

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**EVALUACIÓN DEL DESTETE TEMPORARIO Y LA SUPLEMENTACIÓN
ENERGÉTICA POSPARTO DE CORTA DURACIÓN, COMO ALTERNATIVAS PARA
MEJORAR LA PERFORMANCE REPRODUCTIVA Y PRODUCTIVA EN VACAS
PRIMÍPARAS DE RAZA HEREFORD.**

"por"

**DOMENECH GRAZIANO Juan Andrés
LÓPEZ RODRIGUEZ María Virginia
PEREYRA CRUCHIC Gonzalo**

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

MODALIDAD Ensayo Experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2007**

063 TG
Evaluación del
Domenech Graziano, Juan Andrés



FV/27327

TRABAJO FINAL aprobado por:

Presidente de mesa: 

Alfredo Ferraris

Segundo Miembro (Tutor): 

Dr. Marcelo Rodríguez Irazoqui

Tercer Miembro: 

Eduardo Blanc

Co Tutor: 

Dr. Julio Olivera Muzante

Co Tutor: 

Ing. Agr. Pablo Soca

Fecha: _____

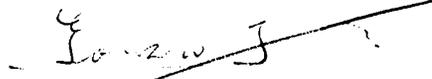
25 de Julio de 2007

Autores: 

Juan Andres Doménech Graziano



María Virginia López Rodríguez



Gonzalo Pereyra Cruchic

AGRADECIMIENTOS

- Al Dr. Marcelo Rodríguez Irazoqui, por su colaboración en el trabajo de campo, apoyo y confianza.
- Al Dr. Julio Olivera por la ayuda brindada en la realización del trabajo de campo, corrección del trabajo escrito y posteriores consultas, sin la cual no hubiese sido posible su culminación.
- Al Br. Martín Claramunt por compartir el trabajo y la responsabilidad, así como también por su colaboración en el procesamiento estadístico de los datos.
- Al Br. Antonio Ustra por la invaluable ayuda brindada en la realización del trabajo de campo, entrañable convivencia y amistad.
- A los Ing. Agr. Celmira Saravia y Ricardo Rodríguez por su contribución con los datos meteorológicos, su amabilidad y compañía durante nuestra estadía en la Estación Experimental San Antonio, Facultad de Agronomía-Salto (EEFAS).
- A Cesar “El Turco”, Marcelo Ávila “El Loro”, Ana Gomar y Montserrat Carrón “Las gallegas”, Federico Spallanzani “Fede”, Paula Trelles, Antonio Ferrés, Eduardo Filiol, Leonardo Morales “El Motor”, Jean Paul Bardier, y al Dr. Santos Gama por alegrarnos con su presencia en la EEFAS.
- Al Sr. Ángel Colombino y al Dr. Sergio Fierro por su participación en el trabajo de campo.
- Al personal de la EEFAS, por estar siempre a disposición.
- A la Dra. Maria Noel Rodríguez por su colaboración en el trabajo de campo, por permitimos utilizar su computadora para la redacción del trabajo, por su simpatía y amistad, y finalmente por permitir que su casa sea también la nuestra.
- Al Dr. José Piaggio por su invaluable ayuda con el análisis estadístico de los datos, paciencia y dedicación.
- Al Ing. Agr. Pablo Soca, su participación en la corrección del trabajo escrito.
- A Gensur por la donación de los parches Estrus Alert®.
- A los Drs. Jorge Moraes y Eduardo Blanc por estar siempre a las órdenes, responder nuestras inquietudes y por el apoyo brindado desde el Orientado Producción Animal 2005 hasta la fecha.
- Al Dr. Alfredo Ferraris y a su esposa Estela Hitta por su cariño y amistad.
- A Carolina Pérez, por su amistad, el préstamo del colchón, y por estar siempre a disposición.
- A Facultad de Veterinaria por nuestra formación, en especial al Orientado Producción Animal 2005.
- A nuestras familias y amigos por el apoyo recibido en todas las etapas de la vida, y por sentir que la finalización de esta es también un logro personal para ellos.
- A la Familia “Producción Animal 2005” por estar siempre junto a nosotros.

TABLA DE CONTENIDO.

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	IV
1. <u>RESUMEN.</u>	1
2. <u>SUMARY.</u>	1
3. <u>INTRODUCCIÓN.</u>	1
3.1. <u>OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS</u>	4
3.1.1. <u>Objetivos Generales.</u>	4
3.1.2. <u>Objetivos Específicos.</u>	4
3.1.3. <u>Hipótesis.</u>	4
4. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.</u>	5
4.1. <u>FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ANESTRO POSPARTO.</u>	5
4.1.1. <u>Efecto del amamantamiento sobre la reproducción en vacas de cría.</u>	5
4.1.2. <u>Efecto de la nutrición energética sobre la reproducción en vacas de cría.</u>	8
4.1.2.1. Balance energético.	9
4.1.2.2. Efecto de la nutrición energética sobre la secreción de hormonas reproductivas.	9
4.1.3. <u>Efecto del destete temporario y la nutrición energética sobre el desarrollo folicular.</u>	11
4.1.4. <u>Estado corporal.</u>	14
4.2. <u>ALTERNATIVAS PARA ACORTAR EL ANESTRO POSPARTO.</u>	16
4.2.1. <u>Destete temporario.</u>	16
4.2.1.1. Destete temporario con separación física del ternero.	18
4.2.1.2. Destete temporario con tablilla nasal.	19
4.2.1.3. Efecto del destete temporario sobre la producción de leche.	21
4.2.1.4. Efecto del destete temporario sobre el peso al destete definitivo de los terneros	22
4.2.2. <u>Efectos de los ácidos grasos de la dieta sobre la reproducción.</u>	22
4.2.3. <u>Resultados obtenidos mediante el uso de diferentes fuentes de lípidos en la dieta sobre la reproducción.</u>	26
4.2.3.1. Suplementación Posparto.	26
4.2.3.2. Afrechillo de arroz y su aporte en la reproducción.	27
4.2.4. <u>Estado corporal.</u>	28
4.2.5. <u>Interacción entre destete temporario, suplementación energética y EC.</u>	29
4.3. <u>COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO.</u>	30
4.3.1. <u>Manifestación de celo.</u>	31
4.3.2. <u>Efecto del amamantamiento y la nutrición energética sobre el comportamiento reproductivo.</u>	32
4.3.3. <u>Métodos de detección de celo.</u>	33
5. <u>MATERIALES Y MÉTODOS.</u>	35
5.1. <u>LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL.</u>	35

5.2. ANIMALES.	35
5.3. TRATAMIENTOS.	35
5.4. SUPLEMENTO.	36
5.5. PASTURAS.	36
5.6. CLIMA.	36
5.7. MANEJO ANIMAL.	37
5.8. MEDICIONES EN LOS ANIMALES.	38
5.8.1. <u>Estado corporal.</u>	38
5.8.2. <u>Actividad ovárica.</u>	38
5.8.3. <u>Porcentaje de preñez.</u>	38
5.8.4. <u>Intervalo entre partos.</u>	39
5.8.5. <u>Producción de leche.</u>	39
5.8.6. <u>Peso del ternero al destete.</u>	39
5.8.7. <u>Detección de celo.</u>	39
5.9. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS.	40
6. <u>RESULTADOS.</u>	42
6.1. ESTADO CORPORAL Y SU EVOLUCIÓN.	42
6.2. ACTIVIDAD OVÁRICA.	43
6.2.1. <u>Evolución del diámetro folicular.</u>	43
6.2.2. <u>Folículo mayor.</u>	44
6.2.2.1. Porcentaje de folículos > 10 mm que ovulan.	44
6.2.3. <u>Intervalo parto-actividad lútea.</u>	45
6.2.3.1. Persistencia del CL.	46
6.3. PORCENTAJE DE PREÑEZ.	47
6.3.1. <u>Preñez por tercios del entore.</u>	47
6.4. INTERVALO ENTRE PARTOS.	48
6.5. PRODUCCIÓN DE LECHE.	49
6.6. PESO AL DESTETE DEFINITIVO DE LOS TERNEROS.	49
6.7. DETECCIÓN DE CELO.	51
7. <u>DISCUSIÓN.</u>	52
8. <u>CONCLUSIONES.</u>	56
9. <u>CONSIDERACIONES FINALES</u>	57
10. <u>BIBLIOGRAFÍA.</u>	57
11. <u>ANEXOS.</u>	72

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.

		Página
CUADROS		
Cuadro 1.	Cantidad de forraje en los potreros utilizados en le experimento, para los meses de noviembre, diciembre y enero.	36
Cuadro 2.	Temperatura, precipitaciones y número de heladas ocurridas en la EEFAS durante setiembre de 2005 - marzo de 2006.	37
Cuadro 3.	Porcentaje de folículos mayores o iguales a 10 mm que ovularon para los tratamientos de destete temporario y suplementación energética.	44
Cuadro 4.	Efecto de la suplementación energética de corta duración sobre la persistencia del CL (%).	47
Cuadro 5.	Efecto del destete temporario y la suplementación energética sobre el porcentaje de preñez general.	47
Cuadro 6.	Intervalo entre partos para cada tratamiento.	48
Cuadro 7.	Porcentaje de celos observados hasta el día $156 \pm 9,7$ días posparto.	51
Cuadro 8.	Porcentaje de vacas detectadas en celo, dudosas, o sin actividad para dos métodos de detección de celo (apreciación visual y parches).	51
Cuadro 9.	Precisión de la observación visual y la lectura de los parches como métodos de detección de celo.	52

GRÁFICOS

Gráfico I	Evolución del estado corporal (EC) desde el día 36 preparto hasta el día 194 posparto para vacas primíparas con tablilla sin suplementación energética (■), tablilla con suplementación energética (□), separación con suplementación energética (▲) y vacas con separación y suplementación energética (△).	42
Gráfico II	Efecto de los diferentes tratamientos; T ^s /AA: tablilla sin suplementación energética (■), T ^c /AA: tablilla con suplementación energética (□), S ^s /AA: separación de los terneros sin suplementación energética (▲), y S ^c /AA: separación con suplementación energética (△), sobre la evolución del diámetro folicular promedio.	43
Gráfico III	Efecto de la separación (▨) y la aplicación de tablillas (▩) sobre el porcentaje de vacas con folículos iguales o mayores a 10 mm en tres diferentes momentos: 56, 63 y 73 días posparto (inicio, mitad y final de los tratamientos, respectivamente).	44
Gráfico IV	Intervalo promedio parto 1 ^{er} CL (días) observado en el total de las vacas hasta el día 103 ± 10 posparto (T ^s /AA: tablilla sin suplementación energética, T ^c /AA: tablilla con suplementación energética, S ^s /AA: separación sin suplementación energética y S ^c /AA: separación con suplementación energética).	45
Gráfico V	Intervalo promedio parto 1 ^{er} CL (días) evaluada en vacas que presentan CL hasta el día 103 ± 10 posparto (T ^s /AA: tablilla sin suplementación energética, T ^c /AA: tablilla I con suplementación energética, S ^s /AA:	45

	separación sin suplementación energética y S ^c /AA: separación con suplementación energética).	
Gráfico VI	Intervalo promedio parto 1 ^{er} CL (días) observado en el total de las vacas hasta el día 103 ±10 posparto (T ^s /AA: tablilla sin suplementación energética, T ^c /AA: tablilla con suplementación energética, S ^s /AA: separación sin suplementación energética y S ^c /AA: separación con suplementación energética).	46
Gráfico VII	Porcentaje de preñez acumulado por tercios del entore para T ^s /AA: tablilla sin suplementación energética (□), T ^c /AA: tablilla con suplementación energética (▣), S ^s /AA: separación sin suplementación energética (▤) y S ^c /AA: separación con suplementación energética (▥).	48
Gráfico VIII	Efecto de los tratamientos sobre la evolución de la producción de leche (tablilla sin suplementación energética (■), tablilla con suplementación energética (□), separación con suplementación energética (▲) y vacas con separación y suplementación energética (△)).	49
Gráfico IX	Efecto de la aplicación de los diferentes tratamientos de control de amamantamiento (tablilla y separación) sobre el peso promedio al destete definitivo de los terneros.	50
Gráfico X	Efecto de la aplicación de los diferentes tratamientos sobre el peso promedio al destete definitivo de los terneros (T ^s /AA: tablilla sin suplementación energética, T ^c /AA: tablilla con suplementación energética, S ^s /AA: separación sin suplementación energética y S ^c /AA: separación con suplementación energética).	50

1. RESUMEN.

Se cuantificó el efecto de la aplicación de destetes temporarios y la suplementación energética sobre el comportamiento reproductivo y productivo de 57 vacas primíparas en anestro, con ternero al pie y EC promedio 3.6 ± 0.4 . Las vacas fueron asignadas a los diferentes tratamientos (arreglo factorial 2X2) según sexo del ternero, fecha y EC al parto, conformando los grupos: T^s/AA (n: 14) tablilla sin suplementación, T^c/AA (n: 14) tablilla con suplementación, S^s/AA (n: 14) separación sin suplementación, S^c/AA (n: 15) separación con suplementación. Al día 54 ± 10 posparto comenzaron los destetes temporarios, con tablilla por 14 días (grupo "T") y separación durante 7 días y tablillas por 7 días más (grupo "S"). El entore, la suplementación y la detección de celos en base a la observación visual y la lectura de parches comenzó el día 69 ± 10 días posparto. La evolución del EC, el diámetro folicular y el porcentaje de preñez general resultaron afectados por los días posparto y el EC al parto ($p < 0.05$). Los tratamientos de destete temporario generan crecimiento folicular ($p < 0.05$). La suplementación mejora el porcentaje de preñez ($p > 0.05$) y la separación disminuye el intervalo entre partos ($p < 0.05$). La utilización de parches mejoró la detección de celos (67%).

