realizar la inseminación parece estar entre las 12 y 18 horas después de la inyección de la GnRH (Pursley et al., 1998).

Algunos estudios han demostrado que el programa Ovsynch resulta en tasas de concepción menores a las obtenidas en inseminación artificial en las que se hace detección de celo (Stevenson et al., 1999). Esto es debido a que aproximadamente un 20% de vacas del programa, entran en celo antes de las 48 horas después de aplicar la dosis de PGF2 α . La detección de celos y la inseminación artificial de las vacas que entran en celo en ese período, mejora las tasa de preñez (Mapletoft et al., 2005).

Existe otro protocolo (CO-synch) que sincroniza la ovulación igual al Ovsynch, pero la diferencia está en que la IATF se realiza en el momento de la segunda inyección de GnRH, con lo que se disminuye el movimiento del ganado a solamente tres veces (Geary et al., 1999).

No existen diferencias significativas sobre el porcentaje de concepción entre estos dos protocolos (Geary et al., 2001).

Estos 2 protocolos han mostrado una fertilidad aceptable para vacas lecheras y de carne. Sin embargo, los resultados de su aplicación en rodeos de cría manejados en condiciones pastoriles, no han sido exitosos debido a los bajos porcentajes de concepción que se obtienen en vacas en anestro. Por lo tanto, la elección y aplicación de estos protocolos en rodeos de cría va a depender de la categoría de animales a utilizar y el estado de ciclicidad del rodeo (Cutaia, 2003). Este protocolo tampoco ha obtenido buenos resultados en vaquillonas ciclando normalmente (Geary et al. 1999, Geary et al. 2001, Cutaia 2003).

Actualmente, los protocolos de uso de GnRH, que tomaron nombres muy variados son cada vez más complejos y costosos sin que hasta el presente se observen mejoras en los resultados que induzcan al reemplazo de las estrategias originales de aplicación de prostaglandinas F2 α (Alberio, 2003).

2.4.1.3. Progestágenos/progesterona

Muchos tratamientos son usados para la sincronización del estro en ganado ciclando, pero la mayoría de ellos son inefectivos o se obtienen bajas tasas de preñez en vacas en anestro y vaquillonas prepúberes. Por lo que en estos animales habría que utilizar tratamientos hormonales capaces de revertir

la situación de anestro, para obtener una buena performance reproductiva. Estos son tratamientos que induzcan los celos y ovulaciones de manera muy sincronizada, en el rodeo.

Diferentes métodos que utilizan una fuente exógena de progesterona/progestágenos para la inducción y sincronización de celos y ovulaciones han sido estudiados por diversos autores, ya sea usando progesterona natural (dispositivos intravaginales), implantes de progesterona sintética, mediante la administración oral de progestágenos (acetato de melengestrol MGA) o dispositivos intravaginales de acetato de medroxiprogesterona (MAP) (Alberio et al., 1999).

Un tratamiento comúnmente usado para el acortamiento del anestro postparto es mediante la inserción de implantes subcutáneos de norgestomet o dispositivos intravaginales que liberan progesterona o progestágenos sintéticos (Cutaia et al., 2007).

Dentro de estos compuestos podemos citar los progestágenos de administración oral como el Acetato de Melengestrol (MGA), los implantes subcutáneos de Norgestomet (Crestar, Syncro-mate B) y los dispositivos intravaginales con progesterona (CIDR, DIV, TRIU) o progestágenos (acetato de medroxiprogesterona-MAP) (Alberio, 2003).

Los primeros tratamientos evaluados (en la década del '60 del siglo pasado) fueron de 14 a 21 días de duración (duraban más que la vida del cuerpo lúteo) los que resultaban en una buena sincronización pero de baja fertilidad, principalmente por la formación de folículos persistentes, con ovocitos envejecidos y baja fertilidad. Esto se ve favorecido cuando son iniciados en la fase folicular del ciclo estral (Lucy et al. 1990, Kinder et al. 1996, Bó et al. 2001, Mapletoft et al. 2001, Thatcher et al. 2001).

Roche (2000) afirma que los tratamientos no deberían exceder los 12 días de exposición a progesterona/progestágenos para obtener una buena sincronización, sin reducir la fertilidad del estro inducido.

La duración de los tratamientos con progesterona/progestágenos puede ser reducida con 17β -estradiol o sus derivados sintéticos, Benzoato de Estradiol

(BE), Valerato de Estradiol (VE) o Cipionato de Estradiol (ECP), administrados al comienzo del tratamiento con progestágenos. Estos productos atresian todos los folículos de la onda folicular presente al momento de la aplicación y así comienza el surgimiento de una nueva onda folicular. Este surgimiento se da 4 días después de la administración de dicha hormona. De esta forma nos aseguramos un “folículo fresco” (Odde 1990, Alberio 2000, Bó et al. 2001, Driancourt 2001).

En la actualidad, los métodos más utilizados para inducir la ovulación en vacas en anestro con cría al pie incluyen la utilización de un tratamiento de 7 a 10 días con progesterona o progestágenos. El tratamiento más utilizado consiste en administrar 2 mg. de benzoato de estradiol (BE) por vía intramuscular, junto con la inserción del dispositivo intravaginal con progesterona el día 0 del tratamiento; en el día 7 u 8 se extrae el dispositivo y 24 horas después se administra 1mg. de BE. Se realiza IATF entre las 52 y 56 horas de la remoción del dispositivo (Cutaia, 2003).

Los principales componentes de éste programa incluyen: la inserción de un dispositivo liberador de progesterona intravaginal durante 7 a 8 días el cual inducirá la aparición del ciclo estral en vacas en anestro luego de retirado el dispositivo (Fike et al., 1997) y provee suficiente progesterona para prevenir la aparición del estro y ovulación en hembras cíclicas (Cutaia et al., 2007).

El rol de las terapias con progesterona en anestro podría ser el de preparar a los centros superiores (hipotálamo-hipófisis) y al útero de manera que el estro se da en la primer ovulación, con una subsecuente fase luteal normal. Es posible que también tenga efecto en sobreponerse al potente efecto negativo del estradiol generado en el último día de la gestación, la que inhibiría la pulsatilidad de GnRH y por lo tanto la frecuencia de pulsos de LH durante el anestro (Roche, 1999).

Estos tratamientos mantienen elevadas las concentraciones plasmáticas de progesterona (niveles subluteales) por un período establecido en vacas en anestro con ternero al pie, imitando las concentraciones de progesterona que se producen durante un ciclo corto. Esto provoca un aumento en la frecuencia de pulsos de LH, promoviendo el crecimiento folicular, la maduración final del folículo dominante. Seguido de un ciclo de duración normal y el reinicio de la ciclicidad ovulatoria (Yavas y Walton 2000b, Baruselli et al. 2004, Cutaia et al.

2007). Además evita la formación de un cuerpo luteo de vida corta (Rivera et al. 1998, Cutaia et al. 2007).

Los mecanismos por el cual los tratamientos con progestágenos actúan no se saben con certeza, pero probablemente prolonguen la vida del futuro cuerpo luteo a través de la supresión de los receptores de oxitocina en el endometrio uterino, por lo que no se da la liberación prematura de PGF2 α , durante el retorno a la actividad cíclica en vacas de carne con cría al pie (Zollers et al., citados por Souza Borges y Gregory, 2003).

Los tratamientos con progestinas comparados con aquellos que no la incluyen, inducen el reanudamiento de ciclos estrales normales, lográndose altas tasas de sincronización de estro. Estos resultados han sido atribuidos en parte al efecto en incrementar la LH después del retiro del dispositivo además de aumentar los receptores para LH en folículos preovulatorios, estimulando el desarrollo y maduración del folículo dominante en hembras en anestro a diferencia de hembras ciclando (García-Winder et al. 1987, Fike et al. 1997, Fike et al. 1999, Rhodes et al. 2003).

Se ha demostrado que tanto los progestágenos sintéticos como la progesterona natural inducen ciclos estrales en vaquillonas prepuberales (Short et al., Miksch et al., Smith et al., Anderson y Day, citados por Lammoglia et al., 1998). Fike et al. (1999) concluyeron que el progestágeno (Norgestomet), adelanta la entrada a la pubertad, debido a que atenúa el feed-back negativo sobre la LH, porque reduce en el hipotálamo los sitios específicos de receptores de estradiol.

En un estudio realizado en vacas multíparas en anestro, usando únicamente CIDR por 7 días se detectó que el 45% de ellas estaban en estro entre el primer y el tercer día de retirado el dispositivo (Lucy et al., 2001). Fike et al. (1997) obtuvieron resultados similares.

Day (2004) publicó que los tres componentes a tener en cuenta en un programa de sincronización de estros y ovulaciones, deberá incluir:

- 1) períodos cortos de exposición a progestinas (5 a 9 días).
- 2) inducción de un pico de LH luego de la extracción de la progestinas.

3) incluir estradiol o GnRH al inicio del tratamiento para promover la emergencia sincronizada de nuevas ondas foliculares. Este último punto no está nada claro en vacas en anestro.

Datos de 13510 inseminaciones realizadas entre el año 2000 y 2004 utilizando el siguiente protocolo: (BE+Progestágenos por 7 días+PGF2 α +BE 24hs. de retirado el implante), resultaron en una preñez media de 52,7% con un rango de 27,8% a 75%. Los factores que más afectaron la preñez fueron la condición corporal y/o estado fisiológico de las vacas (ciclando o en anestro) (Cutaia et al., 2007).

Los niveles supraluteales de progesterona (>1ng./ml.) obtenidos a los pocos minutos de la introducción de un dispositivo intravaginal junto a una dosis de estrógenos, provocan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de las ondas foliculares (Alberio, 2000).

Debido a que se atresia el folículo dominante cesa la secreción de hormonas foliculares (estrógenos e inhibina) produciendo el aumento de la liberación y concentración de FSH que va a ser la responsable del comienzo de la emergencia de la siguiente onda folicular (Alberio, 2000).

Por otro lado, la extracción del dispositivo determina la caída de progesterona a niveles subluteales que inducen al aumento de la frecuencia de los pulsos de LH. Seguido a esto el crecimiento del folículo dominante que secreta altas concentraciones de estradiol. Esto provoca la manifestación del estro e inducen finalmente el pico de LH, que es seguido por la ovulación (Alberio 2000, Driancourt 2001).

Una inyección de estradiol al momento de la colocación del dispositivo vaginal, inducirá la atresia de los folículos existentes e impedirá la formación de folículos persistentes que interfieren negativamente en la fertilidad. Como la atresia es seguida por la emergencia de una nueva onda folicular a los 4 días, de esta manera se asegura la presencia de un folículo nuevo y un ovocito viable en el momento de retirar el dispositivo (Odde 1990, Fike et al. 1997, Bó et al. 2001, Cutaia et al. 2007).

Hasta el año 1996 se utilizaba una cápsula de 10 mg. de Benzoato de Estradiol (BE) junto con la aplicación del dispositivo de progestina, para inducir la regresión folicular y sincronizar el desarrollo folicular. Pero a partir de ese año se comenzó a utilizar una inyección de 2 mg. BE al momento de colocar el dispositivo, porque se demostró ser más efectivo que la cápsula en sincronizar la onda folicular. Así como también se comenzó a utilizar PGF2 α al retirar el dispositivo, ya que es más eficaz que la cápsula en inducir la luteolisis (Cutaia et al., 2007).

Los estrógenos administrados al comienzo del tratamiento con progesterona inducen la regresión folicular y la emergencia de una nueva onda folicular sincronizada, mientras que la administración en la fase de bajos niveles de progesterona (24 horas después de retirado el dispositivo intravaginal) induce liberación de LH y la ovulación (Mapletoft et al., 2003).

Sin embargo, Day (2004) concluye en su revisión que sincronizar la onda folicular en vacas en anestro no sería tan importante.

El uso de estradiol al final de tratamientos con progestágenos mejora la sincronización del celo y de la ovulación inducida; a la vez que mejora la expresión de estro. A través del feedback positivo sobre GnRH, y por lo tanto LH, se induce la ovulación (pico de LH a las 16 – 18 horas), pudiéndose obtener índices aceptables de preñez. Aparentemente los tratamientos que utilizan sólo progestágenos no proveen el estímulo suficiente para provocar el surgimiento preovulatorio de LH y ovulación en algunas vacas (Mcmillan y Burke 1996, Fike et al. 1997, Roche 1999, Bó et al. 2001, Mapletoft et al. 2001, Alberio 2003, Cutaia et al. 2007).

La dosis de benzoato de estradiol (BE) con la cual se obtiene la mayor respuesta en sincronización de celos y ovulaciones es de 1mg. en vacas y de 0.4 mg. en vaquillonas, tanto en anestro como ciclando (Lammoglia et al., 1998). En cuanto al momento de aplicación Alberio et al. (1999a) encontraron que la aplicación de BE entre 0 y 24 horas de finalizado un tratamiento con progestágenos tiene un efecto similar sobre la tasa de no retorno al celo luego de una inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).

Cutaia et al. (2001), Cutaia et al. (2007) no obtuvieron estos resultados. Estos investigadores obtuvieron mejores resultados en cuanto a mejor sincronía

de ovulaciones y buenos porcentajes de preñez en la inseminación a tiempo fijo aplicando el BE a las 24 horas de remoción del dispositivo intravaginal, que aplicado en el momento de retiro del dispositivo.

En un estudio realizado por Martinez et al. (2002) en vaquillonas ciclando se observó que los porcentajes de preñez en inseminaciones a tiempo fijo con CIDR fueron mayores que usando MGA. Para ambos tratamientos no hubo diferencias significativas en usar BE que GnRH o pLH (LH porcina) al momento de comenzar el tratamiento con progestágenos, para sincronizar la emergencia de una nueva onda folicular. En este trabajo, el BE aparenta ser muy efectivo en sincronizar la emergencia de una nueva onda folicular así como para inducir la ovulación del folículo dominante de esta nueva onda, aunque no hubo diferencias significativas. Con todo se observó una superioridad numérica sobre la variable analizada, a favor del BE comparada con la GnRH y la pLH (Martinez et al., 2002). Cabe recordar que hoy en día hay una diferencia económica enorme entre las hormonas citadas, a favor del BE.

Alberio et al. (1999b) llevaron a cabo un estudio en que se analizó el porcentaje de celos y tasa de no retorno al celo en un grupo de vacas con cría al pie, utilizando dispositivos intravaginales (CIDR nuevo, CIDR reutilizado y esponja impregnada con Acetato de Medroxiprogesterona). Estas tres alternativas evaluadas presentaron resultados biológicos similares en dicho trabajo, lo que determina que un criterio de elección en orden de importancia pasaría a ser el costo por animal de cada una de las tres alternativas.

Las tasas de preñez obtenidas con tratamientos con progestágenos en vacas de carne en anestro, varían entre 20 y 60 por ciento (Smith y Vincent 1972, Odde 1990, Souza Borges y Gregory 2003) dependiendo principalmente de los factores como intervalo parto-tratamiento y condición corporal (Kunkel et al., citados por Souza Borges y Gregory, 2003).

Estos programas cortos de sincronización (7 días de exposición a progestágenos) también pueden ser utilizados para sincronizar animales ciclando, pero se debería aplicar PGF2 α luego de retirado la fuente de progesterona, para asegurarnos la luteolisis del cuerpo lúteo (Alberio et al., 2003).

Una de las principales ventajas en el uso de los progestágenos para sincronizar estros, con respecto a la PGF2 α es que los tratamientos cortos en base a progestágenos inducirán el comienzo de la actividad cíclica en hembras en anestro, ya sea en vacas en postparto (Anderson y Day, 1998) o en vaquillonas prepúberes (Anderson et al., 1996). Esto proporciona la oportunidad de inseminar estos animales durante el período de sincronización y reducir la duración del anestro postparto en vacas y la edad a la pubertad en vaquillonas.

2.4.1.4. Uso de hCG y eCG (PMSG)

La Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) o también llamada Gonadotropina de suero de yegua preñada (PMSG), es usada al final del tratamiento con progestágenos para estimular el desarrollo folicular en vaquillonas prepúberes, vacas con cría o vacas lecheras en lactancia. Existen discrepancias en su eficiencia en vaquillonas dependiendo de la condición corporal y ciclicidad de los animales (Bó et al., 2001).

El rol de la Gonadotropina Coriónica Humana (hCG) es unirse a receptores en el folículo y directamente inducir ovulación. Por lo contrario, la GnRH actúa a nivel hipofisiario, estimulando la secreción de LH y por lo tanto la ovulación en algunas vacas, dependiendo si existe algún folículo dominante (Roche 1999, Yavas y Walton 2000b).