2. SUMMARY.

The effects of temporary weaning and energetic supplementation over the reproductive and productive performance, were quantified in 57 primiparous anoestrus lacting beef cows, with body condition average of 3.6 ± 0.4 . On the basis of sex of the calf, date of birth and body condition, cows were randomly assigned in a factorial adjustment 2X2 to the following treatments: T^s/AA (n: 14) nose plates without supplementation, T^c/AA (n: 14) nose plates with supplementation, S^s/AA (n: 14) separation without supplementation, S^c/AA (n: 15) separation with supplementation. At 54 ± 10 days postpartum it started temporary weaning, with nose plates for 14 days (group "T") and with separation during 7 days and nose plates for 7 more days (group "S"). Breeding season, supplementation and visual control of heat and patch began at 69 ± 10 days postpartum. Body condition evolution, follicular size and pregnancy rate were significantly affected by days postpartum and body condition at childbirth ($p < 0.05$). The treatments of temporary weaning stimulate follicular growth ($p < 0.05$). The supplementation improves pregnancy rate ($p > 0.05$) and the separation reduces the interval between childbirths ($p < 0.05$). The use of patch as estrous detection aids improves the estrous detection (67%).

3. INTRODUCCIÓN.

En Uruguay, la eficiencia reproductiva del ganado de carne sigue dando señales de ser un problema, a juzgar por el bajo porcentaje de procreo existente en los establecimientos de cría, que no supera en promedio el 64% (DIEA 2005). La mayoría de los establecimientos ganaderos tienen gran variación entre años en la cantidad de terneros destetados en relación con el número de vacas entoradas. Este indicador ha sido objeto de estudio y revisión por varios autores (Orcasberro, 1991; Pereira y Soca, 1999; Quintans, 2000; de Castro y col., 2002), siendo un prolongado anestro posparto

el principal problema de infertilidad en la mayoría de las situaciones. Esto no permite alcanzar el intervalo entre partos deseable de 12 meses, llevando a que una alta proporción de vacas no entren en celo antes de finalizar el período de servicios, y por lo tanto no queden preñadas o lo hagan al final del mismo, afectando así la eficiencia productiva y económica de los establecimientos ganaderos del país.

Los principales factores que afectan la duración del anestro posparto, también denominados factores “mayores”, son el estado nutricional (estimado a través del estado corporal), el amamantamiento y la presencia del ternero (Short y Adams, 1988). Algunos otros factores como raza, edad, número de partos, producción de leche, época de partos, presencia o ausencia del toro, retardo en la involución uterina, distocias y el estado de salud general son denominados factores “menores” e influyen también en la duración del anestro posparto (Short y *col.*, 1990; Galina y Arthur, 1991).

El porcentaje de preñez se comporta de manera diferencial dentro del rodeo de cría nacional, siendo las vaquillonas de primer entore las que presentan mayor eficiencia reproductiva, seguidas por las vacas falladas del entore anterior, las vacas multíparas, y por último encontramos las vacas de segundo entore. Ésta última categoría se encuentra en este lugar en lo referente a eficiencia reproductiva, debido a que a los requerimientos de mantenimiento se le suman los de crecimiento, por lo cual es una categoría que requiere mayor oferta y/o calidad de alimento (de Castro y *col.*, 2002).

La potencial eficiencia del proceso de cría radica en la obtención de un ternero por vaca por año (Rovira, 1996), además, los animales deberían preñarse en la primera mitad del entore para permitir que tengan un período de recuperación tal que les permita volver a preñarse en forma temprana en el siguiente entore.

En Uruguay, el proceso de cría que se lleva a cabo bajo pastoreo de campo natural, esta condicionado por la producción total de este y sobre todo, por la baja producción invernal de forraje, momento en el cual las vacas se encuentran en el último tercio de gestación o inicio de la lactancia (Soca, 2001). En términos globales, el reducido porcentaje de destete que caracteriza a la ganadería nacional, se debe al pobre estado nutricional de las vacas al parto e inicio del entore, que determina un prolongado período de anestro posparto y por ende una baja probabilidad de preñez.

En los últimos años los productores dedicados a la cría vacuna, han implementado diferentes técnicas de manejo destinadas a mejorar la eficiencia de sus rodeos comerciales. La utilización cada vez mas generalizada de la escala de estado corporal (EC), la practica de identificación y categorización de los rodeos, así como el uso de la ecografía para el diagnostico de preñez temprana, han permitido ser más precisos en la determinación de la edad de preñez asociada al nivel nutricional y según categoría (Machado y *col.*, 2004).

El estado nutricional evaluado a través del EC refleja las reservas energéticas disponibles para el mantenimiento, crecimiento, lactación y actividad. Existe una relación inversa entre el balance energético y el tiempo de recuperación de la actividad

ovárica posparto: inadecuados niveles nutritivos resultan en pérdida de peso y EC, y finalmente interrupción de los ciclos estrales (Montiel y Ahuja, 2005).

La determinación del EC al parto constituye una tecnología de bajo costo y alto impacto, ya que el mismo es el principal factor determinante de la probabilidad de preñez de la vaca durante el entore y del intervalo parto-primer celo (Wright y col., 1992; Orcasberro, 1997; Wettemann y Bossis, 1999; Portela, 2001).

Dentro de las tecnologías tendientes a acortar el anestro posparto, se encuentran medidas para controlar el amamantamiento tales como: destete temporario (con o sin separación del ternero), destete precoz y amamantamiento restringido, siendo el primero de éstos el método más utilizado por los productores en Uruguay que utilizan algún tipo de tecnología (DIEA, 2003).

Las técnicas de control de amamantamiento aparecen como medidas efectivas para mejorar la eficiencia del proceso de cría sin tener la necesidad de realizar modificaciones significativas en la base forrajera. El destete temporario de 11 a 13 días con tablilla nasal aplicado al inicio del entore, es una técnica de fácil aplicación y reducido costo, que permite mejorar la performance reproductiva del rodeo determinando un aumento en el porcentaje de preñez, que según antecedentes nacionales es de aproximadamente 20%, sin afectar el peso al destete del ternero (Soca y Orcasberro, 1992; Simeone, 2000; Franco y col., 2002). Por otra parte han surgido nuevos conceptos sobre la inhibición de la ovulación a través del amamantamiento en vacas de carne. En este sentido varios trabajos evidenciaron que el período de ausencia de ovulación sobre el posparto no se sustentaba solo en el efecto inhibitorio de la lactación, sino que también incorporaba una compleja relación entre interacciones espaciales, sensoriales y de comportamientos entre el ternero y su madre (Williams, 1990; Stevenson y col., 1994; Williams y Griffith, 1995; Hoffman y col., 1996; Griffith y Williams, 1996). En este sentido Quintans (1998), citado por Quintans (2007), encontro que el destete temporario con separación acortó significativamente el período parto-primer ovulación.

Los factores más importantes que afectan el crecimiento predestete de los terneros son, la producción de leche de la madre que explica entre un 20 y un 60% de las variaciones del peso al destete, y la nutrición posparto (Cantet, 1983). Existe una alta correlación entre las ganancias de peso predestete y la producción de leche de las madres. Si bien existe información nacional acerca de la aplicación de la técnica de destete temporario sobre el comportamiento reproductivo, son escasos los antecedentes del efecto de la técnica sobre la producción de leche de las vacas (Soca y Orcasberro, 1992; Franco y col., 2002).

Una medida adicional a las anteriores (EC y control del amamantamiento) para acortar el anestro posparto, consiste en la suplementación energética y dentro de esta con suplementos ricos en ácidos grasos, los cuales presentarían el doble beneficio de aumentar la ingesta de energía y servir además de precursores hormonales (efecto "nutracéutico"), capaces *per se*, de levantar el bloqueo al cual está sometido el eje hipotálamo-hipófisis-ovario durante el anestro posparto (Lucy y col., 1992; Wright y col.,

1992; De Fries y col., 1998; Williams y Stanko, 2000; Webb y col., 2001; Funston y Filley, 2002; Camacho y col., 2005; Do Carmo, 2006).

En Uruguay, la eficiencia en la detección de celo en la mayoría de los rodeos lecheros se encuentra entre 40 y 55% (Cavestany y Galina, 2000, citados por Cavestany y col., 2007), y un 5 a 30% de las inseminaciones son realizadas en hembras que no están en celo (Senger, 1994, Cavestany y Galina, 2000, citados por Cavestany y col., 2007). A nivel nacional no se han realizado trabajos en los que se cuantifique la eficiencia en la detección de celo en protocolos de inseminación en ganado de carne, así como tampoco se ha evaluado la eficiencia en la detección de celo de los diferentes métodos auxiliares para la detección de celo.

3.1. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.

3.1.1. Objetivos Generales.

Analizar las relaciones existentes entre el estado corporal, el destete temporario, la nutrición energética y la duración del anestro posparto en vacas primíparas.

Evaluar la aplicación de medidas de bajo costo y alto impacto, como son el destete temporario con y sin separación del ternero y la suplementación energética posparto con afrechillo de arroz, sobre el comportamiento reproductivo y productivo de vacas primíparas.

Contribuir a desarrollar un modelo conceptual que vincule la nutrición energética y la fisiología reproductiva, que contribuya a mejorar la toma de decisiones en predios comerciales y aporte a futuras propuestas de investigación.

3.1.2. Objetivos Específicos.

1) Evaluar el efecto del destete temporario y la suplementación energética, sobre el crecimiento folicular, ovulación y persistencia del CL.

2) Evaluar el efecto del destete temporario y la suplementación energética, sobre el porcentaje de preñez e intervalo entre partos.

3) Determinar el efecto del destete temporario sobre la producción de leche de las vacas y el peso al destete definitivo de los terneros.

4) Evaluar eficiencia y precisión de dos métodos de detección de celo (observación visual y lectura de parches) en vacas primíparas.

3.1.3. Hipótesis.

Cambios en el aporte de energía por períodos cortos de tiempo y el control de amamantamiento mediante la separación de los terneros, que no necesariamente

modifique el peso y/o estado corporal de animales con estado nutricional "subóptimo" (3,5), podrían tener un efecto estimulante sobre la función reproductiva acortando el intervalo parto-concepción de vacas primíparas con ternero al pie.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

4.1. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ANESTRO POSPARTO.

Los principales factores que afectan la duración del período de anestro posparto se clasifican en mayores (NUTRICION y AMAMANTAMIENTO) y menores (raza, edad, número de partos, producción de leche, época de partos, presencia o ausencia del toro, retardo en la involución uterina, distocias y el estado de salud general), que interactúan entre sí para determinar la duración de dicho período (Short y col., 1990). Según este autor, los mecanismos que controlan el anestro pueden ser diferentes, dependiendo de la causa que mas este interviniendo en un momento determinado (nutrición vs. amamantamiento), dado que el principal efecto cambia a medida que el posparto progresa, de profundo a menos profundo y es por ello que el control del anestro es complejo.

La presente revisión bibliográfica se orienta a documentar los antecedentes sobre el efecto de los factores mayores sobre la fisiología reproductiva y las diferentes alternativas de manejo de los mismos como medidas para acortar la duración del período de anestro posparto, motivada por su relación con los tratamientos realizados en el presente trabajo experimental. Además se presentan los diferentes métodos alternativos de detección de celos utilizados con motivo de optimizar la eficiencia en la detección de celos de vacas primíparas.

4.1.1. Efecto del amamantamiento sobre la reproducción en vacas de cría.

El prolongado anestro posparto es una de las principales limitaciones para lograr una óptima eficiencia reproductiva en vacas de carne, siendo el efecto del amamantamiento uno de los principales factores que determina la duración de dicho período (Short y col., 1990; Stevenson y col., 1997; Stagg y col., 1998).

Fonseca y col. (1981), citados por Segui y col. (2002), establecieron que la presencia de la cría al pie de la madre como ocurre en el manejo tradicional, amamantando continuamente, ejerce un efecto negativo sobre el retorno al ciclo, prolongando el período de servicios y disminuyendo la eficiencia reproductiva.

El principal déficit endocrino que resulta en el establecimiento de un período anovulatorio posparto, es la demora en el retorno a los niveles de secreción de hormona luteinizante (LH) que podrían determinar el desarrollo y maduración final de un folículo preovulatorio con actividad estrogénica. Este déficit depende de mecanismos centrales asociados al control de la secreción neuronal de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) (Williams y col., 1983, citados por Montiel y Ahuja, 2005).

Durante la gestación tardía, la concentración de LH en la hipófisis anterior disminuye debido al efecto inhibitorio de un derivado placentario del estradiol sobre la síntesis de LH en las subunidades α y β (Nett, 1987, citado por Montiel y Ahuja, 2005). Este feedback negativo es potenciado por el amamantamiento y podría ser el principal factor regulador del retorno a la secreción normal de LH (Acosta y col., 1983, citados por Montiel y Ahuja, 2005). A pesar de esto, antagonistas de estradiol no han sido exitosos en acortar el intervalo anovulatorio posparto (Schramm y col., 1991).

En el posparto temprano, la concentración hipofisaria de la hormona folículo estimulante (FSH) disminuye, debido a una liberación continua hacia el torrente circulatorio sin seguir un patrón discernible. El aumento en la liberación de dicha hormona se inicia en la primera semana posparto, determinando el crecimiento folicular seguido de atresia debido a la insuficiente liberación de LH (Short y col., 1990).

Después del parto, los pulsos de LH presentan baja amplitud y frecuencia, aproximadamente uno cada 4 h, en tanto que para que ocurra la ovulación son necesarios pulsos con intervalos de 40-60 minutos para estimular la máxima producción de estradiol. En la medida que el posparto avanza y previo al inicio de la actividad cíclica normal, la secreción episódica regular se restablece, produciéndose un incremento en la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH (Yavas y Walton, 2000). Entre 15 y 30 días posparto la hipófisis anterior reestablece la cantidad de LH que se presentaba reducida al parto debido a la inhibición de su síntesis causada por los altos niveles de esteroides al final de la gestación (Short y col., 1990; Yavas y Walton, 2000).

Entre las hipótesis más recientes sobre la baja eficiencia reproductiva en el posparto temprano, se plantea que existe una inhibición de la liberación de GnRH y LH provocada en respuesta al estímulo de amamantamiento, que podría estar influenciada por la secreción de péptidos opioides endógenos (encefalinas, endorfinas y dinorfinas), contenidos en las pequeñas neuronas del cuerpo estriado del área preóptica del hipotálamo, hipófisis, adrenal y células foliculares de los ovarios entre otros sitios (Williams, 1990; Short y col., 1990).

El amamantamiento podría impedir la recuperación del eje hipotálamo-pituitaria del estado de inhibición causado por los opioides durante la gestación tardía (Williams y Griffith, 1995). Gregg y col. (1986), citados por Seguí y col. (2002), relatan que vacas amamantando presentan en la corriente circulatoria niveles de opioides significativamente más elevados que vacas que no amamantan. La administración de antagonistas de opioides en animales que amamantan incrementa la frecuencia de pulsos de LH (Williams y Griffith, 1995; Gregg y col., 1986, Whisnant y col., 1986, citados por Hoffman y col., 1996). Luego a medida que el posparto avanza, la secreción de opioides disminuye, por efecto fisiológico del amamantamiento (Williams y Griffith, 1995), además la sensibilidad del generador de pulsos de GnRH a la inhibición mencionada anteriormente disminuye, por lo que van aumentando las descargas de GnRH y por ende los pulsos de LH llevando a la maduración y ovulación de los folículos y al restablecimiento de la ciclicidad (Yavas y Walton, 2000).

Otro factor que interfiere en la frecuencia de pulsos de LH en el posparto estaría ligado a la inhibición de las neuronas responsables de la liberación de GnRH no hipotalámica (Souza y Macedo, 2003).

A pesar de que varios autores (Short y *col.*, 1990; Williams, 1990) han evaluado las bases fisiológicas de la anovulación y la infertilidad en el posparto de vacas enfocándose en el amamantamiento y los eventos neuroendocrinos, nuevos conceptos han surgido acerca del rol del amamantamiento en la atenuación del eje hipotálamo-hipófisis-ovario (Viker y *col.*, 1993; Lamb y *col.*, 1997; Stagg y *col.*, 1998).

Williams y Stanko (2000), observaron que los principales mecanismos envueltos en el bloqueo del centro generador de pulsos de GnRH están relacionados con los mediadores liberados en condiciones de nutrición deficiente o por el amamantamiento. El efecto inhibitorio sobre la liberación de LH durante el amamantamiento está asociado al reconocimiento del ternero a través del olfato y la visión y no exclusivamente al acto de la succión. El contacto oral directo con la región inguinal y la mera percepción de ser mamada por el ternero, pueden ser suficientes para prolongar el período anovulatorio. Vacas mastectomizadas e intactas cuyos terneros fueron restringidos del contacto inguinal, ovularon 7-8 días después que vacas cuyos terneros fueron destetados (Stevenson y *col.*, 1994; Hoffman y *col.*, 1996). De acuerdo con Williams y Griffith (1995), el impulso nervioso generado en la teta por el ternero así como la estimulación eléctrica o térmica es irrelevante en la inhibición de la secreción de LH.

Actualmente el amamantamiento no es un requisito para prolongar el anestro, porque vacas en presencia de terneros con tablillas nasales, terneros con contacto limitado a la región inguinal (Mukasa-Mugerwa y *col.*, 1991; Macmillan, 1983, citados por Lamb y *col.*, 1997) y vacas mastectomizadas que mantienen contacto visual con los terneros (Stevenson y *col.*, 1994), tienen intervalo parto-primero más prolongado que vacas cuyos terneros fueron destetados. Estudios realizados por Viker y *col.* (1993), indican que la presencia continua del ternero (independientemente de si se alimenta), es un elemento importante en la regulación del anestro posparto, pero el mecanismo de inhibición del retorno a los ciclos estrales aun no ha sido identificado. La identificación materna y la selectividad por los terneros propios influyen en la respuesta causada por el amamantamiento (Williams y Griffith, 1995).

El vínculo materno-filial es el componente esencial del prolongado anestro posparto inducido por el amamantamiento en vacas de carne (Short y *col.*, 1972; Wettemann y *col.*, 1978). Ha sido demostrado que la olfacción y la visión son igualmente efectivos en permitir la identificación del ternero por su madre (Griffith y Williams, 1996), y la abolición de ambos sentidos atenúa el efecto negativo del amamantamiento sobre la secreción de LH (Stagg y *col.*, 1998).

Lamb y *col.* (1997), encontraron que el vínculo materno-filial se mantuvo luego de 4 semanas posdestete en aquellos animales en los que el contacto visual no fue interrumpido y que cuando a las vacas se les presento un ternero nuevo luego de 4 semanas de permanecer juntos se estableció un nuevo vínculo materno filial con este último, en tanto que el vínculo con su propio ternero se rompió.

Bajo condiciones naturales, la mayoría de las vacas solo permiten que sus propios terneros se amamanten, además es posible que solo los terneros propios puedan atenuar la liberación de gonadotrofinas (Williams y Griffith, 1995). A pesar de ello, cuando la vaca adopta un ternero adicional, el período de anestro posparto se extiende marcadamente (Wettemann y col., 1978). El amamantamiento *ad-libitum* de terneros ajenos prolonga el período anovulatorio en vacas de carne sin importar si el ternero propio está presente o ausente. Stevenson y col. (1997), encontraron que el intervalo parto-primer celo tuvo un rango entre 17-72 días en vacas ordeñadas en forma manual y de 46-104 días en vacas que continuaron amamantando.

Como el amamantamiento retarda la liberación de hormonas necesarias para el retorno de los ciclos estrales después del parto, vacas que perdieron su ternero al parto comúnmente muestran estros más tempranamente que vacas con ternero al pie (Wettemann, 1994, citado por Montiel y Ahuja, 2005), en tanto que el amamantamiento restringido una vez al día generalmente reduce el intervalo parto-primer ovulación (Wettemann y col., 1978) y tiene un mayor efecto en vaquillonas primíparas que en vacas múltiparas (Randel, 1981).

4.1.2. Efecto de la nutrición energética sobre la reproducción en vacas de cría.

La existencia de una relación entre la nutrición energética y la reproducción en ganado de carne ya ha sido establecida (Moore y Campos da Rocha, 1983; Short y col., 1990), siendo el efecto de la misma sobre la reproducción el resultado de una compleja interacción entre la cantidad y calidad de la dieta consumida, las reservas corporales expresadas como estado corporal (EC) y la competencia por los nutrientes entre la reproducción y las demás funciones (Short y col., 1990).

La asignación de los nutrientes para las diferentes funciones fisiológicas es conocida como partición de nutrientes. El orden prioritario de asignación de los nutrientes disponibles es el siguiente: metabolismo basal, actividad, crecimiento, reservas energéticas básicas, preñez, lactación, reservas energéticas adicionales, ciclo estral e inicio de preñez y reservas en exceso (Short y col., 1990). Esta prioridad relativa, cambia con las funciones presentes y con el nivel de demanda que posea cada una de ellas. Según este autor las vacas van a destinar nutrientes a la reproducción una vez que las demás funciones sean satisfechas. Por lo que un menor aporte energético, va a afectar la eficiencia reproductiva (Wiltbank y col., 1962), dado que una menor cantidad de energía será destinada a cubrir esta función.

El estatus energético es considerado 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 reducido consumo de energía en relación a las demandas metabólicas preparto, evidenciado en el EC al parto subóptimo, es uno de los factores que contribuyen a prolongar el anestro (Dunn y Kaltenbach, 1980; Richards y col., 1986; Selk y col., 1988; Schillo, 1992). Su interacción con los nutrientes consumidos en el posparto afectará el desempeño reproductivo subsiguiente (Randel, 1990).

La tasa de preñez tanto en vacas como en vaquillonas esta afectada por el estatus energético y los niveles de energía consumidos en los períodos pre y posparto (Randel, 1990). Wiltbank y *col.* (1962), encontraron que niveles altos de alimentación en el preparto adelantan la aparición de celos y un buen nivel posparto mejora el índice de concepción. Martson y *col.* (1995), afirman que la tasa de concepción mejora con la suplementación energética preparto pero no posparto. Otros trabajos demuestran que en condiciones nutricionales deficitarias no es posible esperar un buen comportamiento reproductivo (Wiltbank y *col.*, 1962; Randel, 1990; Laflamme y Connor, 1992; Bossis y *col.*, 1999).

4.1.2.1. Balance energético.

Los requerimientos energéticos de una vaca lactando son aportados por la dieta y la movilización de reservas corporales. Las vacas en lactación generalmente no pueden mantener un balance energético positivo (BEP) durante la lactancia temprana debido a que la ingesta de nutrientes no compensa las necesidades de mantenimiento y producción de leche, y a una limitada capacidad de ingestión de alimentos (Martínez, 1999, citado por Montiel y Ahuja, 2005). En consecuencia los animales movilizan sus reservas corporales lo que se traduce en un balance energético negativo (BEN) que se manifiesta en una pérdida de peso y una progresiva disminución del EC, llevando a un retardo en el retorno de la actividad ovárica posparto (Gallo y *col.*, 1996).

El BEN generalmente se hace máximo durante las primeras semanas de lactación, y luego comienza a recuperarse a una tasa variable, estando en promedio durante los primeros 20 días de lactancia relacionado inversamente con la ovulación normal. En la medida que el máximo del BEN se modifica y la vaca inicia su recuperación, el eje hipotálamo-hipófisis-ovario comienza a activarse. Los animales son capaces de ovular a pesar del BEN, aunque esto ocurre solo luego de que el balance alcanza el máximo y tiende al equilibrio (Zurek y *col.*, 1995; Peters, 1984, citado por Montiel y Ahuja, 2005). Butler y *col.* (1981), Canfield y *col.* (1990) y Canfield y Butler (1991), encontraron que en vacas lecheras la primer ovulación ocurre aproximadamente 10, 14 y 14 días respectivamente, después de que el BEN alcanzo el máximo.

4.1.2.2. Efecto de la nutrición energética sobre la secreción de hormonas reproductivas.

Los mayores esfuerzos de la investigación se han orientado a dilucidar cual o cuales son los mediadores hormonales o metabólicos que permiten la liberación normal de GnRH y por tanto de LH necesaria para la maduración del folículo y posterior ovulación (Hess, y *col.*, 2005; Ciccioli, y *col.*, 2003; Bossis, y *col.*, 1999, 2000).