La eCG tiene en la vaca un efecto similar a la FSH y puede ser utilizada para estimular el crecimiento folicular en el postparto (Cutaia et al., 2007). En animales con pobre condición corporal, los folículos pueden necesitar un estímulo extra para crecer y llegar a ovular. Esto se puede conseguir administrando eCG al final del tratamiento con progestágenos. Esta incrementa la producción de estrógenos del folículo preovulatorio presente al final del tratamiento (Roche 1999, Bó et al. 2001, Cutaia et al. 2007).

2.4.2. Métodos biológicos

Otras técnicas para acortar el anestro postparto o inducir los estros son los métodos conocidos como naturales, biológicos o de bioestimulación.

Podemos definir a la bioestimulación como una serie de efectos estimulatorios (táctiles, visuales, olfatorios y/o auditivos), de estimulación genital, de señales (feromonas), o la combinación de estas o de otros efectos de un sexo sobre el otro o entre madres e hijos (Rodríguez Blanquet, 2002).

Tanto el control del amamantamiento y/o el efecto macho son alternativas de bioestimulación capaces de acortar el anestro postparto mejorando así el desempeño reproductivo de los rodeos de cría en ganado para carne. La información sobre este tema, tanto a nivel nacional como internacional, no es consistente.

2.4.2.1. Control del amamantamiento

Dentro de los métodos de bioestimulación para acortar el anestro postparto, el control del amamantamiento es del que se tiene mayor conocimiento hoy en día.

Como ya se mencionó anteriormente, alrededor de las 3 a 4 semanas postparto las reservas de LH en la adenohipófisis están llenas pero no se da la ovulación. Esto se debe a que el amamantamiento suprime la liberación pulsátil de LH, por lo que un destete parcial o total en el postparto tardío podría cambiar esta situación y logrando el reinicio de la actividad cíclica.

Un corto período de destete incrementa los pulsos de GnRH y LH a niveles similares al proestro y aumenta la concentración de LH en respuesta al aumento de la GnRH en vacas en anestro (Geary et al., 2001).

Este método de control se puede llevar a cabo de varias formas, restringiendo el amamantamiento por horas al correr de los días (destete parcial), realizando destetes temporarios con tablillas nasales, destetes temporarios separando los terneros de sus madres por un número variable de días, destete precoz o hiperprecoz. Aunque en este trabajo haremos más énfasis en destetes temporales.

Destete temporario: consiste en impedir el amamantamiento por períodos variables, al comienzo o durante el entore, por la separación de los terneros de

sus madres o por medio de tablillas nasales, con la recomendación de que los mismos tengan entre 50 y 70 días de edad y que no pesen menos de 60 Kg. (Quintans, 2000).

Si se lo hace con tablillas nasales (en los terneros), generalmente se realiza por un periodo de 11 a 14 días, ya que la influencia física del ternero sigue presente. Pero si se los separa al ternero de la madre (destete a corral) se lo hace de 2 a 6 días, de realizarlo por más días se podría eliminar el vínculo entre madre e hijo (que la vaca desconozca a su ternero y no lo deje mamar) (Shively y Williams, 1989). Mautone y Straumann (2006) no obtuvieron ningún problema en el vínculo madre-hijo luego de una separación física de 14 días.

El fundamento del destete a corral (separa al ternero de la madre) se basa en el efecto supresor que tiene el amamantamiento, más específicamente la presencia del ternero sobre la reactivación de la actividad reproductiva postparto (Griffith y Williams, 1996). El hecho de que se produzca una separación física y emocional madre-hijo es lo que lo diferencia del destete temporario con tablilla nasal.

La colocación de tablillas nasales a los terneros podría reducir el estrés causado por la interrupción del amamantamiento en comparación con la separación física ya que el vínculo maternal permanece inalterado. Sin embargo, el vínculo maternal es uno de los factores que afectan el largo del anestro, lo cual estaría reduciendo la efectividad de la técnica (De Nava 1994, Williams et al. 1995b, Griffith y Williams 1996).

Un aumento casi lineal de LH fue observado en vacas en anestro luego del destete (separación física) entre los días 0 y 6 de iniciado el mismo (Williams et al. 1987, Shively y Williams 1989). Aumentos en LH fueron observados a partir de las 24 horas de realizado el destete, con una respuesta curvilínea hasta el día 4 post-destete. Pero rápidamente se restablece la inhibición en la liberación de LH, luego de que el ternero vuelve a tener contacto con su madre, si se realiza por tiempos menores a 4 días (Williams et al. 1987, Shively y Williams 1989, Silvera et al. 1993).

Las reservas de LH en la adenohipófisis están llenas aproximadamente en la tercera semana postparto. A partir de este momento el amamantamiento es el responsable de inhibir la liberación pulsátil de LH (Short et al., 1990). Es

por esto que cuando se separa al ternero se observa un aumento abrupto en la pulsatilidad de LH en las 24 a 48 horas posteriores (Williams et al., 1987), o entre las 48 a las 96 horas cuando la separación se efectúa a las dos semanas postparto (Shively y Williams, 1989). Sin embargo, esta respuesta puede ser atenuada en forma importante por el retorno prematuro del ternero. La propuesta es que se requieren más de 144 horas (6 días) para que todas las vacas respondan al destete temporario (Shively y Williams, 1989). Por lo tanto una separación de muy corta duración no sería suficiente para causar los aumentos en la liberación de LH y/o la respuesta de LH al destete no sería suficiente como para promover la ovulación (De Nava, 1994).

Rodríguez Blanquet et al. (2002) estudiaron que vacas a los cuales se les realizó un destete temporario con tablilla nasal por 14 días tuvieron un porcentaje de iniciación de la actividad cíclica ovárica superior a los que no se les realizó el tratamiento (87% vs. 71%), así como un 76% y 61 % en porcentaje de preñez, respectivamente.

De acuerdo con Kunkel, Beal, citados por Souza Borges y Gregory (2003) existe una relación directa entre la condición corporal y la tasa de manifestación de celo en respuesta al destete temporario. El efecto del tratamiento fundamentalmente va a depender de la nutrición de la vaca y dieta que se le suministre, y el momento postparto en que se aplique el destete y la duración del mismo.

Al aplicarse cualquiera de los dos métodos, se acorta el anestro postparto ya que aumenta la pulsatilidad de LH y consiguiente ovulación, sin tener ningún efecto sobre el peso de los terneros al destete. Aunque en trabajos nacionales hay resultados contradictorios sobre el efecto sobre el peso al destete de los terneros, en los cuales se obtuvieron diferencias significativas (Jiménez de Aréchaga et al., 2005).

Durante el período de tratamiento (desde la colocación hasta el retiro de la tablilla) se observó un efecto negativo sobre la ganancia de peso de los terneros. Cuando se retira la tablilla, la glándula mamaria que ya se encuentra en un período de involución debe reiniciar su secreción gradualmente por lo que las ganancias diarias iniciales son mas bajas que las de los terneros que no fueron restringidos (De Nava 1994, Stahringer 2003).

A partir de la tercer semana de retiradas la tablilla las ganancias diarias comienzan a igualarse hasta fin de destete, acompañado por la normalización de la producción de leche de la glándula mamaria (Stahringer, 2003). En este sentido, Orcasberro (1994) observó que el destete temporario aplicado a terneros de más de 50 días de edad, a inicio del entore durante 13 días no afecta el crecimiento posterior de los terneros.

En resumen tanto el destete temporal con tablilla o a corral al perder la dependencia de la madre su crecimiento va estar dado por la calidad de ración y de pastura con las cuales se los vaya alimentar.

Destete precoz: implica la separación total y definitiva de los terneros de sus madres y por ende el amamantamiento por lo cual se elimina el efecto inhibitorio del amamantamiento sobre el eje hipotálamo-hipófisis-ovario y además las necesidades de nutrientes para la producción de leche (de Castro et al., 2002).

Debido a que el destete temporario no tiene efecto en vacas flacas (condición corporal (CC) menor a 3 en la escala 1-8), así como tampoco en vacas primíparas, ya que no tiene efecto en la condición corporal sino en el balance hormonal (Simeone et al. 1997, Geary et al. 2001, de Castro et al. 2002, Simeone y Beretta 2002), se comenzó a implementar el destete precoz. Esta técnica tiene efecto sobre estas categorías y al ser aplicado en vacas múltiparas con buena condición corporal permite aumentar la carga manteniendo buenos índices reproductivos (Simeone et al. 1997, Simeone y Beretta 2002).

El destete precoz se aplica alrededor de 2 a 3 meses postparto cuando los terneros tienen un peso mayor a 70 Kg., a diferencia del destete tradicional que se realiza con terneros de 140-150 Kg. de peso con una edad de aproximadamente de 5-6 meses.

La evaluación del destete precoz a nivel de 53 predios comerciales, durante el entore 1998-1999, registró un incremento en preñez de 21 puntos porcentuales (59% vs 80 %) (Simeone y Beretta, 2002).

A los 28 días de aplicado el destete precoz, el 100% de las vacas había presentado su primera ovulación (Quintans y Vázquez, 2002).

El destete precoz del ternero mejora el estado nutricional de las vacas, lo cual se ve reflejado en una mejor condición corporal al finalizar el entore en comparación con aquellas que amamantaron a sus terneros (Bejerez et al. 1997, Simeone et al. 1997). Bejerez et al. (1997) en condiciones de campo natural, encontraron que vacas a las cuales se les retiró el ternero, llegaron con mayor CC al fin del entore con respecto al control (3,9 vs 3,27).

Como consecuencia de la aplicación del destete precoz para mejorar la performance reproductiva de las hembras, aparece el problema de la alimentación del ternero para que logre tasas de ganancias adecuadas y no se comprometa su crecimiento futuro. Esta puede realizarse en base a pasturas naturales o sembradas, en combinación o no con suplementos concentrados (Simeone y Beretta, 2002).

En resumen, encontramos en el destete precoz una técnica que logra levantar en forma consistente el anestro postparto, sincroniza y acorta el intervalo parto-primer estro, pero que requiere un manejo más intensivo de los terneros en comparación con otras técnicas.

Destete parcial o amamantamiento restringido: consiste en controlar el amamantamiento de forma que el ternero mame 1 o 2 veces al día, durante un tiempo limitado, hasta la aparición del celo de su madre.

El amamantamiento restringido se aplicaría a partir de los 30 días postparto permaneciendo los terneros en un piquete con pasturas de alta calidad y algo de concentrados, mamando una hora por día. Toda vaca que haya entrado en celo se lleva a otro potrero con su ternero hasta el comienzo del entore. Para el mismo se pueden utilizar distintas fechas de comienzo de los destetes (Geymonat, 1985).

Las evidencias publicadas son concluyentes en cuanto al efecto favorable en el acortamiento del anestro postparto (Geymonat, 1985), aunque el amamantamiento una vez por día ha dado resultados más consistentes que cuando se realiza dos veces por día (Odde 1990, Williams 1990).

También se observó que dentro de las vacas con amamantamiento restringido, las que recibieron un mejor plano nutritivo (111% NRC) presentaron una respuesta mayor en manifestación de estro (89 vs. 44%) que las que recibieron un plano bajo (93 % NRC), concluyendo que el incremento del nivel energético postparto potencia el efecto del destete parcial (Browning et al., citados por Mautone y Straumann, 2006).

La aplicación de esta técnica para mejorar la performance reproductiva de un rodeo se limita a situaciones de rodeos relativamente pequeños dada la intensidad del trabajo en la manipulación de animales y el intenso control sobre los mismos que requiere (Williams, 1990).

2.4.2.2. Efecto macho

Los animales machos pueden estimular reflejos neuroendócrinos en hembras de su misma especie que pueden influir sobre sus funciones hipotalámico-pituitario-ováricas (Chenoweth, 1997).

Otra medida para mejorar el comportamiento reproductivo en bovinos de carne, es el efecto que causa la presencia del toro (Efecto Macho). Este efecto se logra mediante la incorporación de toros al 4-5% en el rodeo en las primeras semanas postparto. La presencia del toro disminuye el anestro postparto acelerando la reanudación del ciclo estral (Short et al., 1990).

En las vaquillonas los efectos bioestimulatorios sobre la pubertad han sido inconsistentes (Robertson et al., Makarechian et al., citados por Chenoweth, 1997). Varios estudios han reportado efectos positivos usando vacas tratadas con testosterona y también orina de toro (Izard y Vandenberggh, Chenoweth y Lennon, Burns y Spitzer, citados por Chenoweth, 1997).

Estudios realizados por Fernández et al. (1993, 1996), Fike et al. (1996) obtuvieron una reducción entre 8 y 16 días en el intervalo parto-primer celo, al introducir toros luego del parto con respecto al control, en vacas primíparas. También se demostró que esta herramienta de manejo incrementó el comportamiento reproductivo (% de preñez al primer servicio) de esta categoría.

En vacas multíparas, la duración del anestro postparto disminuyó cuando fueron expuestas a toros durante el período de parición (Zalensky et al., Scott y Montgomery, citados por Rodríguez Blanquet et al., 2002).

Vacas primíparas con amamantamiento restringidos expuestas a toros o a productos de excreción de estos, 35 días después de paridas, tuvieron un anestro postparto de menor duración que el grupo control (Berardinelli, 2005).

La estimulación del toro sobre la actividad reproductiva es baja o nula en los primeros días postparto. Por lo tanto, no sería necesario poner los toros en el momento del parto para obtener el efecto de estímulo sexual de los mismos, pero tampoco más allá del día 30 postparto (Rodríguez Blanquet, 2002).

Una posible explicación hormonal es que el efecto bioestimulador del toro sobre el intervalo parto-inicio de la actividad ovárica (y celo) es que, de alguna forma, se alteran los cambios en la concentración y pulsatilidad de la LH (Rodríguez Blanquet et al., 2002).

El efecto toro a un 4 % en vacas multíparas en la primera semana de paridas y un destete temporario por 14 días con tablilla nasal por lo menos desde 50 días postparto produjo efectos neutros o positivos en las variables reproductivas estudiadas y no afectó los pesos de los terneros ese año (Rodríguez Blanquet et al., 2002).

Concluyendo, hay evidencia convincente para un efecto bioestimulador sobre el intervalo postparto en vacas, mientras que los efectos sobre la pubertad en las vaquillonas no están todavía claros.

2.4.3. Métodos combinados

Otra posibilidad para controlar el largo del anestro postparto y el retorno a la ciclicidad es la combinación de los métodos hormonales y biológicos.

Dentro de los métodos combinados los más usados y de los cuales se tiene un mayor conocimiento son diferentes métodos hormonales combinados con destetes temporarios de diferente duración.

El destete temporario (a corral) causaría aumentos en la concentración de LH a partir de las 24 horas de realizado el mismo, con una respuesta curvilínea hasta el día 4 post-destete, e incrementa los receptores a la LH en el folículo (Williams et al. 1987, Shively y Williams 1989).

Destetes temporarios por 48 horas generalmente incrementan las tasas de preñez en protocolos de sincronización de celos y ovulaciones con inseminación artificial a tiempo fijo (Smith et al. 1979, Kiser et al. 1980).

Destetes por períodos cortos (48hs.) asociados con tratamientos hormonales de sincronización de estro, pueden ser efectivos en reducción de problemas de infertilidad (Short et al., 1990).

En esta revisión nos vamos a volcar sobre diferentes métodos hormonales combinados con destetes temporarios, haciendo un mayor hincapié en los métodos que incluyen progestágenos, ya que son los que se utilizaron en nuestro experimento.

2.4.3.1. GnRH y destete temporario

Geary et al. (2001) realizaron un experimento con 437 vacas multíparas con ternero al pie, en el cual compararon los protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) (Ovsynch y Co-synch) entre ellos y con o sin un destete temporario por 48 horas.

Los cuatro tratamientos que se utilizaron fueron: 1) Ovsynch, 2) Co-synch, 3) Ovsynch + destete temporario por 48 horas que comienza al momento de aplicación de PGF2 α hasta la segunda inyección de GnRH, 4) Co-synch + destete temporario por 48 horas que comienza al momento de aplicación de PGF2 α hasta la segunda inyección de GnRH.