Las restricciones a largo plazo en el consumo de alimento han sido señaladas como causa de inducción de anestro, asociadas con la supresión de la liberación tónica de GnRH desde el hipotálamo (Short y *col.*, 1990) y consecuentemente insuficiente secreción de LH y FSH desde la pituitaria anterior (Perry y *col.*, 1991; Schillo, 1992; Jolly y *col.*, 1995; Rhodes y *col.*, 1995).

Randel (1990), indica que vacas subalimentadas tuvieron menores niveles de FSH y LH en los días 5, 15 y 30 posparto que vacas con alimentación normal. Esto refleja una disminución en la descarga endógena de GnRH, puesto que la hipófisis de vacas subalimentadas fue más sensible a GnRH exógena administrada en los días 15 y 30 posparto, cuando se la comparó con vacas que recibieron una dieta que cubrió sus requerimientos nutricionales.

Echternkamp y *col.* (1982), reportaron una correlación positiva entre el consumo de energía y la secreción de LH, por lo que el aumento en el consumo de esta acorta el período de anestro posparto. En cambio Rutter y Randel (1984), no encontraron respuesta en la liberación de LH en relación a los niveles de alimentación, mientras que cuando reagruparon las vacas por su EC, las de bajo estado tuvieron menor respuesta a la aplicación de GnRH y consecuente menor liberación de LH. Por lo que el restablecimiento del soporte gonadotrófico surge de la interacción entre el estatus energético y el nivel de ingesta de energía.

Wright y *col.* (1992), también observaron que el régimen alimenticio no tuvo efectos significativos sobre la frecuencia pulsátil y amplitud de LH. Esto concuerda con las observaciones de Wright y *col.* (1990), citados por Montiel y Ahuja (2005), que encontraron que el EC al parto no estaba correlacionado significativamente con la concentración media ni con la amplitud de los pulsos de LH.

Los cambios en la pulsatilidad de LH estarían relacionados con las modificaciones del BE durante un tiempo considerable en el período posparto, lo que sugiere que el BE es el que regula la secreción de LH (Roche y *col.*, 1992). La insulina y ciertos metabolitos como los ácidos grasos actuarían a nivel del hipotálamo afectando la pulsatilidad de GnRH y consecuentemente de LH (Randel, 1990).

En los últimos años se ha intentado comprender las relaciones entre hormonas de la reproducción, metabólicas y metabolitos en sangre con lo que sucede a nivel de dinámica folicular (crecimiento, tamaño máximo, reclutamiento y atresia) intervalo parto-reinicio de la actividad lútea normal y resultados de preñez (Short y *col.*, 1990; Lucy y *col.*, 1992; Bishop, y *col.*, 1994; Griffith y Williams, 1996; Stevenson, y *col.*, 1997; De Fries y *col.*, 1998; Bossis, y *col.*, 1999, 2000; Williams, y Stanko, 2000; Ciccioli, y *col.*, 2003; Hess y *col.*, 2005), así como también se han buscado los mediadores del reinicio de los ciclos estrales que permiten la liberación pulsátil de GnRH a través de mensajeros asociados a las reservas corporales y al consumo de energía, como son las hormonas metabólicas (hormona del crecimiento (GH), factor de crecimiento similar a la insulina I (IGF-I), insulina y leptina) y los metabolitos en sangre (ácidos grasos no esterificados y glucosa) (Bossis y *col.*, 1999, 2000; Ciccioli y *col.*, 2003).

El reinicio del ciclo estral no depende de un solo factor sino de varios y de unas relaciones específicas aún desconocidas entre hormonas, metabolitos u otras "señales" internas del organismo. No existe relación causa-efecto con una hormona o metabolito mediador sino que la relación es muy compleja y seguramente se desconocen otros mediadores o no se han comprendido las relaciones antes mencionadas (Hess y *col.*, 2005).

4.1.3. Efecto del destete temporario y la nutrición energética sobre el desarrollo folicular.

A pesar de que las ondas foliculares son recurrentes en preñez temprana y media, no son detectables durante las ultimas semanas de la gestación (Ginther y col., 1996). El primer folículo dominante emerge 10-12 días posparto. La perdida de ondas foliculares en el posparto no sería un factor limitante para el retorno de los ciclos y ovulación. El prolongado anestro posparto es la consecuencia de una sucesiva perdida de folículos dominantes resultado de una inadecuada concentración de LH.

En general, el ovario no parece ser el factor limitante en el anestro posparto. El desarrollo folicular y sus funciones son normales en dicho período, aunque hay algunos efectos aplazados del cuerpo luteo (CL) gestacional (Short y col., 1990).

Durante el posparto temprano se producen 2 formas de crecimiento y desarrollo folicular, la inactividad ovárica, que se refiere a folículos que no llegan a 10 mm de diámetro o la anovulación que se refiere a folículos que sobrepasan los 10 mm de diámetro pero son incapaces de ovular. La inactividad ovárica puede resultar de insuficiente secreción de LH asociada a inadecuado consumo de energía, por otra parte la anovulación de folículos mayores estaría asociado al amamantamiento que inhibe el pico preovulatorio de LH (Lucy y col., 1992; Roche y Diskin, 2005).

Jolly y col. (1995), encontraron que vacas alimentadas *ad-libitum*, exhibían ondas foliculares crecientes en las primeras semanas posparto, y capaces de ovular una vez que el soporte gonadotrófico se restableciera. Esto último implica el restablecimiento del feedback positivo del estradiol sobre el hipotálamo y la pituitaria anterior que son suprimidos durante el posparto temprano, y se recupera dos a tres semanas después del parto cuando la alimentación no es limitante (Nolan y col., 1988).

El crecimiento de folículos grandes después del parto probablemente resulte de un incremento en la secreción de FSH, que ocurre en vacas con adecuada alimentación alrededor del cuarto día posparto (Lamming y col., 1981, citados por Montiel y Ahuja, 2005). La habilidad de estos folículos de seguir creciendo y convertirse en dominantes, y su duración funcional probablemente dependan del nivel de secreción pulsátil de LH, que refleja el nivel de secreción tónica de GnRH desde el hipotálamo (Jolly y col., 1995). Se entiende que es la integración entre los factores extraováricos e intrafoliculares lo que determina que los folículos continúen su desarrollo.

El aumento en el consumo de energía es señalado como uno de los mecanismos para reducir el período de anestro en ganado de carne, vacas a las que se le suministró dietas isoenergéticas e isoproteicas pero con mayor nivel de grasa en algunos casos resultaron con mayor número y tamaño de folículos medios y grandes (Lucy y col., 1992; De Fries y col., 1998), lo que estaría indicando mayor liberación de LH pues los folículos medios pueden desarrollarse y pasar a ser folículos mayores solo en presencia de LH (Ginther y col., 2001).

Viñoles y *col.* (2005), sugieren que el mecanismo por el cual la suplementación energética de corto tiempo afecta el desarrollo folicular no involucra un incremento en la concentración de FSH, sino que probablemente responda a un incremento en la concentración de glucosa, insulina y leptina, actuando directamente a nivel ovárico. Siendo el estadio de desarrollo folicular en el momento de la máxima concentración de glucosa y las demás hormonas metabólicas uno de los determinantes del incremento o no de la tasa de ovulación.

El bajo consumo de energía posparto en vacas y vaquillonas reduce el número y tamaño de los folículos dominantes (estrogénicamente activos) e incrementa la persistencia de folículos pequeños subordinados. La restricción dietética mostró una alteración de las características de crecimiento de la onda folicular (Perry y *col.*, 1991; Murphy y *col.*, 1991, citados por O'Callaghan y Boland, 1999; Diskin y *col.*, 2003) reflejando la ausencia de un gran folículo dominante funcional que pueda producir cantidades apreciables de estradiol (Perry y *col.*, 1991; Rutter y Manns, 1991; Jolly y *col.*, 1995).

Uno de los efectos de la restricción alimenticia aguda es la falla en la ovulación del folículo dominante en el 60% de las vaquillonas después de 13-15 días de restricción. Esta situación indicaría que cuando el diámetro máximo no logra superar los 8 mm existe menos de 20% de probabilidades de ovular (Diskin y *col.*, 2003).

La nutrición posparto, es más crítica que la nutrición preparto en la determinación del crecimiento del folículo dominante y su diámetro máximo (Roche y Diskin, 2005).

El EC al parto influencia el número de folículos medianos y grandes (10mm), a los 5 y 17 días posparto (Wettemann y Bossis, 1999). La realimentación de vacas con anestro inducido resulta en la reanudación de los ciclos estrales, sin embargo las vacas no reinician el ciclo hasta que el EC sea mayor que antes de la inducción del anestro (Richards y *col.*, 1989).

Ciccioli y Wettemann (2000), trabajando con vacas primíparas que recibieron dos tratamientos nutricionales (75 días preparto y 15 días posparto) con ganancias de 0.45 kg/día y 0.90 kg/día, observaron que el EC al parto no afectó ninguna variable reproductiva. Las vacas de mayor ganancia tuvieron folículos dominantes de mayor diámetro y mayor número de montas al primer celo. La mayor ingesta de nutrientes posparto disminuyó el intervalo al primer celo en 23 días, pero la tasa de preñez no se afectó por los tratamientos.

Rhodes y *col.* (1995) y Bossis y *col.* (2000), encontraron que la pérdida de peso vivo esta linealmente asociada con los cambios en las características ováricas (disminución del diámetro del folículo dominante) y observaron que cuanto mayor era la pérdida diaria de peso vivo (PV) menor eran los días necesarios para alcanzar el anestro. Considerando una variación individual en la mayoría de los trabajos, el anestro comenzó cuando los animales perdieron 22-24% del peso vivo inicial. La realimentación resultó en un gradual incremento en la tasa de crecimiento, diámetro máximo y persistencia del folículo dominante.

Se encontraron diferentes respuestas en varios ensayos en los que se suministró diferente cantidad de energía posparto. Cuando se alimentó para alcanzar las necesidades posparto o sobrepasarlas, el EC al parto fue "óptimo", no encontrando diferencias significativas en el largo del anestro debido al consumo de energía posparto (Stagg y col., 1998). Wright y col. (1987, 1992), en otros dos experimentos en los que se suministró diferente cantidad de energía durante el posparto (dietas por encima y debajo de las necesidades), tuvieron efecto en acortar el anestro posparto en vacas de EC subóptimo al parto. Estos y el trabajo de Spitzer y col. (1995), en que diferentes EC al parto y diferentes dietas posparto resultaron en distintos porcentajes de celo y preñez, demuestran la interacción que existe entre el EC al parto y nutrición posparto.

Los experimentos citados con anterioridad demuestran que la respuesta reproductiva al consumo de energía en el posparto estaría condicionada por la magnitud de la restricción nutricional preparto (Rutter y Randel 1984; Wright y col., 1987, 1992; Ciccioli y col., 2003).

Por otro lado, el efecto de la nutrición posparto sobre la duración del anestro posparto ha presentado resultados inconsistentes. Esta inconsistencia sobre el anestro puede ser reflejo de interacciones nutritivas pre y posparto, BEN previo al parto, EC al parto, producción de leche, amamantamiento, así como otros factores ambientales.

Otro mecanismo estimulador del crecimiento folicular es el destete temporario sin separación del ternero el cual afecta el crecimiento folicular a favor de las vacas sometidas a destete (Rodríguez y col., 2005). El destete temporario con separación es también efectivo en generar crecimiento folicular, ya que para alcanzar la ovulación es necesario el crecimiento previo y se documenta la ovulación cuando el ternero es separado de la madre por 4 y 6 días (Quintans y col., 2004).

Diskin y col. (1999), encontraron que no hubo efecto en la tasa de crecimiento folicular o en el diámetro máximo al permitir el amamantamiento de los terneros una vez por día y el destete significó un aumento de la pulsatilidad de LH después de la 4ª onda folicular.

Vacas que amamantan generalmente tienen después de la primera ovulación posparto ciclos estrales cortos de entre 7-10 días de duración (Short y col., 1990), son independientes de la duración del anestro en un rango de 52-110 días después del parto (Perry y col., 1991) y contribuyen a la infertilidad durante los primeros 30-40 días después del parto (Lishman y col., 1979).

La ovulación que sigue al estro destinada a comenzar un ciclo corto es normal con un óvulo que puede ser fertilizado (Short y col., 1972, 1974; Ramirez-Godinez y col., 1982). El CL formado durante el ciclo estral corto tiene un período de vida inferior a 10 días (Zollers y col., 1993), es de menor tamaño y secreta menos progesterona así como también responde menos a la estimulación (Short y col., 1974; Lishman y col., 1979; Kesler y col., 1981). Su capacidad funcional es normal, pero regresa antes de que se inicie la señal de que existe una preñez (Short y col., 1990). Mann y Lamming

(2000), postulan que la baja concentración de estradiol que precede a la primera ovulación puede determinar el desencadenamiento prematuro del mecanismo de luteolisis debido a la ausencia de inhibición de la síntesis de receptores de oxitocina que permiten la liberación precoz de prostaglandinas F_{2α}. Es necesario realizar trabajos bajo condiciones controladas que evalúen la fertilidad del primer celo y la persistencia del CL posparto.