La tasa de concepción en porcentaje para cada uno de los tratamientos fue: 1) 52%, 2) 54%, 3) 61% y 4) 63%. En dicho experimento no se obtuvieron diferencias significativas entre el Ovsynch y el Co-synch en cuanto a la tasa de concepción con IATF, pero sí se obtuvieron diferencias significativas en esta variable ($P < 0,05$) al comparar cualquiera de los dos protocolos con y sin el destete temporario (a corral) por 48 horas, a favor de estos últimos (Geary et al., 2001).

Estos protocolos son dependientes del porcentaje de animales ciclando al momento de comenzar el tratamiento (Geary et al., 2001). Pero en el experimento realizado, se comprobó que el destete temporario combinado con estos protocolos aumenta las tasas de concepción un 10%, tanto en vacas ciclando como en vacas en anestro, siendo esta diferencia significativa ($P < 0,05$).

2.4.3.2. Progestágenos, benzoato de estradiol y destete temporario

La separación del ternero luego de removido un implante con progestágeno (Syncro-Mate B) fue recomendada como una práctica para vacas de carne amamantando. Esta práctica incrementa la sincronización de estros y tasa de preñez en animales inseminados (Kiser et al., 1980).

De acuerdo con los estudios de (Smith et al., Valle y Euclides Filho, citados por Souza Borges y Gregory, 2003), la tasa de manifestación de estros y ovulaciones son mayores cuando los terneros son separados de sus madres por 48 a 72 horas luego de un tratamiento con Norgestomet.

Aunque Odde (1990) muestra resultados inconsistentes del destete temporario por 48 horas asociado a progestágenos (Syncro-Mate B) al no encontrar aumentos en la tasa de preñez en relación a los no destetados. El autor no especifica el nivel de ciclicidad de los animales tratados.

Mackey et al. (2000) en un estudio con vacas en anestro postparto amamantando, a las que se les aplicaba uno de los cuatro siguientes tratamientos a los 30 días postparto: 1) amamantadas *ad limitum*, 2) vacas con destetes temporarios (a corral), 3) vacas con destetes temporarios (a corral) más la aplicación por 6 días de un dispositivo con progesterona (CIDR) y 4)

vacas con destetes temporarios más la aplicación por 6 días de un dispositivo con progesterona (CIDR) más la aplicación de una cápsula de 10mg. de benzoato de estradiol (BE).

Estos autores obtuvieron que el 84% de las vacas que estaban separadas de sus terneros ovulaban luego del tratamiento, mientras las que permanecían junto a sus terneros ovulaban solo el 23% ($P < 0,05$), presentando un intervalo parto-primera ovulación de 42,6 días promedio para las vacas destetadas y 66,3 días para las que amamantaban *ad libitum*.

En el mismo trabajo se obtuvo un mayor porcentaje de manifestación de celo a favor de las vacas tratadas con progesterona y progesterona más BE, así como también una disminución de ciclos cortos a favor de éstas ($P < 0,05$). Debido a esto concluyeron que los tratamientos con progesterona y restricción del amamantamiento en vacas de carne en anestro postparto son efectivos en acortar el intervalo al primer estro y ovulación, induciendo la ocurrencia de ciclos estrales normales.

Souza Borges y Gregory (2003) trabajaron sobre vacas (cruzas Charolais x Nelore x Hereford) en anestro postparto con ternero al pie. A estas se les aplicaba los siguientes tratamientos: 1) las vacas eran separadas de sus terneros por 72 horas (de manera que no podían verlos, olerlos, ni oírlos) y 2) se les aplicaba un implante auricular con progestágenos (con 3mg. de Norgestomet) por 9 días, el día de colocar el implante se les inyectaba intramuscularmente 3mg. de Norgestomet y 5mg. de valerato de estradiol y al momento de retirar el implante eran separadas de sus terneros por 72 horas al igual que los animales del tratamiento 1.

En este trabajo obtuvieron un 26,3% vs. 75.8%; 15.7 vs. 48.2%; 86.4 ± 25 vs. 50.1 ± 18 en porcentaje de manifestación de celo, porcentaje de ovulación y intervalo destete estro para el Tratamiento 1 y 2 ($P < 0,05$) respectivamente, En cuanto a la tasa de preñez al primer celo y tasa de preñez en el período reproductivo no se encontraron diferencias significativas pero si numéricas a favor del Tratamiento 2.

A nivel nacional, Rodríguez Blanquet et al. (2005) aplicaron a vacas primíparas y multíparas en anestro postparto con ternero al pie los siguientes tratamientos:

I) Esponja intravaginal (poliuretano impregnada con 250 mg de MAP por 7 días y aplicación de 0.5 mg de BE a las 24 horas de remoción de la misma **(MAP+BE)**. II) Esponja por 7 días y un Destete Temporal (DT) por 5 días a corral al momento de remoción de la misma **(MAP+DT)**. III) Esponja por 7 días, aplicación de 0.5 mg de BE a las 24 horas de remoción de la misma y un DT por 5 días a corral al momento de remoción de la misma **(MAP+BE+DT)**.

En este trabajo se analizaron el porcentaje de celo, horas al celo (horas desde que se extrajo la esponja al celo), porcentaje de formación de cuerpo luteo (FCL) total (concentraciones mayores a 0.5 ng/ml en los días 8 o 15 o 22 o 15 y 22.) y porcentaje de formación de cuerpo luteo de duración normal (concentraciones mayores 0.5 ng/ml en los días 15 y 22.), diferenciándose vacas de parición temprana y tardía.

Estos autores obtuvieron que en las vacas de parición temprana el Tratamiento III fue significativamente superior ($P < 0,003$) a los otros tratamientos en cuanto a las variables analizadas, pero no había diferencia entre los tratamientos en las vacas de parición tardía ($P \geq 0,20$). En conclusión, la incorporación de BE y DT por 5 días a esta esponja produjo los mejores resultados en % C, % FCL total y de fase luteal normal y menor en horas respecto a los otros dos tratamientos en vacas de momento de parición temprana, pero fueron similares en todas las variables analizadas en momento de parición tardía.

La bibliografía existente indica que, aplicando tratamientos con progesterona natural o progestágenos sintéticos y benzoato de estradiol, combinados con destetes temporarios de diferente duración, llevan a resultados neutros o positivos en las diferentes variables reproductivas.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. LOCALIZACIÓN

El experimento se llevó a cabo en el Establecimiento “La Loma” propiedad de la sociedad Javier Grasso e Hijos, ubicado en el Departamento de Salto, camino Cuchilla del Daymán, a 75 Km. de la ciudad de Salto al Este por Ruta 31 (Latitud 31°30’S; Longitud 57°14’24’’W). El predio se encuentra en la 15° seccional policial, en la 4° seccional judicial, en los padrón H-6174 y H-1136, ocupando una superficie de 1495 há. A su vez la empresa arrienda los padrones H-1135 y H-1168 los cuales ocupan una superficie de 1300 há.

El mismo se ubica dentro la unidad Itapebí-Tres Árboles de la “Carta de Suelos del Uruguay” a escala 1:1000000. En esta unidad se encuentran los siguientes tipos de suelos:

Dominantes: -Brunosoles Eutricos Típicos. LAc (moderadamente profundos)
-Vertisoles Haplicos. Ac (moderadamente profundos)

Asociados: -Litosoles Eutricos Melánicos LAc (muy superficiales) (ródicos)

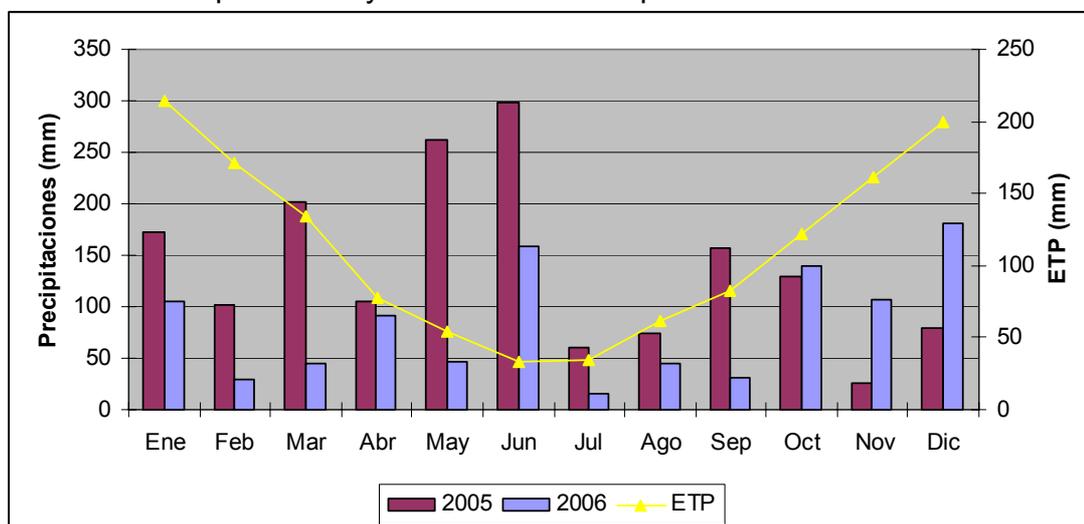
El relieve es principalmente de lomadas suaves, a veces fuertes, con valles cóncavos y escarpas asociadas de materiales de origen basáltico. Con un drenaje moderadamente bueno a algo pobre y la fertilidad alta a muy alta. Predominan praderas invernales típicas de tapiz denso.

El experimento se llevo a cabo durante dos años, comenzando en agosto del 2005, momento en que comenzó el control de parición del rodeo de cría del entore anterior y finalizó en marzo de 2007 cuando se realizó la ecografía de preñez a los 30 días a las vacas de parición tardía.

3.2. CLIMA

En el gráfico 1 se resume la información correspondiente a las precipitaciones acumuladas mensualmente (datos del establecimiento) y evapotranspiración (ETP) del Departamento de Salto medida en la Estación Experimental Facultad de Agronomía San Antonio (EEFAS) durante el período en el que se llevo a cabo el experimento.

Gráfica 1: Precipitaciones y ETP durante el experimento



Fuente: Munka et al. (2006) y Datos de precipitaciones del predio.

En el cuadro 1 se presentan datos de temperaturas máximas, mínimas y promedio para el Departamento de Salto provenientes de la Dirección Nacional de Meteorología presentados en la guía práctica del curso de Agrometeorología.

Cuadro 1: Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio de los dos años del experimento

	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	Año
Tmax (°C)	17.3	19	20.8	24.2	26.9	30.2	31.5	30.3	27.8	23.9	20.6	17.1	24.1
Tmin (°C)	7.3	8	9.1	11.9	14.2	17.1	18.7	17.9	16	12.7	10	7.2	12.5
Tmed (°C)	12	13.2	14.9	18	20.7	23.5	25	23.9	21.6	18.1	15	11.7	18.1

Salto.

Latitud: 31°23'08"S.

Longitud: 57°57'W.

Elevación: 33.57 metros.

3.3. ANIMALES

Se utilizaron 56, 100 vaquillonas y 221 , 67 vacas en el año 2005 y 2006 respectivamente de razas Hereford, Normando, Aberdeen Angus, cruza Británicas y cruza índicas. Cada animal se individualizó por medio de caravanas numeradas.

En los dos años, las vaquillonas que se utilizaron eran de 2 a 3 años de edad, con un peso mínimo de 280 Kg. y que estaban ciclando normalmente. Las vacas primíparas y multíparas eran de 3 a 9 años de edad determinada por dentición (Rodríguez Blanquet, 1986), habían parido normalmente (sin retención de placenta, dificultades al parto, ni mortandad del ternero), estaban con ternero al pie, en anestro y tenían entre 30 a 100 días de paridas.

Los animales eran manejados según las decisiones de la empresa agropecuaria, donde se llevó a cabo el experimento. Todos los animales pastorearon en campo natural y en algunos momentos praderas sembradas según la disponibilidad de pasto de los potreros.

A partir del mes de Agosto de 2005, durante la parición, se realizó control de parto en forma diaria, determinándose fecha y tipo de parto (normal, distócico, retención de membranas fetales, muerte del ternero) y estado corporal. Este se realizó con una escala 1-8 (1-muy flacas; 8-muy gordas) (Vizcarra et al., 1988). Al nacer los terneros fueron caravaneados y se anotó fecha de nacimiento, sexo y se identificaba su madre.

Dentro de las vacas paridas se diferenció para su análisis vacas de parición temprana (paridas en los primeros 45 días de período de parición) y vacas de parición tardía (paridas en los últimos 45 días de parición). Con ambos grupos se procedió de igual modo, asignando a los animales a uno de los dos tratamientos.

Se asumió que las vaquillonas y las vacas estaban libres de enfermedades venéreas, ya que se las vacuna todos los años contra enfermedades venéreas y reproductivas (Campylobacteriosis, IBR, BVD, Leptospirosis) de acuerdo al plan sanitario del establecimiento.

Se realizaron dos ecografías de ovario (10 días antes y el día antes de comenzar los tratamientos) a todas las vaquillonas y vacas. Las vaquillonas que se incluían en el experimento presentaban cuerpo lúteo en una de las dos ecografías y se consideró que estaban ciclando normalmente. En cambio las vacas seleccionadas no presentaron cuerpo lúteo en ninguna de las dos ecografías, (se consideró que estaban en anestro al momento de iniciar los tratamientos), eliminándose las que estaban ciclando.

Para la elección de los machos en noviembre de 2005 se realizó una evaluación reproductiva mediante examen clínico, (no incluyó habilidad de monta, ni capacidad de servicio) a todos los toros que iban a ser utilizados. También se hizo análisis para descartar enfermedades venéreas (campylobacteriosis y tricomoniasis), descartándose aquellos toros que dieran positivo en alguno de los tres raspajes prepuciales. En el 2006 no se procedió a examinar a los toros.

Para la inseminación se utilizó semen congelado en pajuelas de 0.5 ml, de raza Brangus y Limousine. Para asegurarse la viabilidad y fertilidad del mismo se envió a analizar el semen al laboratorio de la Regional Norte de la Universidad de la República.

3.4. TRATAMIENTOS

La hipótesis, en la que se basa este experimento es que, el Tratamiento I que combina progestágenos, con benzoato de estradiol y destete temporario, induce y sincroniza los celos y ovulaciones, aumentando los porcentajes de preñez, en comparación con el Tratamiento II “testigo” (entore tradicional).

Se realizaron dos Tratamientos en dos años consecutivos (2005/2006 y 2006/2007). El Tratamiento I fue un protocolo de inducción y sincronización de celos y ovulaciones (el cual se describe más adelante). El Tratamiento II fue el servicio natural de 90 días que realiza normalmente la Empresa Agropecuaria (Testigo).

Los grupos de animales asignados para cada tratamiento fueron realizados considerando edad, fecha de parto, raza, condición corporal y categoría. Todos los animales de los dos tratamientos fueron manejados juntos

durante el período experimental. El grupo del Tratamiento I fue separado desde la extracción del dispositivo vaginal hasta 12 horas luego de la inseminación y luego se juntaron con el grupo del Tratamiento II.

Cuadro 2: No. de vaquillonas asignadas a cada tratamiento y año

Vaquillonas			
	Tratamiento I	Tratamiento II	Total
Año 2005/2006	29	27	56
Año 2006/2007	50	50	100

Cuadro 3: No. de vacas asignadas a cada tratamiento según época de parición y año

Vacas							
Año	Tratamiento	Parición Temprana (PTemp)			Parición Tardía (P Tardía)		
		Primíparas	Múltiparas	Total (PTemp)	Primíparas	Múltiparas	Total (P Tardía)
2005/06	I	34	26	60	22	27	49
	II	35	27	62	18	32	50
2006/07	I	2	11	13	4	15	19
	II	1	12	13	7	15	22

En el año 2006/07 el bajo número de animales utilizados se debe, en vacas de parición temprana a que eran pocos los animales que parieron en los primeros 45 días del periodo de parición y en vacas de parición tardía a que en ese año se realizó un destete precoz y por lo tanto las vacas a las que se les aplicó el destete precoz no entraban en el experimento.

Figura 6: Esquema del Tratamiento I aplicado a vacas en anestro con cría al pie. Progestágeno (MAP por 7 días)+Benzoato de estradiol (BE)+Destete temporario (DT por 5 días)

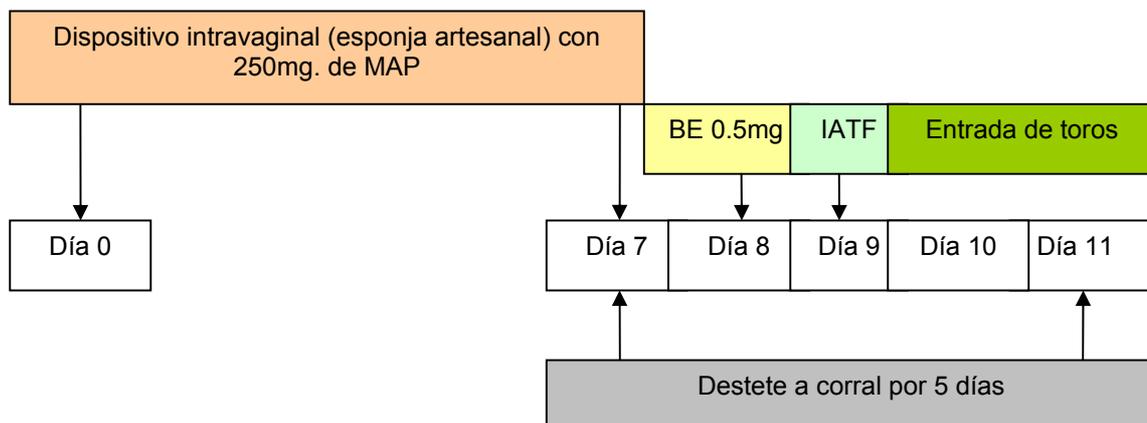
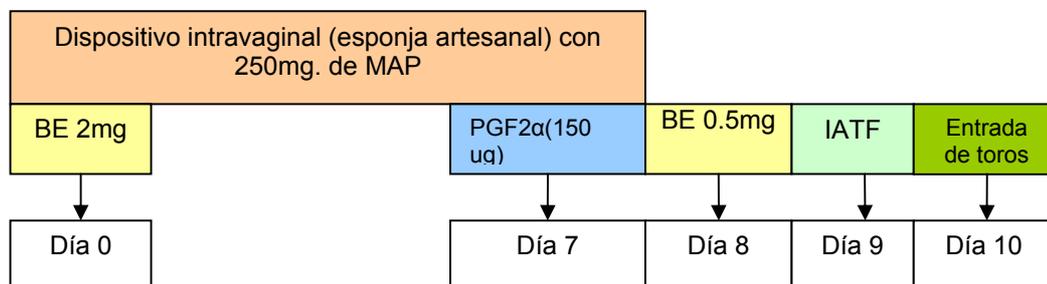


Figura 7: Esquema del Tratamiento I aplicado a vaquillonas ciclando normalmente. Benzoato de estradiol (BE)+Progestágeno (MAP por 7 días)+Prostaglandina (PGF2 α)+Benzoato de estradiol (BE)



A todas las vacas del Tratamiento I se les colocó en forma intravaginal una esponja artesanal (día 0) de poliuretano impregnada con un progestágeno (250 mg. de Acetato de Medroxiprogesterona, MAP). Previo a la colocación se inyectó la esponja con 50 mg. de Oxitetraciclina para prevenir infecciones locales.

El dispositivo intravaginal fue removido a 7 días de colocado y ese día se les retiró el ternero (destete a corral por 5 días). A las 24 horas de haber extraído la esponja se inyectó en forma intramuscular 0.5 mg. Benzoato de Estradiol (Laboratorio Dispert).

El destete a corral tuvo una duración de 5 días el primer año de experimento y 3 en el segundo. A los terneros destetados se les suministró una ración de destete precoz para terneros (CALSAL), agua y sombra, manteniéndolos aislados de sus madres a una distancia no menor a 1000 metros.

En las vaquillonas se practicó el mismo tratamiento que en las vacas, con la diferencia de que se les inyectó el primer año 50 mg de MAP y 2 mg de BE al momento de la colocación del dispositivo intravaginal. En el 2º año solamente 2 mg de BE. Además al momento de retirar el dispositivo se inyectó en forma intramuscular una prostaglandina F2 α (150 ug de d-cloprostenol, Celovet-Prost del Laboratorio VETCOM SRL).

Todos los animales a los cuales se les aplicó el Tratamiento I (vacas en anestro con cría al pie y vaquillonas ciclando) fueron inseminados artificialmente entre las 52-56 horas de retiradas las esponjas (IATF). Al día siguiente se juntaban con el Tratamiento II que ya estaban con los toros (no se realizó repaso con inseminación artificial).

Las vacas de parición tardía ya estaban juntas con los toros al momento de comenzar los tratamientos. En este grupo (vacas de parición tardía), cuando se les aplicó el Tratamiento I, se les separó de los toros (servicio natural) desde la extracción de la esponja hasta 12 horas luego de la IATF.

El Tratamiento II o Testigo consistió solamente en el entore convencional que se realizaba en la empresa rural, ingresando los toros al mismo momento que en el Tratamiento I (12 horas después de la inseminación artificial a tiempo fijo IATF) para las vacas de parición temprana. En el caso de las vacas de parición tardía los toros ya estaban presentes al comenzar el Tratamiento I.

3.5. MEDICIONES

Se determinó el estado corporal a las vacas al momento del parto, durante el control de parición. Esta misma medida se volvió a realizar a la fecha de colocación del dispositivo intravaginal. La determinación del estado corporal fue realizada por un operario el primer año del experimento y por otro el segundo año.

Las evaluaciones reproductivas realizadas fueron:

- Ecografías de preñez a los 30 días de la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).
- Ecografías de preñez a los 60 días de la IATF.

3.6. ANALISIS ESTADISTICO

Se analizaron en forma independiente las vaquillonas, las vacas de parición temprana y tardía.

Para el análisis de los porcentajes (o proporciones) de preñez se planteó un modelo lineal generalizado con función de enlace logit [$\text{logit}(p) = \log(p/(1-p))$], donde p es la proporción de los casos de interés, y con una distribución binomial de la variable. Utilizando el procedimiento GENMOD del Sistema de Análisis Estadístico (SAS).

La variable dependiente es el porcentaje de preñez a los 30 y 60 días de realizadas las inseminaciones artificiales a tiempo fijo (IATF). El modelo contiene los siguientes efectos:

- Tratamientos (T)
- Años (A)
- Raza (R)
- Estado corporal al iniciar los tratamientos (CC_ESP)
- Categoría (C)
- Las interacciones simples entre los efectos
- El intervalo parto-tratamiento fue incluido como co-variable en el modelo.

En el análisis del año 2006 no se considera el efecto del tratamiento del año 2005 (efecto residual), sino que se aleatorizan independientemente.

Para establecer diferencias estadísticas se utilizó un nivel de significancia del 10% de probabilidad de cometer error de tipo I ($P \leq 0,10$).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Al retirar los dispositivos intravaginales no se observaron infecciones locales. Las pérdidas de dispositivos intravaginales fueron de 3% promedio en los dos años y en todos los grupos de animales. Rodríguez Blanquet et al. (2005), con la misma metodología y el mismo dispositivo intravaginal obtuvieron una pérdida del 2.5%. Tampoco se observaron pérdidas de terneros (que la madre no reconozca a su hijo) por el destete a corral por 3 (año 2006/07) o 5 días (2005/06).

Cuadro 4: Preñez a los 30 y 60 días post-servicio en vaquillonas

Años	Preñez a los 30 días		Preñez a los 60 días	
	Tratamiento		Tratamiento	
	I	II	I	II
2005/06	10,3 (3/29) ^b	25,9 (7/27) ^b	68,9 (20/29) ^b	81,5 (22/27) ^{ab}
2006/07	70 (35/50) ^a	80 (40/50) ^a	86 (43/50) ^a	92 (46/50) ^a

a, b indican diferencias significativas ($P < 0,10$).

La preñez a los 30 días y a los 60 días no se comparan entre si.

Cuadro 5: Preñez a los 30 días post-servicio para vacas de parición temprana y tardía, según año y tratamiento

	Momento de parición	Año 2005/06		Año 2006/07	
		Temprana	Tardía	Temprana	Tardía
Tratamientos	I	sd	6,1 (3/49)	30,8 (4/13)	47,4 (9/19)
	II	sd	2 (1/50)	15,4 (2/13)	40,9 (9/22)
	Total	sd	4,1 (4/99)	23,1 (6/26)	43,9 (18/41)

En el año 2005/06 no se realizó la ecografía a los 30 días post-servicio (IATF y servicio natural) a las vacas de parición temprana, debido a que el día que se fueron a realizar las ecografías, por razones de salud el ecografista del proyecto no las pudo realizar.

Cuadro 6: Preñez a los 60 días post-servicio para vacas de parición temprana y tardía, según año y tratamiento

	Momento de parición	Año 2005/06		Año 2006/07	
		Temprana	Tardía	Temprana	Tardía
Tratamientos	I	11,7 (7/60)	12,2 (6/49)	46,2 (6/13)	sd
	II	12,9 (8/62)	14 (7/50)	30,8 (4/13)	sd
	Total	12,3 (15/122)	13,1 (13/99)	38,5 (10/26)	sd

En el año 2006/07 no se realizó la ecografía a los 60 días post-servicio (IATF y servicio natural) a las vacas de parición tardía. Debido a que a estas vacas se les había aplicado un destete precoz (decisión del productor), el cual influiría en los efectos de los tratamientos sobre la preñez a los 60 días.

En las vaquillonas y en las vacas de parición tardía se incluyó el efecto año para analizar la preñez a los 30 días post-IATF. Pero para las vacas de parición temprana no se incluyó el efecto de los años en el modelo debido a que en el año 2005/06 no se realizó en esta categoría la ecografía de preñez a los 30 días post-IATF, debido a que no fue el ecografista.

Cuadro 7: Efecto de los años sobre la preñez a los 30 días en vaquillonas y vacas de parición tardía

Preñez a los 30 días (%)				
Año	Vaquillonas	P≤0.05	Vacas de parición tardía	P≤0.05
2005	17,8 (10/56)	b	4,1 (4/99)	b
2006	75 (75/100)	a	43,9 (18/41)	a

a, b: valores con diferente letra en la columna difieren significativamente entre sí (P<0,10).

En base a los resultados obtenidos en el experimento se pudo observar un efecto del año (P<0,10) sobre la preñez a los 30 y 60 días. Este efecto se debió, muy posiblemente, a la gran sequía que ocurrió en el primer año del experimento (2005/06) (Ver Grafico N° 1).

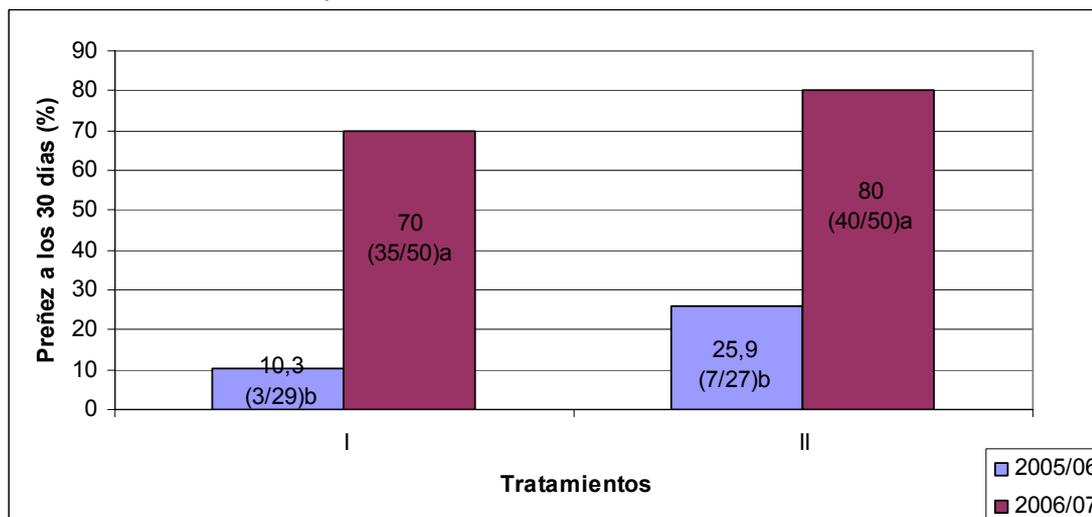
Para las variables analizadas porcentaje de preñez a los 30 y 60 días, hubo un efecto año (P<0,10) en vaquillonas y vacas de parición tardía. En las

vacas de parición temprana se analizaron los años por separado, debido al bajo número de animales en cada año (Ver Cuadros 4, 5, 6 y 7).

No se obtuvieron diferencias significativas ($P > 0,10$) en raza, interacción Año*Tratamiento e interacción Año*raza en vaquillonas, ni en las vacas primíparas y múltiparas para los 2 momentos de parición. Tampoco se obtuvieron diferencias significativas ($P > 0,10$) para el intervalo parto-tratamiento.

Se obtuvo un efecto del Tratamiento ($P < 0,10$) sobre las variables analizadas (preñez a los 30 y 60 días) en las vaquillonas. Como puede observarse en las gráficas 2 y 3, para las variables analizadas el Tratamiento II (testigo) fue superior significativamente ($P < 0,10$) al Tratamiento I.

Gráfica 2: Efecto de los tratamientos sobre la preñez a los 30 días en vaquillonas post-servicio (IATF y servicio natural), para los dos años de experimento

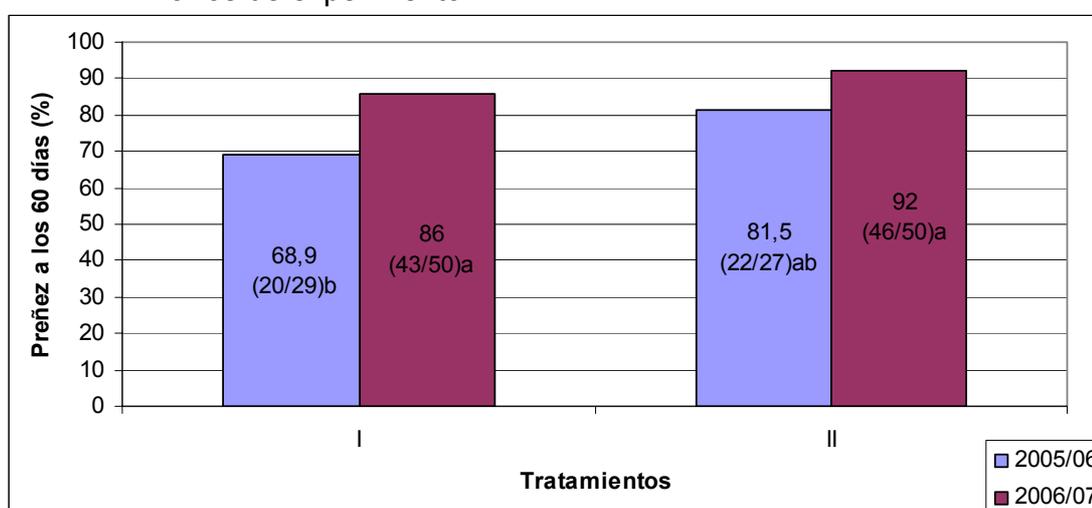


a, b: indican diferencias estadísticas ($P < 0,10$).

Como puede observarse en la gráfica 2 la preñez a los 30 días estimada en vaquillonas fue de 10,3% y 70% para el Tratamiento I en el año 2005/06 y 2006/07 respectivamente ($P < 0,10$). Mientras que el porcentaje de preñez obtenido por el Tratamiento II fue 25,9% y 80%, en los años 2005/06 y 2006/07 respectivamente ($P < 0,10$).

El efecto de los tratamientos sobre la preñez estimada a los 60 días en vaquillonas fue similar al efecto a los 30 días. El porcentaje de preñez a los 60 días fue de 68,9% vs. 81,5% para el Tratamiento I y Tratamiento II respectivamente ($P < 0,10$) en el año 2005/06 y 86% vs. 92% para el Tratamiento I y Tratamiento II respectivamente en el año 2006/07 ($P < 0,10$), (Ver Gráfica 3).

Gráfica 3: Efecto de los tratamientos sobre la preñez a los 60 días en vaquillonas post-servicio (IATF y servicio natural), para los dos años de experimento



a, b indican diferencias estadísticas ($P < 0,10$).

Wiltbank y González-Padilla, Spitzer et al., citados por Odde (1990), obtuvieron en vaquillonas ciclando normalmente, menores tasas de preñez al primer servicio utilizando tratamientos con progestágenos (Syncro-Mate B), comparado con el control. Posiblemente, en estos trabajos no se sincronizó la onda folicular y por lo tanto se fertilizaba un ovocito “viejo” que terminaba muriendo (Mapletoft et al., 2001).