4.1.4. Estado corporal.

El EC refleja las reservas energéticas corporales disponibles para el metabolismo, crecimiento, lactación y actividad (Wright y col., 1987). La apreciación subjetiva del mismo es una forma práctica, efectiva y rápida de evaluar mediante la observación la cantidad de tejido adiposo depositado (Wildman y col., 1982; Wagner y col., 1988; Edmonson y col., 1989; Houghton y col., 1990), indicando la situación energética y nutricional en la que se encuentra el animal (Orcasberro, 1991).

En nuestro país se utiliza para ganado de carne una escala de 8 puntos (donde 1 es un animal extremadamente flaco y 8 el extremo opuesto), siendo que cada unidad equivale a 25 kg de peso en el intervalo de 2 a 6, que son los que normalmente se encuentran en los rodeos de cría (Orcasberro, 1991).

Cuando las vacas poseen bajas reservas energéticas corporales tienen grandes probabilidades de sufrir enfermedades, desordenes metabólicos, fallas reproductivas, reducción en la producción de leche y las vaquillonas tardan más en alcanzar la pubertad (Edmonson y col., 1989).

La eficiencia reproductiva de las vacas de cría esta muy asociada al EC que presentan al momento del parto, el mismo esta relacionado con el porcentaje de preñez del rodeo, la longitud del intervalo parto-primer celo o anestro posparto, número de servicios por concepción, intervalo entre partos y porcentaje de vacas vacías (Orcasberro, 1991).

La mayoría de los investigadores han encontrado que el EC al parto (reflejo de la nutrición preparto) es el determinante más crítico de la duración del anestro posparto, teniendo mayor influencia en la determinación del intervalo parto-primer celo y preñez durante la estación de cría (Wettemann y Bossis, 1999; Quintans, 2000; de Castro y col., 2002; Roche y Diskin 2005; Montiel y Ahuja 2005). Hay una correlación negativa entre el EC al parto y la duración del anestro posparto (Richards y col., 1986; Wrigth y col., 1987, 1992). A pesar de ello, la asociación entre el EC al parto y el período de anestro posparto no se puede documentar como una relación de causa - efecto.

Es muy importante entonces que la vaca llegue con un adecuado EC al parto. Existen numerosos trabajos en los que se relaciona el EC al parto con el EC al momento del entore y la eficiencia reproductiva de los rodeos. Al comienzo del entore entre el 60 y 70% de la variación en el EC se debe al estado de la vaca al parto (Scaglia, 1997).

Un bajo EC al parto puede llevar a bajas tasas de preñez y a prolongar el anestro posparto. Valores de EC menor a 4 al parto pueden afectar la reproducción y el porcentaje de preñez, por lo que este valor aparece como crítico y por encima del cual la respuesta es nula o casi nula (Scaglia, 1997).

Una mejora en el EC durante el posparto y el entore puede compensar, en parte, un EC pobre al inicio del entore. Sin embargo el hecho de llegar en un estado igual o mayor a 4 (escala del 1 al 8), prácticamente independiza a la vaca del riesgo de una subnutrición durante el posparto y entore que aun siendo leve, podría afectar severamente su performance reproductiva (Orcasberro, 1991). En el trabajo de Soca y *col.* (1999), el mantener y/o ganar estado se asoció a una diferencia en la tasa de preñez de 21 por ciento con respecto a las que perdieron estado. La mejora en el EC entre el parto y fin del entore puede compensar, en cierta medida un bajo EC al parto (Wiltbank y *col.*, 1962).

La pérdida de peso y EC durante un largo período causa atraso en la primera ovulación posparto, disminución de la actividad luteal (Richards y *col.*, 1989; Bishop y *col.*, 1994; Vizcarra y *col.*, 1998; Bossis y *col.*, 1999), disminución de la persistencia y tamaño máximo de los folículos dominantes hasta llegar al cese de la ovulación (Portela, 2001). Ciccioli y *col.* (2001), citados por Camacho y *col.* (2005), observaron que los intervalos parto-primer estro y parto-ovulación fueron mas largos para vacas con menores ganancias de peso. Bossis y *col.* (2000), trabajando con vaquillonas de carne en anestro con dos niveles de ganancia (0.6 y 1.5 kg/día), observaron que la ovulación se adelantó 23 días en los animales con mayor ganancia.

Dunn y Kaltenbach (1980), concluyen que las variaciones de peso preparto tienen un mayor efecto que los cambios en el posparto, para las vacas con estado moderado al parto. A su vez las vacas con buen EC al parto son poco afectadas por cambios pre y posparto.

Wettemann y *col.* (1986), citados por Montiel y Ahuja (2005) y Wright y *col.* (1992), encontraron que el régimen de alimentación no afecto la duración del período de anestro, a pesar de que el EC al parto tuvo un gran efecto, indicando que las vacas con mejor estado al parto tuvieron períodos de anestro más cortos. Otros trabajos indican que si existe un efecto de la nutrición sobre la duración del anestro, pero dicho efecto se evidencio solo en vacas con bajo EC al parto (Rutter y Randel, 1984; Richards y *col.*, 1986; Short y Adams, 1988; Portela, 2001).

Por otro lado Short y *col.* (1990), afirman que la duración del anestro posparto no solo esta afectada por el EC al parto sino también por la relación entre el mismo y la alimentación posparto. Dichos autores, estudiando los efectos de estos dos factores sobre la duración del anestro, observaron que si las vacas llegan al parto con EC entre 4-6 (escala 1-10) la duración del anestro varía entre 35 y 90 días, según sean sometidas a altos o bajos niveles de alimentación posparto. Mientras que cuando las vacas llegan al parto con menos estado (3-4), solo con niveles adecuados y altos de

alimentación, las vacas salen del anestro antes de los 90 días y finalmente cuando las vacas llegan al parto con EC menor a 3 presentan un anestro posparto superior a los tres meses de duración, aun cuando se les proporcionen altos niveles de alimentación.

Por lo tanto se puede concluir que uno de los puntos principales del manejo reproductivo de vacas de carne consiste en asegurar que las mismas lleguen al parto con un EC adecuado. Lo que resultará en un menor período para el retorno de la actividad cíclica posparto, mayor número de ciclos estrales antes del inicio de la temporada de servicios y mayor fertilidad durante la misma (Portela, 2001).

4.2. ALTERNATIVAS PARA ACORTAR EL ANESTRO POSPARTO.

4.2.1. Destete temporario.

Las técnicas de control de amamantamiento tendientes a eliminar el estímulo neurohormonal negativo que produce el ternero al mamar, han surgido como una alternativa que permite mejorar el comportamiento reproductivo de los vientres.

Como fue mencionado anteriormente el estímulo provocado por el ternero al mamar incrementa la sensibilidad del hipotálamo al feedback negativo de los bajos niveles circulantes de estradiol ovárico, resultando en la inhibición del centro cíclico hipotalámico, responsable de la generación de pulsos de GnRH. Como consecuencia de esta menor liberación de GnRH, menos LH es liberada, y menor es la producción de estrógeno por los folículos (Williams, 1990).

Una de las tecnologías aplicadas con el fin de controlar el amamantamiento es el destete temporario, que implica la interrupción del estímulo de amamantamiento ya sea al comienzo o durante el entore, como forma de inducir la actividad ovárica. El mismo se ha implementado de diversas formas que van desde la separación del ternero de la vaca por períodos de tiempo variables, 24, 48, 72 horas hasta 6 días (destete temporario a corral), o mediante la aplicación de una tablilla nasal que impide el amamantamiento del ternero, permaneciendo este al pie de la madre (destete temporario con tablilla entre 7 y 14 días), y por último el amamantamiento restringido a una o dos veces por día (Quintans, 2000).

El destete temporario incide sobre la fertilidad posparto a través de una mejora en el BE y hormonal. La vía por la cual este actúa sobre la fertilidad es mediante un cambio en el balance hormonal; la supresión del amamantamiento provoca que se levante la restricción que ejerce el mismo sobre el hipotálamo permitiendo un incremento en la frecuencia de liberación de pulsos de LH provocando el retorno a la ciclicidad normal (Williams, 1990). Además, la interrupción del amamantamiento, disminuye los requerimientos energéticos de la lactación, permitiendo al animal recuperar EC y acelerar el retorno a la ciclicidad.

El destete temporario tiene generalmente un efecto positivo sobre el porcentaje de preñez, concentrando las pariciones sin afectar el crecimiento del ternero (Brazzale y Rosa, 1978, Almeida y Martins, 1979, Brazzale, 1980, citados por Casas y Mezquita,

1991; Orcasberro, 1991). La efectividad del mismo está influenciada por varios factores como el largo del período de destete o remoción, los días posparto, el EC al parto y al momento del destete, la edad y el número de parto de la vaca (Makarechian y col., 1990, citados por Blanco y Montedónico, 2003).

Realizando un análisis global de los resultados nacionales, se encontró que destetes temporarios de larga duración (11-13 días), poseen mayor efecto sobre el porcentaje de preñez que destetes temporarios de corta duración (48-72 h) (Echenagusía y col., 1994).

Muy pocos trabajos nacionales sobre destete temporario se realizaron sobre las mismas condiciones, difiriendo entre otros factores en la duración del destete, momento y forma de aplicación y EC de las vacas al inicio del entore. Esta variabilidad de condiciones provoca una respuesta heterogénea al destete temporario lo que dificulta la comparación de resultados entre los distintos experimentos.

Las situaciones de subnutrición severas imponen una restricción para el inicio de la actividad ovárica posparto mayor que el propio amamantamiento, determinando que vacas en muy mal estado nutricional no respondan al tratamiento de destete temporario. Por otra parte, vacas con muy buen EC tampoco responden por tener un anestro posparto muy corto (Orcasberro, 1991). Por ello, es necesario evaluar alternativas de manejo nutricional y reproductivo que permitan que un alto porcentaje de los animales se encuentren ciclando al inicio del entore, de forma tal que la preñez se produzca durante los primeros días de iniciado el mismo.

En todas las categorías de EC al parto, las vacas que fueron sometidas a destete temporario presentaron un mayor porcentaje de preñez que las no destetadas. Sin embargo, la respuesta mas importante fue la del lote de vacas con 3.5 unidades de EC al parto (82% y 59%, para el lote con destete temporario y sin destete, respectivamente). Por otra parte en vacas adultas que llegan al parto con EC 4, la aplicación del destete temporario tendría poco efecto en el porcentaje de preñez (88% y 82%, para destete temporario y sin destete, respectivamente) (Soca y Orcasberro, 1992).

La edad de la vaca también influye sobre el efecto que se logra con el destete temporario, vacas de segundo entore presentan intervalos parto primer celo más largos y son más sensibles a restricciones alimenticias que vacas adultas (Soca y Orcasberro, 1992).

En la mayoría de los trabajos en que se evaluó el efecto del destete temporario sobre el intervalo parto-primer celo y parto-concepción, se encontró una tendencia a acortar ambos períodos en respuesta al destete temporario, aunque no en todos los experimentos ha sido significativa. Falta información que permita conocer el efecto del destete temporario en vacas primíparas y sus fuentes de variabilidad.

4.2.1.1. Destete temporario con separación física del ternero.

Los resultados de la aplicación de destetes temporarios de corta duración (2-4 días) son muy variables y contradictorios y dependen en gran medida del intervalo posparto, de la categoría y del EC de las vacas que limita la respuesta al tratamiento, siendo el rango de mayor respuesta 3.5-4 (Orcasberro, 1991).

El tratamiento por 48 h al inicio del entore mejoró el porcentaje de preñez en un 10 por ciento (Geymonat, 1986). Salfen *y col.* (2001), aplicando destete temporario por 48 h, no encontraron diferencias significativas entre el grupo destetado y el grupo control en cuanto al porcentaje de vacas que ovularon. El tamaño máximo de los folículos dominantes en las ondas foliculares de las vacas que ovularon, fue mayor que en aquella que no lo hicieron.

El incremento en la frecuencia de pulsos de LH en respuesta al destete o a la separación, se produce a partir de 24-48 h de iniciado el mismo y se encuentra atenuado por el regreso prematuro del ternero (Sinclair *y col.*, 2002, citados por Quintans *y col.*, 2004).

El destete temporario de 72 h al inicio del entore, realizado por La Manna y Muñoz (1987), mejoro en dos años consecutivos el porcentaje de preñez entre 6 y 9 por ciento. El intervalo parto concepción manifestó un acortamiento de 14 días a favor del grupo destetado temporalmente por 72 h (Costa y Mauro, 1983), y de 8 días en el intervalo inicio del entore-concepción (Soca y Orcasberro, 1992).