Odde (1990) en su revisión, postula que esta menor preñez al primer servicio obtenida en vaquillonas utilizando Syncro-Mate B, puede deberse a que la exposición a un progestágeno sumado a los niveles naturales de progesterona existentes en vaquillonas ciclando normalmente, produciría un efecto parecido al de los tratamientos de larga duración con progestágenos. Es sabido que estos tratamientos reducen la fertilidad de los celos inducidos

(Odde, 1990). La razón de ésta disminución de la fertilidad es el resultado de un crecimiento folicular anormal (Lucy et al., 1990).

En nuestro experimento posiblemente pudo haber ocurrido algo similar a lo que postula Odde (1990), ya que las vaquillonas que incluimos en los tratamientos estaban ciclando (cuerpo lúteo presente) al momento de iniciar los tratamientos. La explicación anterior puede aplicarse a un gran número de vaquillonas pero no a todas; ya que a las vaquillonas que presentaban cuerpo lúteo en la primera ecografía (10 días antes de iniciar los tratamientos), no se les realizaba la segunda ecografía (el día antes de comenzar los tratamientos). Estas vaquillonas puede que al comenzar los tratamientos no presentaran cuerpo lúteo o este estuviera regresando y el nivel de progesterona natural fuera bajo.

Mapletoft et al. (2001) reportó que con estos tratamientos que incluyen progestágenos y benzoato de estradiol, se obtienen aceptables porcentajes de preñez en vaquillonas, aunque estos porcentajes presentan enormes variaciones (33 a 68%).

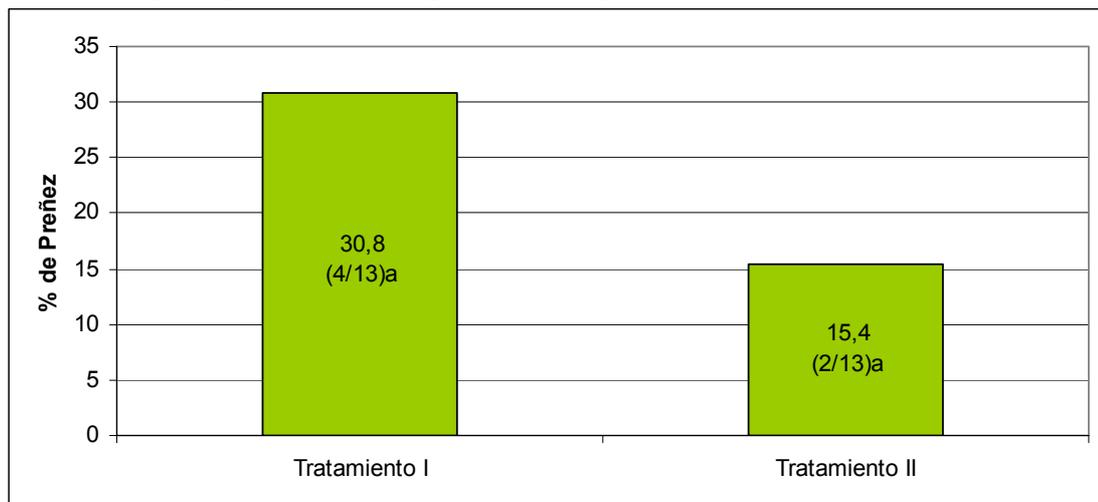
Los datos obtenidos en nuestro experimento y la bibliografía existente coinciden en que utilizando protocolos de sincronización de celos y ovulaciones con progestágenos, en vaquillonas ciclando normalmente, se obtienen tasas de preñez aceptables. Pero al comparar un protocolo con progestágenos (Tratamiento I) con el Tratamiento II (entore convencional por 90 días), estas tasas de preñez son inferiores ($P < 0,10$).

Sin embargo en las vacas primíparas y multíparas en anestro, para los dos momentos de parición (temprana y tardía), la preñez obtenida con el Tratamiento I fue superior biológicamente que con el Tratamiento II, aunque no se encontraron diferencias significativas ($P > 0,10$). Esto puede deberse al bajo número de animales utilizados.

Varios trabajos indican que la aplicación de un progestágeno en combinación con benzoato de estradiol (BE) (Fike et al., 1997, 1999) y un destete temporario en vacas en anestro postparto con ternero al pie, induce la ovulación temprana en estas vacas (Souza Borges y Gregory 2003, Gil y Velazco 2004).

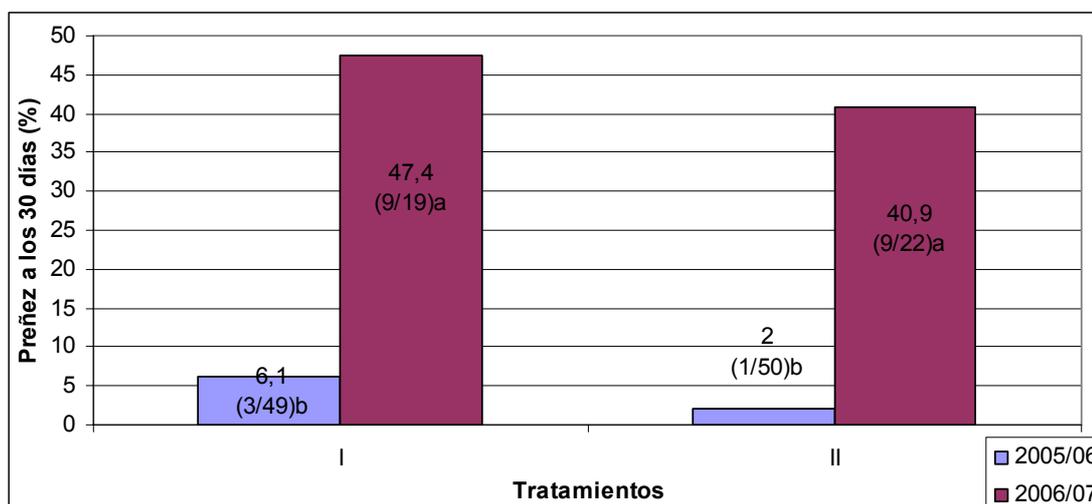
En nuestro experimento analizando la preñez a los 30 días de la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), no se encontraron diferencias significativas ($P>0,10$), pero si numéricas a favor del Tratamiento I en las vacas de parición temprana y tardía (ver Gráficas 4 y 5).

Gráfica 4: Efecto de los tratamientos sobre la preñez a los 30 días post-servicio (IATF), en vacas de parición temprana en el año 2006



Como puede observarse en la gráfica anterior (Gráfica 4), la preñez al primer servicio (preñez a los 30 días de la IATF) fue 4 de 13 animales totales, mientras que para el Tratamiento II fue 2 de 13 animales totales. Aunque estas diferencias no fueron significativas ($P>0,10$), esto puede deberse al bajo número de animales utilizados.

Gráfica 5: Efecto de los tratamientos sobre la preñez a los 30 días post-servicio (IATF y servicio natural), en vacas de parición tardía para cada uno de los años



a, b indican diferencias estadísticas ($P < 0,10$).

Para la preñez a los 30 días en las de parición tardía, también el Tratamiento I fue superior al Tratamiento II numéricamente, pero no se encontraron diferencias significativas ($P > 0,10$). Los resultados obtenidos fueron 6,1% vs. 2% respectivamente para el año 2005/06 y 47,4 vs. 40,9 respectivamente para el año 2006/07. Como en los casos anteriores, el hecho de no encontrarse diferencias significativas puede deberse al bajo número de animales.

Souza Borges y Gregory (2003) obtuvieron diferencias significativas en porcentaje de manifestación de celo, porcentaje de ovulación e intervalo destete estro para el Tratamiento 1 (DT) y 2 (utilizando progestágenos + valerato de estradiol + DT) ($P < 0,05$), siendo superior el Tratamiento 2. Pero en cuanto a la tasa de preñez al primer celo y tasa de preñez final, no se encontraron diferencias significativas, pero si numéricas, a favor del Tratamiento 2 (Progestágenos+valerato de estradiol+DT). En este experimento las tasas de preñez al primer celo, obtenidas fueron 20% para el Tratamiento 1 y 36% para el Tratamiento 2 ($P > 0,05$).

Estos resultados coinciden con los obtenidos en nuestro experimento, aunque en el experimento citado, las inseminaciones artificiales se realizaron

levantando celo y no a tiempo fijo. Posiblemente en este trabajo se perdieron oportunidades de preñez debido a que con este tratamiento hay vacas que ovulan un ovocito de buena calidad sin presentar celo (Fike et al. 1997, Rodríguez Blanquet et al. 2005).

Por otro lado, Baruselli et al. (2004), obtuvieron mayores porcentajes de preñez al primer servicio (con IATF) y en los primeros 45 días de servicio, utilizando tratamientos con progestágenos (CIDR o Crestar) comparado con el servicio natural (entore).

Los tratamientos que incrementen la progesterona antes de la ovulación como también la pulsatilidad de LH para promover crecimiento folicular y secreción de estradiol, son claves para inducir ciclos estrales fértiles en vacas en anestro (Day, 2004).

Yavas y Walton (2000b) reportan un incremento de la LH luego de un tratamiento con progestágenos. La mayor secreción de LH al retirar la fuente de progestágenos, produce un aumento en la secreción de estradiol y la maduración del folículo dominante induciendo la ovulación. Además incrementa el tamaño del futuro cuerpo lúteo y evita la formación de un cuerpo lúteo de vida corta (Cutaia et al., 2007).

El Tratamiento I, con superioridad numérica de resultados, utilizaría el efecto sinérgico del aumento de LH provocado por el destete temporario, y por otro lado, por la dosis de BE administrada.

Lammoglia et al. (1998) trabajando sobre vacas en anestro postparto, obtuvo una respuesta lineal sobre la preñez ($P < 0.01$), de acuerdo a la dosis de benzoato de estradiol utilizada en el protocolo de sincronización. Las vacas a las que se les aplicó la mayor dosis (1 mg. BE) 24 horas de retirado el dispositivo con progestágenos, mostraron el mayor porcentaje de preñez (81%). En nuestro trabajo se aplicó una menor dosis de benzoato de estradiol (0,5 mg. BE), que puede ser una de las posibles causas de las menores tasas de preñez obtenidas.

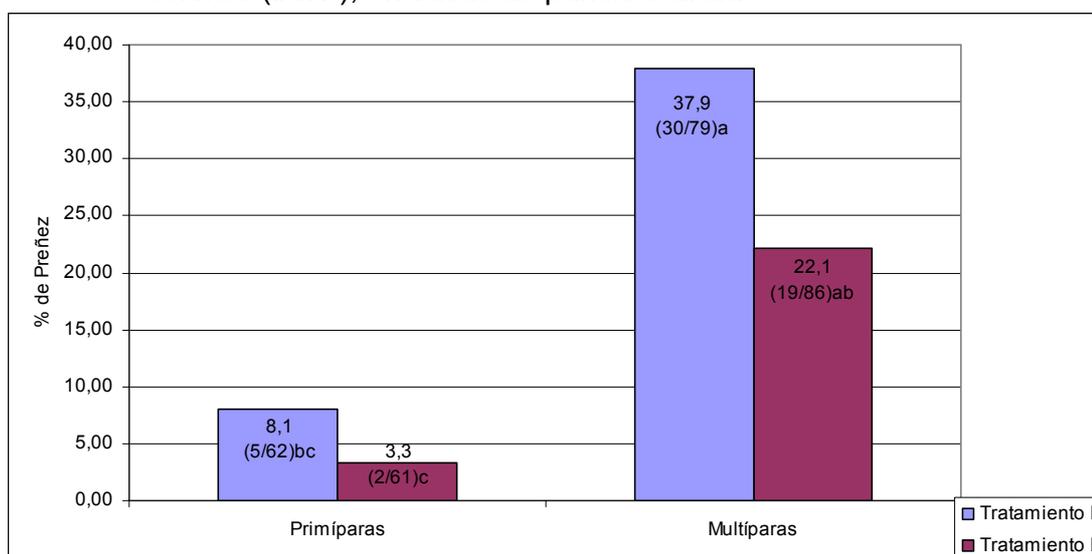
Bó et al. (2001) mencionan como dosis óptima a utilizar 1 mg. de BE 24 horas después de la remoción del dispositivo intravaginal. Sin embargo, Alberio

et al. (1999a) no obtuvieron diferencias entre utilizar una dosis de BE de 0,5 mg., 0,7 mg. o 1 mg. , 24 hs luego de retirado el dispositivo intravaginal. Esta discrepancia entre estos autores puede deberse a diferentes tamaño (peso) de las vacas que se utilizaron en los experimentos.

Smith et al. (1979) mostraron que el uso de destete temporario de corta duración (48 a 60 horas) en combinación con un progestágeno incrementó el número de vacas detectadas en celo y preñadas entre los 4 y 21 días de remoción del implante con progestágeno (Norgestomet), no habiendo diferencia estadística entre ambos tiempos de separación.

Se encontró una interacción Tratamiento* Categoría, ya que al aplicar un tratamiento con progestágenos y una separación física del ternero (Tratamiento I) a vacas primíparas, estas se comportaron de igual manera ($P > 0,10$) que las vacas múltiparas que solamente fueron entoradas (Tratamiento II). Sin embargo las vacas múltiparas las que se les aplicó el Tratamiento I fueron superiores en cuanto a preñez que las vacas primíparas que se las aplicó el mismo tratamiento (Tratamiento I) (37,63% vs. 7,58%) ($P \leq 0,10$). (Ver Gráfica 6).

Gráfica 6: Interacción Tratamiento*categoría sobre la preñez a los 30 días post-servicio (IATF), en vacas de parición tardía



a, b, c indican diferencias estadísticas ($P < 0,10$).

En la gráfica 6, se observa que el Tratamiento I aplicado a las vacas multíparas fue el que obtuvo mayores resultados de preñez (37,9%), siendo superior a las vacas primíparas independientemente del tratamiento aplicado. Pero no se diferencia significativamente ($P>0,10$) del Tratamiento II aplicado a las vacas multíparas (22,1%). Mientras que no se obtienen diferencias significativas ($P>0,10$) entre el Tratamiento II aplicado a vacas multíparas (22,1%) y el Tratamiento I aplicado a vacas primíparas (8,1%), pero fue superior significativamente ($P>0,10$) al Tratamiento II aplicado a vacas primíparas (3,3%).

Los resultados obtenidos y la bibliografía consultada señalan que la aplicación de un tratamiento con progestágenos, más benzoato de estradiol, combinado con un destete temporal a corral por 3 o 5 días (Tratamiento I) a vacas primíparas, revierten la situación de anestro de las mismas. De esta manera se logra preñar en menor tiempo a esta categoría, que como ya se dijo es la categoría con la cual se obtienen menores tasas de preñez dentro del rodeo de cría.

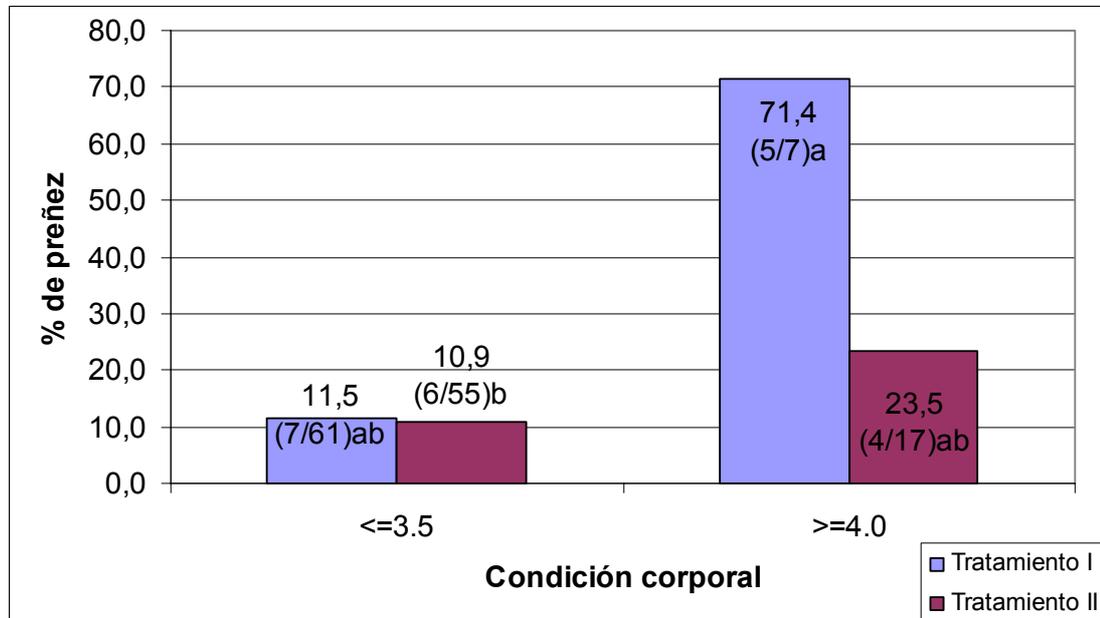
En la preñez a los 60 días de comenzados los tratamientos no se encontraron diferencias significativas ($P>0,10$) para la interacción Tratamiento* Categoría. Pero estos resultados corresponden solamente al año 2005 (ver cuadro 5).

Cuadro 8: Porcentaje de preñez (y proporción) a los 60 días post-servicio de acuerdo al Tratamiento y la Categoría, para los dos momentos de parición para el año 2005/06

Preñez a los 60 días (%)					
Tratamiento	Categoría	Vacas de parición temprana	$P\leq 0.1$	Vacas de parición tardía	$P\leq 0.1$
		Año 2005		Año 2005	
I	Primíparas	11,8 (4/34)	a	13,6 (3/22)	a
II	Primíparas	11,4 (4/35)	a	11,1 (2/18)	a
I	Multíparas	11,5 (3/26)	a	11,1 (3/27)	a
II	Multíparas	14,8 (4/27)	a	15,6 (5/32)	a

En cuanto al efecto de la interacción Tratamiento*Condición corporal a la puesta de la esponja, se encontraron diferencias significativas ($P\leq 0,10$) sobre la preñez a los 30 días de haber realizado los tratamientos (ver grafica 7).

Gráfica 7: Efecto de la interacción Tratamiento*Condición corporal sobre la preñez a los 30 días post-servicio (IATF) en vacas de parición tardía



Escala 1-muy flaca; 8-muy gorda.
a, b, c indican diferencias estadísticas ($P \leq 0,10$).

Como puede observarse en la gráfica 7 en las vaca con una buena condición corporal (mayor a 4), se obtienen las mayores tasas de preñez que con vacas con una condición corporal menor a 3,5 (escala 1-muy flaca; 8-muy gorda).

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0,10$) entre las vacas, a las que se les aplico el tratamiento I o tratamiento II, para las vacas con una condición corporal menor a 3,5. Estos mismos resultados se obtuvieron en vacas con una condición corporal mayor a 4.

El Tratamiento I no fue efectivo en revertir la situación de anestro en vacas con baja condición corporal, ya que en las vacas con condición corporal menor a 3,5 a las que se les aplicó el Tratamiento I no se encontraron diferencias significativas ($P > 0,10$), con las vacas de condición corporal menor a 3,5 a las que se les aplico el Tratamiento II, para la preñez a los 30 días.

Para las vacas con una condición corporal mayor a 4, no se encontraron diferencias significativas ($P>0,10$) pero si numéricas a favor del tratamiento I, esto puede deberse al bajo número de animales utilizado. Estos resultados nos dan el indicio de que este tipo de tratamientos sería útil para cortar el anestro postparto lactacional y no nutricional.

5. CONCLUSIONES

En las vaquillonas el Tratamiento II, fue superior significativamente ($P < 0,10$) que el Tratamiento I. Por lo que para esta categoría en la cual se obtienen buenas tasas de preñez no convendría utilizar este tipo de tratamientos por los resultados obtenidos en este experimento.

Los resultados de este experimento no permiten concluir una clara superioridad del Tratamiento I que combina MAP+BE+DT en vacas primíparas y multíparas en anestro con cría al pie ya que no se obtuvo una superioridad significativa ($P > 0,10$), pero si numérica del Tratamiento I sobre las variables analizadas.

El Tratamiento I revierte en menor tiempo la situación de anestro en vacas primíparas, permitiendo que estas se preñen al comienzo del periodo reproductivo (ver gráfica 6). Por lo cual este tratamiento puede ser de gran utilidad al momento de preñar esta categoría, ya que es la categoría más difícil de preñar dentro de un rodeo.

En las vacas que tienen una condición corporal mayor a 4, se obtienen mayores tasas de preñez. El Tratamiento I no fue efectivo en revertir la situación de anestro en vacas de condición corporal menor a 3,5 ya que no se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0,10$) entre las vacas de baja condición corporal (menor a 3,5) entre los dos tratamientos. Por lo que se puede concluir que para estos tratamientos no revierte la situación de anestro nutricional, por lo tanto estos tratamientos habría que aplicarlos a vacas que presenten una condición corporal superior o igual a 4 al comenzar los mismos.

En resumen el Tratamiento I es una tecnología de bajo costo comparado con el servicio natural (Anexo: ANÁLISIS ECONÓMICO) y puede tener un impacto importante sobre la preñez en vacas primíparas y multíparas, que presenten una CC superior o igual a 4.

6. RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de un protocolo de inducción y sincronización de celos y ovulaciones, en el comportamiento reproductivo de vacas de carne. Con dicho protocolo se realizó una inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). Se utilizaron 56, 100 vaquillonas y 221, 67 vacas en el año 2005 y 2006 respectivamente de razas Hereford, Normando, Aberdeen Angus, cruza Británicas e índicas. Las vaquillonas utilizadas eran de 2 a 3 años de edad, con un peso mínimo de 280 Kg. y ciclando normalmente al momento de la colocación del dispositivo intravaginal. Las vacas primíparas y multíparas eran de 3 a 9 años de edad determinada por dentición, habían parido normalmente (sin retención de placenta, dificultades al parto, etc), estaban con ternero al pie, en anestro y tenían entre 30 a 100 días de paridas. Los tratamientos fueron: I) Progestágeno (Acetato de Medroxiprogesterona (MAP) por 7 días), Benzoato de estradiol (BE) a las 24 horas de haber extraído el dispositivo intravaginal, Destete temporario (DT por 5 días al momento de extrae el dispositivo) (TI: MAP+BE+DT; n=79 vaquillonas; n=141 vacas). En las vaquillonas, al momento de colocar el dispositivo se les inyectaba 2 mg. de BE y 50 mg. de MAP II) consistió solamente el servicio (entore) convencional que se realizaba en la empresa rural (TII: testigo; n=77 vaquillonas; n=147 vacas). La condición corporal (CC) de los animales fue evaluada al momento del parto y al momento de colocar el dispositivo intravaginal (inicio de los tratamientos). Las evaluaciones reproductivas realizadas fueron: preñez por ecografía a los 30 y a los 60 días de la IATF. Para las variable raza (R), intervalo parto-tratamiento (ITP) y las interacciones año*tratamientos (A*T) y año*raza (A*R) no se obtuvieron diferencias significativas ($P > 0,10$). Se obtuvieron diferencias significativas ($P < 0,10$) entre los dos años del experimento, siendo el año 2006 el que registro mayores porcentajes de preñez a los 30 y 60 días. Se obtuvo un efecto del Tratamiento ($P < 0,10$) sobre las variables analizadas (preñez a los 30 y 60 días) en las vaquillonas, siendo superior el Tratamiento II. Sin embargo en las vacas primíparas y multíparas, para los dos momentos de partos, no se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0,10$), pero sí se obtuvo diferencias numéricas considerables, a favor del Tratamiento I. En conclusión, el Tratamiento I sería una tecnología de menor costo comparado con el servicio natural que en algunas situaciones podría tener un impacto importante sobre la preñez en vacas primíparas y multíparas, pero no para vaquillonas por los resultados obtenidos en el presente experimento.

Palabras clave: Ganado de carne; Vacas; Sincronización de celos; Ovulación inducida; Progestágenos.

7. SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the effect of a protocol of induction and synchronization of heat and ovulation in the reproductive performance of beef cattle. With this protocol it was realized a fixed-time insemination (FTI). There were used 56, 100 heifers and 221, 67 cows on years 2005 and 2006 respectively, of different breeds, Hereford, Normando, Aberdeen Angus, and crossbreed Britanic * Indic. The used heifers were 2 and 3 years aged, with a minimal weight of 280 Kg and normally cycling at the moment of the placement of an intravaginal device. The primiparous and multiparous cows were 3 to 9 years determined by dentition, they have given birth normally (no placenta retention, no difficulties at calving, etc) They were with their calves, in anestrous and they were 30 to 100 days postpartum. The treatments were: I) Progestagen (medroxyprogesterone acetate (MAP) for seven days), estradiol benzoate (BE) 24 hours after having extracted the intravaginal device, temporary weaning (DT for 5 days at the moment of the extraction of the device) (TI: MAP+BE+DT; n=79 heifers; n=141 cows). The heifers, at the moment of placing the device, were injected with 2 mg of BE and 50 mg of MAP. II) It consisted on conventional bull's service that was usual on this farm. (TII: control n=77 heifers; n=147 cows). The body condition of the animals was evaluated at the moment of the birth and when the intravaginal dispositive was placed (beginning of the treatments). The reproductive evaluations realized were: pregnancy by ecography 30 and 60 days after FTI. For the variable breed, interval calving-treatment, and interactions year*treatment and year*breed, no significant differences were obtained ($P>0.10$). It was obtained significant differences ($P<0,10$) between the two years of the study, being year 2006 the one that registered major pregnancy percentages to 30 and 60 days. There was obtained an effect of the treatment ($P<0.10$) on the variables analyzed (pregnancy at 30 and 60 days) at heifers, being superior treatment II. However in primiparous and multiparous cows, for both calving moments, there were no statistical differences ($P>0,10$), but it was obtained considerable numerical differences in favour in favour of treatment I. In conclusion, treatment I would be a lower cost technology comparing with natural service that in some situations might have an important impact on pregnancy in multiparous and primiparous cows, but not on heifers, according to the results obtained in the present experiment.

Keywords: Beef cattle; Cows; Oestrus synchronization; Induced ovulation; Progestogens.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ALBERIO, R.H.; ALLER, J.; QUINTEROS, R.; FERRE, L.; MELUCI, L. 1999a. Momento de aplicación y dosis de Benzoato de Estradiol al final de un tratamiento con progestágenos sobre celo y fertilidad. In: Simposio Internacional de Reproducción Animal (3°. 1999, Córdoba, Argentina). Resúmenes. Córdoba, s.e. p. 182.
2. _____.; _____.; _____.; _____.; _____. 1999b. Utilización de dispositivos intravaginales con progesterona (CIDR) y respuesta comparada con esponjas con progestágeno. In: Simposio Internacional de Reproducción Animal (3°. 1999, Córdoba, Argentina). Abstract. Córdoba, s.e. pp.183.
3. _____. 2000. Inducción y sincronización de celos en bovinos. In: Quintans, G. ed. Estrategias para acortar el anestro postparto en vacas de carne. Montevideo, INIA. pp. 49-52 (Serie Técnica no. 108).
4. _____. 2003. Nuevas biotecnologías reproductivas. Aspectos biológicos y económicos. In: Simposio Internacional de Reproducción Animal (5°. 2003, Córdoba, Argentina). Trabajos presentados. Córdoba, s.e. pp. 295-301.
5. ANDERSON, L.H.; MCDOWELL, C.M.; DAY, M.L. 1996. Progestine-induced puberty and secretion of luteinizing hormone in heifers. *Biology of Reproduction*. 54:1025-1031.
6. _____.; DAY, M.L. 1998. Development of a progestine-based estrus synchronization program: I. Reproductive response of cow fed melengestrol acetate for 20 days with an injection of progesterone. *Journal of Animal Science*. 76:1267-1272.
7. BARUSELLI, P.S.; REIS, E.L.; MARQUES, M.O.; NASSER, L.F.; BÓ, G.A. 2004. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrous beef cattle in tropical climates. *Animal Reproduction Science*. 83:479-486.
8. BELLO, G.; MESTRE, G. 1990. Efecto de la producción de leche medida como ganancia diaria real del ternero, sobre el comportamiento reproductivo de un rodeo Hereford. Tesis Ing. Agr. Montevideo,

Uruguay. Facultad de Agronomía. 185 p.

9. BEJEREZ, A.; BOTELLO, A.; FONSECA, F. 1997. Efecto del destete precoz sobre el comportamiento reproductivo de vacas Hereford pastoreando C.N. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 66 p.
10. BERARDINELLI, J.G.; JOSHI, P.S. 2005. Initiation of postpartum luteal function in primiparous restricted-suckled beef cows exposed to a bull or excretory products of bulls or cows. *Journal of Animal Science*. 83:2495–2500.
11. BÓ, G.A.; CUTAIA, L.; BROGLIATTI, G.M.; MEDINA, M.; TRIBULO, R. 2001. Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en ganado utilizando progestágenos y estradiol. *In*: Simposio Internacional de Reproducción Animal (4°. 2001, Córdoba, Argentina). Trabajos presentados. Córdoba, s.e. pp 117-136.
12. BOLAND, M.P. 2003. Efectos nutricionales en la reproducción del ganado. *In*: Jornadas Uruguayas de Buiatría (21as., 2003, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, CMVP. s.p.
13. CRAVEA, M.F.; TUNEU, J.L. 1986. Influencia de la producción de leche en vacas Hereford, sobre el crecimiento del ternero y el comportamiento reproductivo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 106 p.
14. CAVESTANY, D. 1985. Fisiología del puerperio. *In*: Postparto en la hembra bovina. Montevideo, MGAP/IICA. pp.1- 30. (Miscelánea no. 644).
15. _____. 2002. Sincronización y/o inducción de celos con o sin inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos del Uruguay. Costos y variaciones en las respuestas. Primera parte; fundamentos teóricos. *In*: Jornadas Uruguayas de Buiatría (25as., 2002, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, CMVP. s.p.
16. _____.; MEIKLE, A.; KINDAHL, H.; VAN LIER, E.; MOREIRA, F.; THATCHER, W.W.; FORSBERG, M. 2003. Use of medroxyprogesterone acetate (MAP) in lactating Holstein cows an Ovsynch protocol; follicular growth and hormonal patterns. *Theriogenology*. 59:1787-1798.

17. CUTAIA, L.; VENERANDA, G.; TRIBULO, R.; BÓ, G.A. 2003. Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos de cría: factores que lo afectan y resultados productivos. In: Simposio Internacional De Reproducción Animal (5°, 2003, Córdoba, Argentina). Resumen. Córdoba, s.e. pp.119-132.
18. _____; 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. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (35as., 2007, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, CMVP. pp.16-37.
19. CHENOWETH, P.J. 1997. Comportamiento Reproductivo y Manejo de Bovinos. In: Jornadas de Uruguayas de Buiatría (25as., 1997, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 38-44.
20. DAY, M.L. 1998. Practical manipulation of the estrous cycle in beef cattle. *The Bovine Proceedings*. 31:51-60.
21. _____. 2004. Hormonal induction of estrous cycles in anestrous Bos Taurus beef cows. *Animal Reproduction Science*. 83:487-494.
22. DE CASTRO, T; IBARRA, D; VALDEZ, L; RODRIGUEZ, M; GARCIA LAGOS, F; BENQUET, N; RUBIANES, E. 2002. Medidas para acortar el anestro postparto en la vaca de cría. Paysandú, Facultad de Veterinaria. pp.1-38.
23. DE NAVA, G.T. 1994. The effects of restricted suckling and prepartum nutrition level on reproductive performance of primíparas crossbred beef cows. Master thesis. Massey, New Zeland. Massey University. 169 p.
24. DIKERSON, G. 1978. Animal size and efficiency: basic concepts. *Animal Production*. 27:367-397.
25. DRIANCOURT, M.A. 2001. Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals. Implications for manipulation of reproduction. *Theriogenology*. 55:1211-1227.
26. DUNN, T.G.; KALTENBACH, C. 1980. Nutrition and the postpartum interval of the ewe, sow and cow. *Journal of Animal Science*. 51:29-39.