La separación por 96 h al día 60 posparto induce la ovulación en aproximadamente un tercio de las vacas con moderado-bajo EC al parto. La separación posterior por 48 h (144 h en total) induce la ovulación en aproximadamente dos tercios de las vacas con similar EC al parto (Quintans *y col.*, 2004). Por lo tanto la ausencia de folículos grandes no seria un factor limitante del reinicio de la ovulación. El efecto del destete temporario al inicio del entore, menor a 96 h de duración, atenúa marcadamente las respuestas endocrinas y ováricas del tratamiento, siendo mayor el efecto cuanto mayor sea la duración del mismo.

Trabajos realizados en nuestro país (Costa y Mauro, 1983; Laca, 1987; Fenocchi y Restaino, 1988) con destete temporario de tres días, a los 40-50 días posparto, no obtuvieron diferencias significativas con los testigos en las variables reproductivas estudiadas. de Castro *y col.* (2002), observaron que el destete temporario por 5 días no ejerció ningún efecto sobre el reinicio de la ciclicidad de las vacas, ya que se comportaron igual que las vacas con ternero al pie.

A nivel nacional Quintans (2000), realizando destetes de 4 y 6 días cuando los terneros tenían entre 60 y 90 días de edad y las vacas con un EC de 4 al parto, pudieron observar que al pasar de 4 a 6 días en el destete hubo un aumento en el porcentaje de ovulación de 33 a 60 por ciento 12 días pos-tratamiento.

Ha sido reportado que 2-6 días después de la remoción temporaria o permanente del estímulo de amamantamiento, se observa un incremento en la frecuencia de pulsos de LH suficientes para inducir la ovulación (Smith y *col.*, 1983; Shively y Williams, 1987), así como también se incrementa la amplitud y por consiguiente su concentración (Carruthers y Hafs, 1980; Chang y *col.*, 1981; Williams, 1990; Hoffman y *col.*, 1996; Walters y *col.*, 1982, citados por Lamb y *col.*, 1997).

Williams y Griffith (1995), encontraron que la separación de los terneros de sus madres resulto en un incremento esperado en la concentración sérica de LH con una frecuencia de pulsos cada 48 h. El amamantamiento de un ternero ajeno cada 6 h durante 4 días no previene este incremento, a pesar de ello el amamantamiento por un ternero propio a intervalos de 6 h mantiene la supresión de los patrones de liberación de LH típico de vacas amamantando.

La gran variabilidad natural en el tiempo requerido para que aumente la frecuencia pulsátil de LH después de la separación del ternero puede ser explicada por los siguientes factores; EC (Alberio y *col.*, 1984, citados por Quintans y *col.*, 2004), el intervalo entre el parto y la separación (Bonavedra y *col.*, 1999, citados por Quintans y *col.*, 2004), y el estadio de desarrollo folicular al momento de la separación (Sinclair y *col.*, 2002, citados por Quintans y *col.*, 2004).

4.2.1.2. Destete temporario con tablilla nasal.

El efecto de la aplicación de tablillas nasales podría estar dado en parte por la disminución de los intentos de amamantamiento así como por la reducción en la producción de leche y una mejora en el EC (Simeone, 2000).

El destete temporario de larga duración, en la mayoría de los trabajos nacionales incremento el porcentaje de preñez entre un 20 (Soca y *col.*, 1990, Casas y *col.*, 1987, 1983, citados por Echenagusía y *col.*, 1994) y un 48 por ciento (Berretta y *col.*, 1992) y entre 16 y 40 por ciento en un relevamiento realizado en Uruguay y el Sur de Brasil (Simeone, 2000).

Soca y Orcasberro (1992), establecieron que para las condiciones de Uruguay el destete temporario con tablilla nasal durante 11 días permite mejorar el comportamiento reproductivo y aumentar los porcentajes de preñez. No tiene efectos apreciables sobre el peso al destete de los terneros, tiene bajo costo y facilidad de aplicación. Además vieron que las mayores respuestas, medidas en porcentaje de preñez, se obtuvieron con EC intermedios, y también observaron la importancia de la edad de la vaca, ya que establecieron que la vaquillona debe llegar a su primer parto con un EC mayor que la vaca múltipara para poder tener una respuesta importante como vaca de segundo entore. Sugirieron que la disminución en la producción de leche provoca un reordenamiento del destino de los nutrientes disponibles pudiendo destinarse mas a otras funciones, en particular a la reproducción. Además como las vacas con destete temporario ganaron estado, podría haber una mejora en la fertilidad a través de una mejora en el EC de las vacas, además de suprimir el efecto inhibitorio del ternero.

Hernández y Mendoza (1999), trabajando con vacas de cría con EC entre 3-4 encontraron que el destete temporario de 14 días afectó significativamente el porcentaje de reactivación ovárica y el porcentaje de preñez total para los cuatro años analizados, sin alterar el peso de los terneros al destete.

Quintans y Vázquez (2002), citados por Camacho y col. (2005), trabajando con vacas primíparas sometidas a un destete temporario (con tablilla nasal por 14 días) observaron que las mismas mostraron diferentes respuestas al tratamiento. Un alto porcentaje presentó ovulación inducida por el destete pero no pudo ser mantenida y los animales retornaron a un período de anestro.

Iturralde y Ruske (1997), trabajando con vacas multíparas a las que se les aplicó destete temporario y estimulación con toros deferectomizados (efecto toro), no encontraron diferencias significativas en la mayoría de las variables reproductivas, observando una tendencia a que los valores absolutos fueron mejores que en los controles, obteniendo efecto significativo del destete temporario para el porcentaje de preñez y porcentaje de celos totales. Tampoco observaron diferencias significativas para el peso corregido de los terneros al destete.

de Castro y col. (2002), encontraron que la aplicación de tablillas nasales por 14 días permitió aumentar el EC durante el entore. La aplicación de tablillas por 14 días en vacas de segundo entore con un EC superior a 3.5 mostró una buena respuesta en cuanto al reinicio de la ciclicidad, obteniendo el primer mes de realizado el destete el máximo de vacas ciclando.

Vacas con EC mayor o igual a 4 al inicio del entore presentaron una baja respuesta al destete temporario, en tanto que aquellos animales cuyo estado al inicio del entore era menor a 4, mostraron una alta respuesta al tratamiento de destete temporario (Soca y col., 1994, citados por Echenagusía y col., 1994). Sin embargo, Orcasberro (1991), trabajando en las mismas condiciones, con destete de 11 días de duración y al inicio del entore, sobre vacas con igual EC al inicio del entore, obtuvo resultados antagónicos. Echenagusía y col. (1994), observaron que la máxima respuesta relativa al destete temporario la encontraron cuando el EC de las vacas se encontraba entre 3.5 y 4 puntos.

Por lo tanto antecedentes nacionales que valoran el destete temporario de 11 y 13 días, manifiestan una cierta interacción entre el EC al inicio del entore y el efecto del destete temporario sobre el porcentaje de preñez. Estos datos ayudan a explicar la inconsistencia que se observa en la respuesta al destete temporario en vacas de primera cría. Esta técnica es de bajo costo y de fácil implementación y mejora la fertilidad dependiendo del EC de la vaca (3,5-4).

La mayoría de los trabajos internacionales en los que se realizó destete temporario obtuvieron resultados positivos en las variables reproductivas estudiadas.

Mukasa-Mugerwa y col. (1991), citados por Hernández y Mendoza (1999), realizando un ensayo a los 30 días posparto utilizando tablillas nasales hasta el fin del

servicio, encontraron un efecto positivo de la aplicación de esta técnica en el acortamiento del período de anestro posparto.

Leite y *col.* (1988), citados por Echenagusía y *col.* (1994), aplicando destetes temporarios de 10 y 15 días encontraron respuestas significativas en el porcentaje de preñez. En tanto que Stahringer y *col.* (1995), citados por Hernández y Mendoza (1999), mostraron que los períodos de entablillado mas prolongados aumentan el porcentaje de preñez. Siendo el destete temporario de 14 o 21 días una herramienta eficaz para aumentar el porcentaje de preñez en vacas con EC medio.

4.2.1.3. Efecto del destete temporario sobre la producción de leche.

El amamantamiento y la producción de leche pueden afectar la actividad del eje hipotálamo-hipófisis-ovario, inhibiendo el desarrollo folicular y extendiendo el período de anestro. Cuando la nutrición es adecuada en vacas amamantando, la producción de leche tiene un efecto pequeño en el anestro posparto, pero cuando la nutrición es limitante, particularmente para vacas que tienen genotipos de alta producción lechera, el nivel de producción de leche altera el intervalo parto-primera ovulación y estro (Williams, 1990; Hansen y *col.*, 1982, citados por Stevenson y *col.*, 1997).

Por otro lado, existe un aumento en los requerimientos energéticos de las vacas debido a la producción de leche. En un experimento realizado por Soca y Orcasberro (1992), en vacas Hereford pastoreando campo natural a las que se les aplicó destete temporario, estas pasaron de producir 6.1 litros diarios de leche a producir 4.4 litros, mientras que las vacas testigo mantuvieron el nivel de producción. Este efecto sobre la producción de leche influye sobre el destino de los nutrientes que consume el animal, ya que puede destinar nutrientes para otras funciones, en particular para la reproducción.

Adams y *col.* (1993), relataron que los efectos del destete temporario son mayores en vacas con alta producción de leche que en vacas con baja producción. El destete temporario de los terneros permitió además mejorar el BE de las vacas, medido como EC. La producción de leche disminuyo en un 35% al aplicar destete temporario de 11 días al inicio del entore y mejoró el EC del grupo destetado, con respecto al grupo testigo (Laborde y *col.*, 1990, citados por Echenagusia y *col.*, 1994).

Escasos son los trabajos nacionales que evalúan el efecto de los diferentes métodos de control de amamantamiento sobre la producción de leche (Soca y Orcasberro, 1992; Franco y *col.*, 2002).

4.2.1.4. Efecto del destete temporario sobre el peso al destete definitivo de los terneros.

Debido a que la técnica de destete temporario implica la imposibilidad de mamar por un período determinado, es de suma importancia saber como afecta esta el crecimiento del ternero, ya que esta variable (Kg de ternero destetado) determina en parte la productividad del rodeo de cría.

Los factores más importantes que afectan el crecimiento de los terneros destetados con tablilla nasal son: la producción de leche de la madre, la nutrición posparto, edad de la madre y de menor importancia encontramos el sexo, la edad del ternero al destete y el mes de nacimiento (Echenagusía y col., 1994).

El destete temporario no afectó el peso corregido al destete de los terneros en la mayoría de los casos (Casas y Mezquita, 1991; Erosa y col., 1992 y Barbiel y col., 1992, citado por Do Carmo, 2006), pero resultó en menor peso al destete en algunos años y en algunas situaciones (Echenagusía y col., 1994, Quintans y col., 2002).

Costa y Mauro (1983), Laca (1987), Orcasberro (1991), Feed y col. (1994), y de Castro y col. (2002), encontraron que los diferentes tipos de destete temporario no afectaron el peso al destete de los terneros. Además observaron que el uso de tablillas nasales tiene la ventaja frente a otras modalidades de no producir el estrés que causa en el ternero la separación física de su madre.

Contrariamente Stahringer y col. (1995) citados por Iturralde y Ruske (1997), encontraron que el entablillado afectó negativamente el peso de los terneros.

Trabajos nacionales (Soca y col., 1994, Quintans y Vázquez, 2002, citados por Blanco y Montedónico 2003) sugieren que los terneros no pudieron compensar el menor consumo de leche con la ingesta de forraje, debido a las características de las pasturas utilizadas. Según Echenagusía y col. (1994) no hay una variable que explique esta diferencia, sino que sería una interacción entre las variables duración, forma y momento del destete temporario, edad y peso de los terneros, así como el ambiente al que fueron sometidos.

4.2.2. Efectos de la suplementación energética grasa sobre la reproducción.

Los potenciales mecanismos de acción a través de los cuales la suplementación grasa afecta los procesos reproductivos han sido recientemente estudiados (Williams y Stanko, 2000; Mattos y col., 2000). Las distintas fuentes de grasa (animal o vegetal) contienen ácidos grasos insaturados (palmitoleico, oleico, linoleico y α -linolénico) que alteran de manera diferente la función ovárica. Los aceites derivados de las plantas parecen tener un gran impacto sobre la performance reproductiva (Funston y Filley, 2002).

Los vegetales ricos en ácidos grasos (AG) contienen altos porcentajes de ácido linoleico en las semillas, en tanto que el α -linolénico predomina en los forrajes (Staples y col., 1998; Funston, 2004) y estos parecen producir los mayores beneficios en los sistemas metabólico y reproductivo (Hawkins y col., 2000).