27. _____.; MOSS, G. E. 1992. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. *Journal of Animal Science*. 70:1580-1593.
28. EVANS, A.; ADAMS G.P.; RAWLINGS, N.C. 1994. Follicular and hormonal development in prepubertal heifers from 2 to 36 weeks of age. *Journal of Reproduction and Fertility*. 102:463-470.
29. FERNANDEZ ABELLA, D. 1993. Principios de fisiología reproductiva ovina. Montevideo, Hemisferio Sur. 254 p.
30. _____. 1995. Temas de reproducción ovina e inseminación artificial en bovinos y ovinos. Montevideo, Hemisferio Sur. 208 p.
31. FERNANDEZ, D.; BERARDINELLI, J.G.; SHORT, R.E; ADAIR, R. 1993. The time required for the presence of bulls to alter de interval from parturition to resumption of ovarian activity and reproductive performans in the first-calf suckled beef caws. *Theriogenology*. 39:411-419.
32. _____.; _____.; _____.; _____. 1996. Acute and chronic changes in luteinizing hormone secretion and postpartum interval to estrus in first calf suckled beef cows exposed continously or intermittently to mature bulls. *Journal of Animal Science*. 74:1098-1103.
33. FIKE K.E.; BERGFELD, E.G.; CUPP, A.S.; KOJIMA, F.N.; MARISCAL, B.; SANCHEZ, T.S.; WEHRMAN, M.E.; KINDER, J.E. 1996. Influence of fenceline bulls exposure on duration of postpartum anoestrus and pregnancy rate in beef caws. *Animal Reproduction Science*. 41:161-167.
34. _____.; DAY, M.L.; INSKEEP, E.K.; KINDER, J.E.; LEWIS, P.E.; SHORT, R.E.; HAFES, H.D. 1997. Estrus and luteal function in suckled beef cows that were anestrus when treated an intravaginal device containing Progesterone with or without a subsequent injection of Estradiol Benzoate. *Journal of Animal Science*. 75:2009-2015.
35. _____.; WEHRMAN, M.E.; LINDSEY, B.R.; BERGFELD, E.G.; MELVIN, E.J.; QUINTAL, J.A.; ZANELLA, E.L.; KOJIMA, F.N.; KINDER, J.E. 1999. Estrus synchronization of beef cattle with a

combination of melengestrol acetate and injection of progesterone and 17 β -estradiol. *Journal of Animal Science*. 77:720-723.

36. GARCIA SACRISTÁN, A.; CSTEJÓN MONTIJANO, F.; DE LA CRUZ PALOMINO, L.F.; GONZÁLEZ GALLEGU, J.; MURILLO LÓPEZ DE SILANES, M.D.; SALIDO RUIZ, G. 1996. *Fisiología Veterinaria*. Madrid, McGraw-Hill. 1074 p.
37. GEARY, T.; WHITTER, J. 1999. Various protocols for synchronization of estrus or ovulation using GnRH and prostaglandin. Beef Program Report. Colorado, Colorado State University. Department of Animal Sciences. 27 p.
38. _____.; _____.; HALLFORD, D.; MACNEIL, M. 2001. Calf removal improves conception rates to the Ovsynch and CO-Synch protocols. *Journal of Animal Science*. 79:1-4.
39. GEYMONAT, D.H. 1985. Tecnología de manejo para el control del anestro posparto. In: *Postparto en la hembra bovina*. Montevideo, MGAP/IICA. pp.67-89. (Miscelánea no. 644).
40. GIL, M.; VELAZCO, J.I. 2004. Inducción y sincronización de celos y ovulaciones en vacas en anestro amamantando: efecto de un destete temporario y/o Benzoato de estradiol luego de retirado un implante intravaginal (esponja artesanal) conteniendo progestágeno. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 89 p.
41. GINTHER, O.J.; WILTBANK, M.C.; FRICKE, P.M.; GIBBONS, J.R.; KOT, K. 1996. Selection of the dominant follicle in cattle; a review. *Biology of Reproduction*. 55:1187-1194.
42. GRIFFITH, M.K.; WILLIAMS G.L. 1996. Roles of maternal vision and olfaction in suckling-mediated inhibition of luteinizing hormone secretion, expression of maternal selectivity and lactational performance of beef cows. *Biology of Reproduction*. 54:761-768.
43. HAFEZ, 1996. *Reproducción e inseminación artificial*. México, McGraw-Hill. 677 p.
44. HANSEN, P.J.; HAUSER, E.R. 1984. Photoperiodic alteration of postpartum reproductive function in suckled cows. *Theriogenology*. 22:1-14.

45. HOFFMAN, D.P.; STEVENSON, J.S.; MINTON, J.E. 1996. Restricting calf presence without suckling compared with weaning prolongs postpartum anovulation in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 74:190-198.
46. JIMÉNEZ DE ARÉCHAGA, C.; ZARZA, C.; MICHELSSON, J.; QUINTANS, G. 2005. Control de amamantamiento con tablilla nasal en vacas Braford primíparas y multíparas en alta y baja condición corporal al parto. Tacuarembó, INIA. pp. 12-19. (Actividades de Difusión no. 403).
47. KINDER, J.E.; KOJIMA, F.N.; BERGFELD, E.G.M.; WEHRMAN, M.E.; FIKE, K.E. 1996. Progesterin and estrogen regulation of pulsatile LH release and development of persistent ovarian follicles in cattle. *Journal of Animal Science*. 74:1424-1440.
48. KISER, T.E.; DUNLAP, S.E.; BENYSHEK, L.L.; MARES, S.E. 1980. The effect of calf removal on estrus response and pregnancy rate of beef cows after synchro-mate-B treatment. *Theriogenology*. 13:381-389.
49. LAMB, G.C.; LYNCH, J.M.; GRIEGER D.M.; MINTON J.E.; STEVENSON, J.S. 1997. Ad libitum suckling by an unrelated calf in the presence or absence of a cow's own calf prolongs postpartum anovulation. *Journal of Animal Science*. 75:2762-2769.
50. _____; MILLER, B.L.; LYNCH, J.M.; THOMPSON, K.E.; HELDT, J.S.; LÖEST, C.A.; GRIEGER, D.M.; STEVENSON, J.S. 1999. Twice daily suckling but not milking with calf presence prolongs postpartum anovulation. *Journal of Animal Science*. 77:2207-2218.
51. LAMMOGLIA, M.A.; SHORT, R.E.; BELLOWS, S.E., BELLOWS, R.A.; MCNEIL, M.D.; HAFS, H.D. 1998. Induced and synchronized estrus in cattle: dose titration of estradiol benzoate in peripubertal heifers and postpartum cows after treatment with and intravaginal progesterone-releasing insert and prostaglandin F₂α. *Journal of Animal Science*. 76:1662-1670.
52. LARSON, L.L.; BALL, P.J.H. 1992. Regulation of estrus cycles in dairy cattle: A Review. *Theriogenology*. 38:255-267.
53. LUCY, M.C.; THATCHER, W.W.; MACMILLAN, K.L. 1990. Ultrasonic identification of follicular populations and return to estrus in early

postpartum dairy cows given intravaginal progesterone for 15 days. *Theriogenology*. 34:325-340.

54. _____.; SAVIO, J.D.; BADINGA, L.; DE LA SOTA, R.L.; THACHER, W.W. 1992. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *Journal of Animal Science*. 70:3615- 3626.
55. MACKEY, D.R.; SREENAN, J.M.; ROCHE, J.F.; DISKIN, M.G. 2000. The effect of progesterone alone or in combination with estradiol on follicular dynamics, gonadotropin profiles, and estrus in beef cows following calf isolation and restricted suckling. *Journal of Animal Science*. 78:1917-1929.
56. MAUTONE, M.E.; STRAUMANN, M.V. 2006. Efecto del destete a corral de larga duración sobre el comportamiento reproductivo de vacas multíparas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 111 p.
57. MAPLETOFT, R.; MARTINEZ, M.; ADAMS, G.; KASTELIC, J. 2001. Inseminación artificial a tiempo fijo en ganado. In: Simposio Internacional de Reproducción Animal (4°, 2001, Córdoba, Argentina). Trabajos presentados. Córdoba, s.e. pp. 83-94.
58. _____.; COLAZO, M.; MARTINEZ, M.; KASTELIC, J. 2003. Esteres de estrógeno para la sincronización de la emergencia de la onda follicular y la ovulación en animales tratados con dispositivos con progesterona. In: Simposio Internacional de Reproducción Animal (5°, 2003, Córdoba, Argentina). Trabajos presentados. Córdoba, s.e. pp. 83-94.
59. _____.; _____.; _____.; _____. 2005. Aplicación de IA a tiempo fijo en programas de bovinos de carne de Canadá. In: Simposio Internacional de Reproducción Animal (6°, 2005, Córdoba, Argentina). Resumen. Córdoba, s.e. pp. 81-84.
60. MARTINEZ, M.F.G.; KASTELIC, J.; ADAMS, G.; MAPLETOFT, R. 2002. The use of a progesterone-releasing device (CIDR-B) or melengestrol acetate with GnRH, LH, or estradiol benzoate for fixed-time AI in beef heifers. *Journal of Animal Science*. 80:1746-1751.
61. MCDONALD, L.E. 1991. *Endocrinología veterinaria y reproducción*. Madrid, Mc Graw-Hill. 541 p.

62. MOREIRA, F.; DE LA SOTA, R.L.; DIAZ, T.; THACHER, W.W. 2000. Effect of day the estrous cycle at the initiation of a timed artificial insemination protocol on reproductive responses of dairy heifers. *Journal of Animal Science*. 78:1568-1576.
63. MUNKA, C.; SARAVIA, C.; CRUZ, G.; PEDOCCHI, R.; CHIARA, J.P. 2006. Curso práctico de Agrometeorología. Montevideo, Facultad de Agronomía. 134 p.
64. ODDE, K.G. 1990. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *Journal of Animal Science*. 68:817-830.
65. ORCASBERRO, R. 1994. Propuesta de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría (Parte I). *Revista El Mercado Agropecuario*. 6:12-16.
66. OSORO, K.; WRIGHT, I.A. 1992. The effect of body condition, live weight, breed, age, calf performance of spring-calving beef cows. *Journal of Animal Science*. 70:1661-1666.
67. OVERTON, M.W. 2005. Cost comparison of natural service sires and artificial insemination for dairy cattle reproductive management. *Theriogenology*. 64:589-602.
68. PERRY, G.A.; KOJIMA, F.N.; SALFEN, B.E.; BADER, J.F.; PATTERSON, D.J.; SMITH M.F. 2002. Effect of an orally active progestin a follicular dynamics in cycling and anestrous postpartum beef cows. *Journal of Animal Science*. 80:1933-1938.
69. PETERS, A.R.; BALL, P.J.H. 1995. *Reproduction in cattle*. London, Osney Mead OX2 OEL. 234 p.
70. PURSLEY, J.R.; MEE, M.O.; WILTBANK, M.C. 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using FGF2 α and GnRH. *Theriogenology*. 44:915-923.
71. _____.; SILCOX, R.W.; WILTBANK, M.C. 1998. Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, ygender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows. *Journal Dairy Science*. 81:2139-2144.
72. QUINTANS, G.; VIÑOLES, C.; GARI, C.; PAIVA, N. 2000a. Destete a corral; resultados preliminares. In: Jornada Anual de Producción

Animal (2000, Treinta y Tres). Memorias. Treinta y Tres, INIA. pp. 58-64. (Actividades de Difusión no. 225).

73. _____. 2000b. Estrategias para acortar el anestro posparto en vacas de carne. Montevideo, INIA. pp. 29-31 (Serie Técnica no. 108).
74. _____.; VÁZQUEZ, A.I. 2002. Efecto del destete temporario y precoz sobre el período posparto en vacas primíparas. In: Seminario de Actualización Técnica (2002, Tacuarembó, Uruguay). Cría y recría ovina y vacuna. Tacuarembó, INIA. pp.110-112. (Actividades de Difusión no. 288).
75. RANDEL, R.D.; 1990. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *Journal of Animal Science*. 68:853-862.
76. RHODES, F.M.; CLARK, B.A.; DAY, M.L.; MACMILLAN, K.L. 1997. Can persistent ovarian follicles be induced in young postpartum dairy cows. *Proceedings Society Reproduction Biology*. 28:103-115.
77. _____.; BURKE, C.R.; CLARK, B.A.; DAY, M.L.; MACMILLAN, K.L. 2002. Effect of treatment with progesterone and oestradiol benzoate on ovarian follicular turnover in postpartum anoestrous cows and cows which have resumed oestrus cycles. *Animal Reproduction Science*. 69:139-150.
78. RIVERA, G.M.; ALBERIO, R.H. 1991. Regulación endocrina del anestro posparto en bovinos y ovinos. *Revista Argentina de Producción Animal*. 11:177-193.
79. _____.; GOÑI, C.G.; CHAVES, M.A.; FERRERO, S.B.; BÓ, G.A. 1998. Ovarian follicular wave synchronización and induction of ovulation in postpartum beef cows. *Theriogenology*. 49:1365-1376.
80. ROCHE, J.F. 1999. Reproductive efficiency in postpartum cows. In: Congreso Ibérico de Reproducción Animal (2º., 1999, Lugo, España). Trabajos presentados. Lugo, s.e. pp.17-32.
81. _____. 2000. Reproductive efficiency in postpartum cows. *Animal Reproduction Science*. 66:17-32.
82. RODRIGUEZ BLANQUET, J.B. 1986. Edad de bovinos. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 1-6.

83. _____. 2002. Bioestimulación: una alternativa para incrementar la productividad del rodeo de cría. In: Seminario de Actualización Técnica (2002, Tacuarembó, Uruguay). Cría y recría ovina y vacuna. Tacuarembó, INIA. pp.1-97 (Actividades de Difusión no. 288).
84. _____. 2003. Métodos de uso de Prostaglandina F2 α para sincronizar celos y ovulaciones en bovinos para carne; una discusión crítica. Agrocienza. 7:92-104.
85. _____.; GUERRA M.H; VILLEGAS N. y BENTANCUR O., 2005. Función luteal y actividad estral de vacas amamantando en anestro tratadas con un progestágeno (esponja artesanal), destete temporario y/o benzoato de estradiol. Mexico, ALPA. s.p.
86. ROVIRA, J. 1973. Reproducción y manejo de los rodeos de cría. Montevideo, Hemisferio Sur. 293 p.
87. _____. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 288 p.
88. RUBIANES, E.; REGUEIRO, M. 2001. Algunos aspectos del control del ciclo estral en rumiantes. Montevideo, Facultad de Agronomía. 12 p.
89. RYAN, D.P; SNIJDER, S; YAAKUB, H; O'FARRELL. 1995. An evaluation of estrus synchronization programs in reproductive management of dairy herds. Journal of Animal Science. 73:3687-3695
90. SAS Institute. 1997. SAS/STAT® Software; changes and enhancements through release 6.12. Cary, NC. s.p.
91. SAVIO, J.D.; BOLAND, M.P.; HYNES, N.; ROCHE, J.F. 1990. Resumption of follicular activity in the early postpartum period of dairy cows. Journal of Reproduction and Fertility. 88:569-579.
92. SHIVELY, T.E.; WILLIAMS, G.L. 1989. Patterns of tonic lutenizing hormone release and ovulation frequency in suckled anestrous beef cows following varying intervals of temporary weaning. Domestic Animal Endocrinology. 6:379-387.

93. SHORT, R.E.; BELLOWS, R.A.; MOODY, E.L.; HOWLAND, B.E. 1972. Effects of suckling and mastectomy on bovine postpartum reproduction. *Journal of Animal Science*. 50:799-810.
94. _____.; _____.; STAIGMILLER, R.B.; BERARDINELLI, J.G.; CUSTER, E. E. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*. 68:799-816.
95. SIMEONE, A.; TRUJILLO, A.I.; CÓRDOBA, G.; GIL, J.; RODRÍGUEZ, M.; BEJEREZ, A.; BOTELLO, A.; FONSECA, F. 1997. Efecto del destete precoz sobre el estado corporal, la ganancia de peso y el comportamiento reproductivo de vacas Hereford pastoreando campo natural. In: Congreso de Producción Animal (21°. 1997, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, s.e. s.p.
96. _____.; BERETTA, V. 2002. Destete precoz en ganado de carne. Montevideo, Hemisferio Sur. 119 p.
97. SILVERA, P.A.; SPOON, R.A.; RYAN, D.P.; WILLIAMS, G.L. 1993. Evidence for maternal behavior as a requisite link in suckling-mediated anovulation in cows. *Biology of Reproduction*. 49:1338-1346.
98. SMITH, M.C.; CURREL, D.; SHIPP, L.; SPROTT, N.; SONGSTER, L. WILTBANK, J.N. 1979. Hormone treatment and use of calf removal in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*. 48:1285-1294.
99. SOUZA BORGES, J.B.; GREGORY R.M., 2003. Indução da atividade cíclica ovariana pós-parto em vacas de corte submetidas à interrupção temporária do aleitamento associada ou não ao tratamento com norgestomet-estradiol. *Ciência Rural*. 33:1-6.
100. STAGG, K.; DISKIN, M.G.; SREENAN, J.M.; ROCHE, J.F. 1995. Follicular development in long-term anoestrous suckler beef cows fed two levels of energy postpartum. *Animal Reproduction Science*. 38:49-61.
101. 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 or

without unrestricted presence of the calf. *Journal of Animal Science*. 72:690-699.

102. _____.; LAMB, G.C; HOFFMANN, D.P; MINTON, J.E. 1997. Interrelationships of lactation and postpartum anovulation in suckled and milked cows. *Livestock Production Science*. 50:57-74.
103. _____.; KOBAYASHI, Y.; THOPSON, K.E. 1999. Reproductive performance of dairy cows in various programmed breeding systems including ovsynchycombinations of gonadotropin releasing hormoneyprostaglandin F2 alpha. *Journal of Dairy Science*. 82:506-515.
104. STAHRINGER, R.C. 2003. El manejo del amamantamiento y su efecto sobre la eficiencia productiva y reproductiva en rodeos bovinos de cría. *Resultados en el NEA. Taurus*. 5:21-33.
105. THATCHER W.W.; DRIANCOURT M.A.; TERQUI M.; BADINGA L. 1991. Dynamics of ovarian follicular development in cattle following hysterectomy and during early pregnancy. *Domestic Animal Endocrinology*. 8:219-223.
106. _____.; RISCO, C.A.; MOREIRA, F. 1998. Practical manipulation of the estrous cycle in dairy animals. *In: The American Association of Bovine Practitioners (31°. , 1998, Nebraska, EEUU). Proceedings. Nebraska, s.e. pp.34 -50.*
107. _____.; PATTERSON, M.S.; MOREIRA, F; PANCARCI, M; JORDAN, E.R.; RISCO, C.A. 2001. Current concepts for estrus synchronization timed insemination. *In: The American Association of Bovine Practitioners (34°. , 2001, Nebraska, EEUU). Proceedings. Nebraska, s.e. pp.95-105.*
108. TWAGIRAMUNGU, H.; GUILVAULT, L.A.; PROUL, J.; DUFOUR, J.J. 1992. Synchronization of estrus and fertility in beef cattle with two injection of buserelinyprostaglandin. *Theriogenology*. 38:1131-1144.
109. _____.; _____.; 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. *Journal of Animal Science*. 73:3141-3151.

110. VIZCARRA, J. A.; IBAÑEZ, W.; ORCASBERRO, R. (1986). Repetibilidad y reproductibilidad de dos escalas para estimar la condición corporal de vacas Hereford. *Investigaciones Agronómicas*. 7:45-47.
111. WILLIAMS, G.L.; TALAVERA, F.; PETERSON, B.J.; KIRSCH, J.D.; TILTON, J.E. 1983. Coincident secretion of follicle stimulating hormone, luteinizing hormone in early postpartum beef cows: Effects of suckling and low level increases of systemic progesterone. *Biology of Reproduction*. 29:362-373.
112. _____.; KOZIOROWSKI, M.; OSBORN, R.G.; KIRSCH, J.D.; SLANGER, W.D. 1987. The post weaning rise of tonic luteinizing hormone secretion in anestrus cows is not prevented by chronic milking or the physical presence of the calf. *Biology of Reproduction*. 36:1079-1084.
113. _____. 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle; a review. *Journal of Animal Science*. 68:831-852.
114. _____.; GRIFFITH, M.K. 1992. Maternal behaviour and neuroendocrine regulation of suckling-mediated anovulation in cows. *Journal of Physiology and Pharmacology*. 43:165-177.
115. _____.; _____. 1995a. Sensory and behavioural control of gonadotrophin secretion during suckling-mediated anovulation in cows. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement*. 49:463-475.
116. _____.; _____.; MCKOWN, C.D. 1995b. Use of alien cohabitation in conjunction with temporary weaning for estrous synchronization of beef cows. *Journal of Animal Science*. 73:241-252.
117. _____. 2005. Efectos de la lactancia y la nutrición en la reproducción postparto de bovinos de carne. In: Simposio Internacional de Reproducción Animal (6°, 2005, Córdoba, Argentina). Trabajos presentados. Córdoba, s.e. pp.69-79.
118. WILTBANK, M.C. 1998. Information on regulation of reproductive cyclicity in cattle. *The Bovine Proceedings*. 31:26-33.

119. _____.; GÜMEN, A.; SARTORI, R. 2002. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology*. 57:21-22.
120. XU, Z.Z; BURTON, L.J; MCDOUGALL, S; JOLLY, P. 2000. Treatment of noncyclic lacting dairy cows with progesterone, GnRH, prostaglandin and estradiol. *Journal of Dairy Science*. 83:464-470.
121. YAVAS, Y.; WALTON, J.S. 2000a. Induction of ovulation in postpartum suckled beef cows. A review. *Theriogenology*. 54:1-23.
122. _____.; _____. 2000b. Postpartum acyclicity in suckled beef cows. A review. *Theriogenology*. 54:25-55.

9. ANEXOS

ANÁLISIS ECONÓMICO

En la actualidad con los altos precios de la carne, nunca antes alcanzados históricamente, los precios de los toros han subido drásticamente. Un ejemplo claro de esto son los precios promedios logrados en la mayoría de los remates de toros para el campo de diferentes cabañas en los años 2006 y 2007, que oscilan en el orden de los 2000 U\$S.

El objetivo de este punto es realizar un cálculo estimativo del costo que tiene servir los vientres de un rodeo. Este cálculo estimativo será comparando dos modalidades de servicio:

- **Servicio Natural.** Porque es el sistema más utilizado a nivel nacional.
- **IATF**, utilizando el protocolo de inducción y sincronización de celos y ovulaciones empleados en este experimento.

Costos del Servicio Natural

Para el análisis de costos del servicio natural, realizamos el supuesto de tres niveles de compra de toros. Con esto tratamos de reflejar la realidad nacional actual.

Se consideró que el costo del servicio natural esta compuesto por:

- **Amortización**
- **Mantenimiento**
- **Sanidad**
- **Costo de oportunidad**

En el cuadro 1 se puede observar los valores de compra de los toros, valor de venta y valor total a amortizar. Los supuestos que se consideran para calcular la amortización son que los toros se venden con un peso de 700 Kg y con un valor de 0,7 U\$S/Kg.

Cuadro 1: Valor de compra, venta y valor a amortizar de los toros

Valor compra toro	1300	2000	3000
Valor venta toro	490	490	490
Valor a amortizar	810	1510	2510

En el cuadro 2 se presentan los costos de mantenimiento de un toro, durante el periodo por el cual se utiliza el mismo. Los supuestos que consideramos es que los toros se utilizan por 4 años.

Para el cálculo del costo de mantenimiento se considera que el costo del pastoreo es doble que el costo de pastoreo de un novillo. También se incluye la ración por 9 meses (3 meses invernales cada año), esto se debe que el toro al ser comprado en la primavera para utilizarse el primer año no se lo raciona este primer invierno.

Cuadro 2: Costos de mantenimiento de un toro

	Meses	U\$\$/Mes	U\$\$/Total	
Pastoreo	48	8	384	
	Meses	Kg.ración/día	U\$\$/Kg.	U\$\$/Total
Suplementación	9	3	0,228	184,68
Costo total de mantenimiento del toro				568,68

Para el costo de la sanidad se incluye la revisada de toros, todos los análisis reproductivos, dosis contra mancha y carbunco, antiparasitarios y dos dosis contra enfermedades reproductivas.

En cuanto al costo de oportunidad se utilizo la tasa de interés básica fijada por el Banco Central del Uruguay (BCU), para ese período.

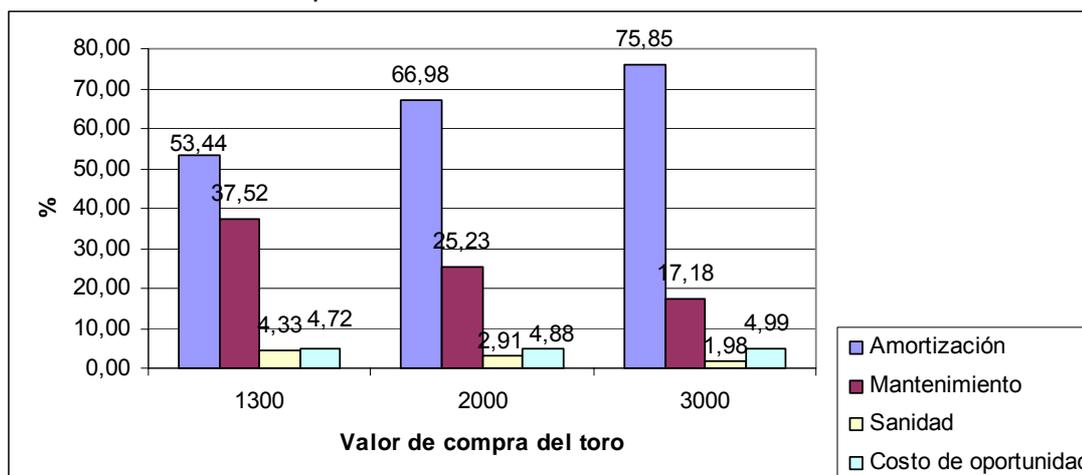
Cuadro 3: Costo total/toro y costo total/toro/año

	Valor del toro a la compra		
	1300	2000	3000
	U\$S	U\$S	U\$S
Amortización	810	1510	2510
Mantenimiento	568,68	568,68	568,68
Sanidad	65,6	65,6	65,6
Costo de oportunidad	71,5	110	165
Total	1515,78	2254,28	3309,28

Costo del toro por año	378,945	563,57	827,32
------------------------	---------	--------	--------

En el grafico 1 se presenta como se compone porcentualmente el costo de un toro según su valor de compra.

Gráfica 1: Distribución porcentual de los costos totales de un toro



Para todos los valores de compra de los toros, la amortización es la que tiene mayor incidencia dentro de los costos totales de los toros. La amortización equivale a más del 50% del costo total de los toros para todos los valores de compra de los mismos. Luego le sigue el mantenimiento de los toros que corresponde a un 37,52% en el toro de menor valor de compra, hasta un 17,18% en el toro de mayor valor de compra. Mientras que la sanidad y el costo de oportunidad no superan el 5% del valor total de los toros.

En el cuadro 4 se puede observar el costo que tiene servir una vaca para los diferentes valores de compra de los toros.

Cuadro 4: Costo por vaca servida por año

Valor del toro a la compra	1300	2000	3000
Costo por vaca servida/año	11,48	17,08	25,07

Los toros se utilizaran a un 3%

Como puede observarse en el cuadro 4, los costos por vaca servida por año utilizando servicio natural son 11,48 U\$, 17,08 U\$ y 25,07 U\$, respectivamente para los diferentes valores de compra del toro 1300, 2000 y 3000.

Costos de la Inseminación Artificial Tiempo Fijo (IATF)

Para analizar los costos de la IATF se realizaron los siguientes supuestos:

- Tamaño del rodeo a inseminar (100, 300 y 500). Con esto tratamos de cubrir un amplio rango de rodeos a nivel nacional.
- Valor de la dosis de semen (3 y 5 U\$). Los valores tomados son suministrados por diferentes casas de ventas de semen, para rodeos generales.

Para calcular los costos de la inseminación artificial a tiempo fijo se realizan los siguientes supuestos:

- Se contemplan los costos de un protocolo de inducción y sincronización de celos y ovulaciones, utilizado en nuestro experimento para animales ciclando.
- Se toma el precio de un dispositivo con progestágenos de silicona (CIDR) dividido dos ya que se lo puede utilizar dos veces.
- En el costo del benzoato de estradiol (BE) se incluye una primera dosis de 2 mg. de BE para sincronizar la onda folicular y una segunda dosis de 0,5 mg. para inducir el pico de LH y la ovulación.
- La PGF2 α se toma el precio de una dosis comercial.
- El termo lo alquilamos por 20 días a un precio de 4 U\$/día.

- En el caso de los rodeos de 300 y 500 vientres se utiliza el doble de mano de obra que para 100, ya que se van a sincronizar los animales para que la inseminación se haga en dos días. Esto se debe a que no conviene sincronizar para inseminar con este protocolo más de 200-250 animales por día.

Cuadro 5: Costos de la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)

		Nº de vientres por rodeo		
Costos variables		100	300	500
Artículo	U\$\$/vientre			
Guantes	0,057	5,7	17,1	28,6
Cánulas	0,09	9	27	45
Dispositivo con PG	3,25	325	975	1625
Dosis de BE	0,5	50	150	250
PGF α	0,6	60	180	300
Costos Fijos				
Artículo	U\$\$/Unidad			
Jornales/día	20	80	160	160
Nitogeno	50	50	50	50
Alquiler termo	80	80	80	80
Subtotal		659,71	1639,14	2538,57
Subtotal por vientre		6,60	5,46	5,08
		Semen (U\$\$)		
Total/Ventre U\$\$	3	9,60	8,46	8,08
Total/Ventre U\$\$	5	11,60	10,46	10,08

De acuerdo a la bibliografía con estos protocolos se obtienen una tasa de preñez en la IATF que oscilan entre 30 y 60 por ciento. Por esta razón en este análisis incluimos la re inseminación del ganado que no se preña en la IATF. Para los costos de la re inseminación tomamos que el 50% de los animales retornarían al celo entre los días 17 a 25 post IATF. Esta se realiza a celo visto.

Cuadro 6: Costos de la inseminación del retorno (repasso)

		Nº de vientres a repasar		
Costos variables		50	150	250
Artículo	U\$S/vientre			
Guantes	0,057	2,9	8,6	14,3
Cánulas	0,09	4,5	13,5	22,5
Costos Fijos				
Artículo	U\$S/unidad			
Jornales/día	20	180	180	180
Nitrogeno	25	25	25	25
Alquiler termo	36	36	36	36
Subtotal		248,4	263,1	277,8
Subtotal por vientre		4,97	1,75	1,11
		Semen (U\$S)		
Total/vientre U\$S	3	7,97	4,75	4,11
Total/vientre U\$S	5	9,97	6,75	6,11

Cuadro 7: Resumen costos de la inseminación artificial a tiempo fijo y del retorno (repasso)

Costo total de la IATF más repaso			
Nº de vientres	100	300	500
Valor del semen			
3	17,56	13,22	12,19
5	21,56	17,22	16,19

Cuadro 8: Resumen de los costos calculados para cada método analizado

Costo total del Servicio Natural			
Valor del toro a la compra	1300	2000	3000
Costo por vaca servida/año	11,48	17,08	25,07
Porcentaje*	86,9	129,2	189,7

Los toros se utilizaran a un 3%

Costo total de la IATF más repaso						
	Nº de vientres					
	100		300		500	
	3	5	3	5	3	5
Valor del semen (U\$S/Dosis)	3	5	3	5	3	5
U\$S/Vacas servida	17,56	21,56	13,22	17,22	12,19	16,19
Porcentje*	132,9	163,1	100,0	130,3	92,2	122,5

* Se tomo como valor 100 al costo/vientre con el protocolo de IATF, para un rodeo de 300 vacas y un costo del semen de 3 U\$S/dosis.

De acuerdo a los costos calculados este análisis en el único caso que es más económico utilizar toros vs. inseminar; es utilizando un toro con un valor de compra de 1300 U\$S.

Para rodeos chicos como es el caso de 100 y 300 vientres a inseminar los costos fijos incrementan el costo por vientre inseminado. En estos casos al utilizar un semen caro (5 U\$S) el toro con un valor de compra de 2000 U\$S es más económico.

Para el caso de utilizar un toro con un valor de compra de 3000 U\$S es más económico inseminar para todos los rodeos y con los dos precios de semen.

Estos resultados se obtiene al utilizar los toros al 3 %, de utilizarlos en un mayor porcentaje se incrementaría el costo por vaca servida. Por lo que sería aún más económico utilizar la inseminación artificial.

La inseminación artificial tiene algunas ventajas sobre el servicio natural que no fueron cuantificadas en este análisis, como por ejemplo:

- Un mayor progreso genético, ya que los toros tienen mayor incidencia sobre la genética de un rodeo (Rovira 1973, Rovira 1996).
- Al aplicar inseminación artificial no tendremos problemas con enfermedades reproductivas.
- Al sincronizar el rodeo obtendremos una parición temprana y concentrada. Por lo tanto tendremos terneros más parejos y pesados.
- También las vaquillonas que paren al principio del período de parición son más productivas por el resto de sus vidas (Rovira 1973, Rovira 1996).