Los AG en su mayoría se metabolizan en el rumen, otros pasan a través del mismo inalterados. Las grasas se hidrolizan dando ácidos grasos poli-insaturados y glicerol. Una gran proporción de los ácidos grasos luego son parcial o completamente

hidrogenados y la mayor parte del glicerol es fermentado dando ácido propiónico, uno de los principales ácidos grasos volátiles, precursor de la glucosa (Williams y Stanko, 2000). Los alimentos ricos en grasa vegetal pueden mejorar la fermentación ruminal debido a un incremento en la producción de ácido propiónico y de la relación propionato/acetato (De Fries y *col.*, 1998; Williams y Stanko, 2000).

El consumo de grasa, particularmente AG poli-insaturados de vegetales, pueden influenciar positivamente el crecimiento folicular, la función luteal y el comportamiento reproductivo posparto, independientemente de los efectos de la suplementación energética (Staples y *col.*, 1998; Williams y Stanko, 2000). Los efectos de la suplementación han sido atribuidos a una cascada de eventos que cambian los patrones de fermentación ruminal, aumentan la síntesis de lipoproteínas transportadoras de colesterol, aumentan la secreción de esteroides ováricos, modifican las concentraciones circulantes de GH e insulina y aumentan la síntesis o acumulación de IGF-I en las células ováricas (Williams y Stanko, 2000).

Los resultados de la suplementación posparto con concentrado energético rico en grasas son contradictorios, pero varios autores encuentran un efecto positivo de la grasa sobre el porcentaje de preñez, crecimiento folicular, hormonas metabólicas y metabolitos asociados a mejor desempeño reproductivo (De Fries y *col.*, 1998; Williams y Stanko 2000; Hess y *col.*, 2002; Funston, 2004). Uno de los efectos documentados donde hay menor contradicción es en el acortamiento del intervalo parto reinicio de la actividad lútea y en el porcentaje de vacas ciclando a fecha fija (Hawkins y *col.*, 2000; Hess y *col.*, 2002).

A pesar de que la duración del anestro posparto ha sido identificada como uno de los factores críticos que intervienen en la eficiencia reproductiva, ha sido demostrado que las vacas solo conciben si presentan ciclos estrales normales, y que la suplementación grasa pre o posparto no influye sobre el porcentaje de vacas que presentan ciclos estrales normales (Burns y Filley, 2002; Sanson y Coombs, 2003, Grant y *col.*, 2003, Small y *col.*, 2003, Lake y *col.*, 2003, citados por Hess, 2003).

La $PGF_{2\alpha}$ es responsable de la involución uterina posparto, cuanto mayor sea la concentración de dicha hormona mas rápido se producirá la involución uterina. El útero libera $PGF_{2\alpha}$ durante cada estro para regresar el CL nuevo si la vaca no esta preñada e iniciar un nuevo ciclo estral. Durante el período de regresión del CL, las concentraciones de $PGF_{2\alpha}$ y progesterona presentan una relación inversa (Funston y Filley, 2002).

El ácido linoleico es un sustrato para la síntesis de $PGF_{2\alpha}$ y a su vez puede inhibir dicha síntesis mediante inhibición competitiva con las enzimas encargadas de esta conversión (Funston, 2004). Es importante destacar que el ácido linolénico (C18:3) esta también presente en la síntesis endometrial de prostaglandina como un fuerte inhibidor (Tatcher y *col.*, 1994, citados por Funston y Filley, 2002).

El nivel de grasa en la dieta de las vacas es uno de los factores que determinan la respuesta a la suplementación grasa (Hess, 2003). Burns y Filley (2002), explican el

incremento en la tasa de concepción al primer servicio en el hecho de que los AG Ω -3 atenúan la síntesis de $\text{PGF}_{2\alpha}$ durante el reconocimiento materno de la preñez, responsable de la luteolisis prematura asociada a los ciclos estrales cortos. Mientras Hess y *col.* (2002), argumentan que alimentando los animales con grasas vegetales que contienen altos niveles de ácido linoleico se obtiene diferente respuesta. Por esto, cuando los niveles de grasa en la dieta no pueden ser regulados, hay evidencias que sugieren que la composición de los AG de la grasa adicionada también influye sobre la respuesta en la tasa de concepción al primer servicio.

Existe una gran disparidad entre los diferentes estudios en relación a la tasa de concepción al primer servicio (Hess, 2003). Las posibles causas de esta situación incluyen el EC de las vacas así como también los niveles dietéticos y la cantidad de grasa utilizada en los diferentes estudios. A pesar de ello Ryan y *col.* (1995), citados por Funston (2004), encontraron que las diferencias en el EC de las vacas no determinan las diferencias encontradas en la tasa de concepción al primer servicio.

La suplementación grasa en ganado de carne aumenta la concentración plasmática de progesterona (Hawkins y *col.*, 1995; Thomas y Willams, 1996; Lammoglia y *col.*, 1997; De Fries y *col.*, 1998), la cual ha sido asociada a una mejora en la fertilidad y en la tasa de concepción (Grummer y Carroll, 1991; Staples y *col.*, 1998) e indica que la función luteal es aumentada por la dieta grasa (Staples y *col.*, 1998). Hawkins y *col.* (2000) sugieren que dicho aumento es debido a una menor tasa de metabolización, aumento de la cantidad de lípidos luteales o a un aumento de la vida media del CL. Esto explicaría por que las vacas tienen mayores niveles de progesterona plasmática, sin que haya efecto en el número y tamaño del CL, cuando las mismas son alimentadas con dietas con alto contenido graso (Ryan y *col.*, 1995; Thomas y Willams, 1996; Lammoglia y *col.*, 1997; García-Bojalil y *col.*, 1998, citados por Portela, 2001).

La concentración de progesterona en el líquido folicular y en el tejido luteal aumenta en algunos (Ryan y *col.*, 1992, 1995), pero no en todos los estudios (Lammoglia y *col.*, 1997), cuando la grasa fue adicionada a la dieta.

La vida media del CL sería mantenida, debido a una disminución en la relación estrógenos/progesterona en folículos dominantes, y podría disminuir la prevalencia de ciclos cortos. La fisiología y el crecimiento del CL parecen no ser afectados, pero disminuye el período anovulatorio posparto (Hess y *col.*, 2002).

En algunos estudios, la dinámica de la LH fue estimulada por la suplementación grasa, pero en otros permaneció incambiada o disminuyó (Lucy y *col.*, 1990, citados por Grummer y Carroll, 1991; Mattos y *col.*, 2000; Funston, 2004).

Thomas y Williams (1996), encontraron que todos los suplementos grasos en la dieta incrementaron la concentración de colesterol total, GH y IGF-I en el líquido folicular de los folículos grandes, y observaron que los mismos influyeron en forma diferencial sobre la concentración de insulina.

Ha sido demostrado que la adición de grasa en la dieta de vacas lecheras y de carne aumenta el nivel plasmático de colesterol y la concentración del mismo en el líquido folicular y CL (Grummer y Carroll, 1988; Williams, 1989; Grummer y Carroll, 1991; Ryan y col., 1992; Hawkins y col., 1995; Staples y col., 1998; Hawkins y col., 2000; Hess y col., 2002). El aumento en los niveles plasmáticos de colesterol se debe principalmente al aumento en los niveles de lipoproteínas de alta densidad (HDL) (Grummer y Carroll, 1988, 1991; Hawkins y col., 1995).

El colesterol es la sustancia precursora para la síntesis de progesterona (Funston, 2004), los HDL y los LDL ofrecen colesterol a los tejidos ováricos para la síntesis de hormonas esteroideas (Grummer y Carroll, 1988, 1991). Por lo cual la hipercolesterolemia puede aumentar la concentración plasmática de progesterona en bovinos. Este mecanismo parece estar asociado con la tasa de metabolización de la progesterona y no con su síntesis por el CL (Hawkins y col., 1995). Los aumentos de las concentraciones plasmáticas de progesterona han sido asociados con mejores tasas de concepción en rumiantes lactantes.

De Fries y col. (1998) y Hess y col. (2002), concluyen que se puede esperar un incremento en el número y tamaño de los folículos grandes a partir de la suplementación grasa en vacas de cría. Lucy y col. (1992), observaron que la adición de grasa no reesterificada en el rumen aumentó el número de folículos antes del día 25 posparto. El consumo de AG poli-insaturados estimula el crecimiento folicular (Thomas y Williams, 1996; Williams y Stanko, 2000).

Se han observado resultados contradictorios en cuanto a la concentración de GH en plasma (Schneider y col., 1988, citados por Grummer y Carroll, 1991) reportaron que la misma ha permanecido relativamente incambiada o ha disminuido, mientras que Williams y Stanko (2000), afirman que la suplementación grasa incrementa la concentración circulante de GH.

Las grasas poli-insaturadas estimulan un marcado incremento en la concentración sérica de insulina a partir de la tercera semana (Thomas y Williams, 1996), la cual estimula de forma potente la función de las células ováricas. Es posible que dicho incremento tenga un rol mediando el incremento del crecimiento folicular directa o indirectamente a través de la modulación de la producción de IGF-I (Williams y Stanko, 2000). Sin embargo, los resultados de la suplementación grasa sobre las concentraciones de insulina son contradictorios (Grummer y Carroll 1991; Staples y col., 1998).

Staples y col. (1998) proponen varias hipótesis para explicar el mecanismo a través del cual las grasas de la dieta mejoran la eficiencia reproductiva, mejora en el BE que conduce al retorno temprano al estro y por ende mejora en la fertilidad; incremento en la esteroidogénesis que favorece la fertilidad; estímulo de la insulina sobre los folículos ováricos; y estimulación o inhibición de la liberación de prostaglandinas, lo cual influye en la persistencia del CL.

4.2.3. Resultados obtenidos mediante el uso de diferentes fuentes de lípidos en la dieta sobre la reproducción.

Ensayos con suplementación grasa han sido llevados a cabo en vacas con uno o más terneros, y en vaquillonas de reemplazo. En los mismos se han administrado suplementos grasos antes y después del parto, y durante la época de servicios. Muchas variables de respuesta han sido estudiadas incluyendo el peso y EC, edad a la pubertad, intervalo posparto, tasa de concepción al primer servicio, tasa de preñez, intervalo entre partos, desarrollo de la glándula mamaria, producción y composición de leche, dificultad al parto y ganancia de peso de los terneros. Otras investigaciones se han enfocado en los cambios en el desarrollo folicular y uterino, niveles hormonales, función cerebral así como también los efectos sobre el desarrollo embrionario. Los resultados obtenidos de los ensayos con suplementación grasa en relación a la eficiencia reproductiva son variados e inconsistentes incluyendo resultados positivos, negativos y en algunos casos sin efecto aparente (Funston y Filley, 2002).

La cantidad de aceite vegetal suplementada necesaria para maximizar efectos ováricos positivos es no menor al 4% de la materia seca ingerida (Thomas y col., 1997; Stanko y col., 1997, citados por Funston 2004). El tiempo y la duración (pre ó posparto) de la suplementación necesaria para mostrar un efecto positivo aún no son conocidos. La respuesta animal parece ser dependiente del EC, edad al parto, nutrientes disponibles en la dieta basal y tipo de grasa suplementada.

4.2.3.1. Suplementación Posparto.

William y Stanko (2000), encontraron que suplementando vacas 30 días antes del servicio, se incrementó el número de vacas ciclando en el momento del servicio. Esto fue más evidente en vacas con bajo EC. La suplementación grasa aumentó los valores séricos de insulina. Dietas altamente grasas es probable que incrementen la producción de FSH. Los efectos de la grasa en la dieta se enfocan principalmente en el metabolismo de lipoproteínas y colesterol, hormonas metabólicas y factores de crecimiento folicular.

La suplementación con dos diferentes suplementos grasos (21 y 17% de grasa en la dieta) mejoro la respuesta estral en vacas primíparas y la tasa de concepción al primer servicio en multíparas alimentadas durante 51 y 45 días posparto respectivamente, comparado con el grupo control (3% de grasa) (Bader y col., 2000, citados por Funston y Filley 2002).

Suplementando vaquillonas con aceite de pescado (4% de grasa de la dieta) desde el día 25 y previo al inicio de la época de servicio hasta 90 días de comenzada la misma se observo una tendencia a incrementar la tasa de concepción al primer servicio en la inseminación artificial, en comparación con los animales que recibieron suplementación con gluten (3.7% de grasa de la dieta). A pesar de ello no se obtuvieron diferencias significativas en la tasa de preñez general (Burns y Filley, 2002).

Hess y *col.* (2002), observaron que la suplementación grasa 60 días posparto aumentó el crecimiento, desarrollo folicular y porcentaje de preñez al siguiente entore (6.4%). El peso de los terneros no se afectó por el consumo de grasa, en tanto que si se produjo un aumento en la resistencia al frío de los terneros hijos de madres que fueron suplementadas con grasa en el período preparto.

Filley y *col.* (2000), suplementaron vaquillonas durante 30 días posparto con una dieta con 4.7% de grasa y encontraron que la performance reproductiva no mejoró con el tratamiento. El peso y EC no variaron durante el tiempo que duró la suplementación, sin embargo el EC a los 150 días posparto fue mayor para el grupo suplementado. La suplementación resultó en un mayor porcentaje de AG plasmáticos (linoleico) y mayor concentración plasmática de metabolitos de progesterona.

Vacas pariendo con un EC menor a 4 (escala del 1 al 9), y alimentadas para que el peso y el EC no aumenten, es poco probable que respondan a una suplementación grasa de corto tiempo (17 días), según lo reportado por Ryan y *col.* (1994), citados por Funston (2004).

La administración de un suplemento (5.2% de grasa de la dieta) desde 1 a 50 días posparto tiende a mejorar el porcentaje de preñez en vacas multíparas, en comparación con las vacas que recibieron una dieta control (3.7% de grasa) (De Fries y *col.*, 1998).

Bottger y *col.* (2002), no encontraron efectos del tipo de suplemento graso utilizado en vacas primíparas durante 90 días posparto, sobre la duración del anestro, tasa de preñez, cambio en el peso de la vaca ó del ternero y consumo de forraje. La concentración de IGF-I en suero fue más elevada en vaquillonas alimentadas con la dieta rica en ácido linoleico con respecto a la dieta con ácido oleico ó la dieta control. El tratamiento no afectó la concentración de AGNE, GH, ni glucosa. Las vacas que recibieron la dieta rica en ácido linoleico tuvieron un mayor EC. La producción de leche no se vio afectada.

4.2.3.2. Afrechillo de arroz y su aporte en la reproducción.

En base a los antecedentes antes mencionados que confirman la importancia nutracéutica de los suplementos ricos en aceites, sería posible demostrar que bajos niveles de suplemento (2-2.5 kg/animal/día) durante períodos cortos (20-25 días), aportarían precursores de hormonas de la reproducción, permitiendo el acortamiento del intervalo parto-reinicio de la actividad ovárica y permitiendo el aumento del porcentaje de preñez de vacas con ternero al pie (Williams y Stanko, 1999; Hawkins y *col.*, 2000).

La inclusión de suplementos con contenido graso redundaría en un aumento en la concentración de LH, crecimiento folicular, aumento del número y tamaño del folículo preovulatorio y la producción de progesterona, eventos que se correlacionan positivamente con la probabilidad de preñez (William y Stanko, 2000; Boland, 2003).

Webb y col. (2001), encontraron que la suplementación con afrechillo de arroz (5.1% grasa de la dieta) desde el primer día posparto, aumentó la tasa de retorno a la ciclicidad al día 60 con respecto a vacas a las que se le administró una dieta isoenergética.

A partir de la suplementación con afrechillo de arroz, se obtuvo una mejora en el EC, aumento en la producción de leche y terneros con tendencia a ser más pesados con respecto al grupo sin suplementación (Scaglia, 1997), o al grupo control (3.7% de grasa de la dieta) (De Fries y col., 1998). La suplementación mejoró la performance reproductiva aumentando el número de folículos pequeños, el tamaño de los folículos ovulatorios y la tasa de preñez, en relación a las vacas de los grupos controles (De Fries y col., 1998).

Soca y col. (2002), no registraron cambios en el porcentaje de preñez (80%) de vacas de segunda cría con EC moderado (3.75), suplementadas durante 20 días con afrechillo de arroz, a las que se aplicó destete temporario, no obstante observaron un acortamiento del período parto-preñez en las vacas suplementadas con afrechillo de arroz y sometidas a destete temporario frente a los animales testigo. Por el contrario Do Carmo (2006), encontró que la suplementación energética con afrechillo de arroz en vacas primíparas, mejoró el porcentaje de preñez para el primer tercio del entore.

Aunque la práctica de alimentar con suplemento graso ha mejorado la eficiencia reproductiva en algunos casos, muchas veces no se ha visto efecto alguno, y ocasionalmente se han encontrado impactos negativos sobre la reproducción. Parece que la respuesta animal depende mayoritariamente del EC y los nutrientes disponibles en la dieta basal. Resultados positivos pueden obtenerse cuando las grasas son utilizadas para suplementar dietas al 4 ó 5%, siendo 30-60 días una duración razonable de suplementación. Una situación apropiada para suplementar grasa puede ser cuando la pastura es limitante, mientras que la suplementación a vaquillonas o vacas bien desarrolladas o en buenas condiciones cuando las fuentes de pastura son adecuadas, puede no ser beneficiosa (Burns y Filley, 2002).

4.2.4. Evaluación del estado corporal.

El EC se ve afectado por muchos factores como dotación, base forrajera, manejo de la pastura, fecha de parto, edad de ternero al destete, suplementación, genética, parásitos y enfermedades entre otros. Por lo que éste es dinámico a lo largo del año y es esencial que los vientres reciban niveles de alimentación adecuados antes y después del parto (Scaglia, 1997); pero independientemente de los efectos de la alimentación tanto en el preparto como en el posparto, se debe considerar el EC de los animales ya que sería incorrecto esperar respuestas metabólicas similares en individuos sometidos a un mismo tratamiento nutricional, sin considerar las reservas corporales y la necesidad o no, de movilización de las mismas (Orcasberro, 1991).

La escala de EC permite realizar una evaluación de los animales en momentos claves (al destete, 90 días pre-parto e inicio del entore) para decidir estrategias de alimentación y manejo a futuro. Para obtener altos porcentajes de preñez las vacas

deben lograr llegar con el siguiente EC a los momentos anteriormente citados: destete – EC = 5 (Marzo – Abril), parto - EC > 4 (Set – Oct), entore EC > 4 (Dic, Ene y Feb.) (Scaglia, 1997).

Las vaquillonas constituyen una categoría del rodeo que tiene mayores requerimientos y es necesario que lleguen al parto con un EC superior al de vacas multíparas (Dunn y Kaltenbach, 1980; Vizcarra y col., 1998). En el caso de vacas de primera cría, estas presentan anestros más prolongados y son más sensibles a situaciones de subnutrición que las vacas adultas, los resultados nacionales sugieren que cuando el EC al parto de esta categoría es inferior a 4.5 - 5, el porcentaje de preñez disminuye en forma muy acentuada (Orcasberro, 1991).

En síntesis el manejo del EC de las vacas constituye una herramienta útil y de fácil implementación, como forma de monitorear y predecir el estado nutricional en el que se encuentran los animales durante el año. Existe una alta correlación entre el estado de las vacas al parto y al momento del entore con los porcentajes de preñez. De diversos trabajos realizados tanto a nivel nacional como internacional, surge como estado crítico al parto y al entore 4 para vacas adultas y 4.5 - 5 para vaquillonas (Orcasberro, 1991).

4.2.5. Interacción entre destete temporario, suplementación energética y EC.

La respuesta reproductiva posparto al control del amamantamiento esta determinada por el EC al parto (Bishop y col., 1994) y el consumo de energía posparto (Wright y col., 1992; Ciccioli y col., 2003).

Los planos nutricionales pre y posparto interactúan con el destete temporario para determinar la tasa de preñez alcanzable en el siguiente entore (Houghton y col., 1990).

Stagg y col. (1998), no encontró interacción entre el método de destete y el plano nutricional posparto, tal vez debido a que una de las dietas cubría el 100% de los requerimientos y la otra dieta excedía lo recomendado en 20%.

Se ha propuesto la existencia de interacción entre el efecto inhibitorio del amamantamiento y la subnutrición, porque el incremento en la intensidad de amamantamiento ha sido asociado con una menor producción de leche en vacas cuya alimentación es deficiente (Loudon, 1987; citado por Montiel y Ahuja, 2005). La naturaleza de esta interacción es posible dependa de la relativa partición de nutrientes entre las síntesis de leche, el crecimiento maternal y las reservas corporales, proceso este que varia de acuerdo al genotipo (Hunter y Magner, 1988; citado por Montiel y Ahuja, 2005). La partición de nutrientes durante la lactación ha de estar regulada por la insulina, la hormona de crecimiento y el IGF-1, todos ellos son sensibles a cambios en el estado nutricional (Gluckman y col., 1987; citados por Montiel y Ahuja, 2005).

Orcasberro y *col.* (1990), trabajando con vacas y vaquillonas preñadas con EC de 3.6 y 3.5 respectivamente, las cuales fueron sometidas a dos planos nutricionales preparto, uno alto y otro bajo y a su vez se aplicó destete temporario, encontró que al fin del tratamiento las vacas de alto plano nutricional tuvieron 0.8 unidades más de EC que el grupo de bajo plano nutricional. El grupo de alta suplementación y destete temporario duplicó el porcentaje de preñez al grupo de igual suplementación pero sin destete, la aplicación del destete temporario no mejoró el porcentaje de preñez en el grupo de menor nutrición.

Soca y *col.* (2005) y Rodríguez y *col.* (2005), observaron que el EC al inicio de la intervención y el BE posparto afectan la capacidad de respuesta a los tratamientos.

Los trabajos extranjeros concuerdan con los experimentos nacionales en que el retraso y las diferentes respuestas al destete temporario dependen del tiempo de separación, del EC a inicio del tratamiento y el plano nutricional al que han sido sometidos los animales, así como también, del momento de aplicación de los tratamientos en el posparto (Bishop y *col.*, 1994, Quintans y *col.*, 2004).

Estas evidencias sugerirían que la alimentación posparto, así como su combinación con otras técnicas de control de amamantamiento tendería a reducir el periodo de anestro posparto.

A partir de la información disponible a nivel nacional, no es posible establecer como actúan, la nutrición, el destete temporario y la combinación de ambos tratamientos, sobre la performance reproductiva de vacas primíparas.

4.3. COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO.

Durante el celo o estro, la vaca presenta un conjunto de manifestaciones comportamentales y signos físicos característicos que denotan su receptividad. En el caso del bovino este período ocurre en la etapa preovulatoria (Marcantonio, 1998), al producirse una disminución de los niveles de progesterona seguida de un aumento de los niveles de estrógenos (Melampy y *col.*, 1957, citados por Ungerfeld 2002). El cambio en la relación de las hormonas esteroideas desencadena el comportamiento de celo (Marcantonio, 1998).

Si los estrógenos aumentan sin que exista un impacto previo de la progesterona ("priming"), la ovulación no se vera acompañada de celo, lo que se conoce como "ovulación silenciosa". Este es el caso de la primera ovulación después de un período de no ciclicidad (sin CL anterior): primera ovulación en la pubertad, primera ovulación durante el posparto (Scaramuzzi y *col.*, 1972, citados por Ungerfeld 2002). Por lo que los niveles bajos de progesterona secretados por el primer CL del postparto parecen tener una función de sensibilización orgánica a los estrógenos para la manifestación de los signos de celo (Pratt y *col.*, 1982, citados por Henao, 2001). La segunda ovulación generalmente es precedida por signos normales de celo y marca el final del anestro postparto (Henao y *col.*, 2000; Henao y *col.*, 2001, citados por Henao, 2001).

El celo del bovino es proporcionalmente corto, Ungerfeld (2002), ubica la duración promedio del mismo en 18 h, con un rango de 6 a 24 h, siendo que un 25-30% de los celos dura menos de 8 horas (Marcantonio, 1998). Existe gran variabilidad en función de la raza, edad, factores ambientales, sociales e individuales. Las razas índicas presentan celos más cortos que las europeas, las vaquillonas tienen generalmente celos de menor duración que las vacas, el primer celo pospuberal o posparto es más breve, y en condiciones de estrés el celo dura menos (Marcantonio, 1998).

Debido al incremento de la temperatura ambiental durante los meses de verano, se produce una disminución en la duración (5-6 h) e intensidad de expresión de los signos del celo (Bianca, 1985, citado por de la Sota 2002). Thatcher y Collier (1986), citados por de la Sota (2002), reportaron un incremento (20%) en el porcentaje de celos no detectados durante los meses de verano, en tanto que de la Sota y col. (1998), citados por de la Sota (2002), reportaron una disminución en la tasa de detección de celos a 18% durante los meses de estrés calórico, la que podría deberse a cambios en los niveles plasmáticos de estrógenos, progesterona y corticoides, cambios en el patrón de secreción de LH, o a la disminución en la actividad física de los animales.

Por otra parte, algunos celos son "interrumpidos". Es decir, que el período de receptividad está interrumpido por unas horas en que la hembra no acepta la monta y se aparta del grupo sexualmente activo (Marcantonio, 1998).

El acortamiento en la duración y manifestación del celo, las interrupciones en su expresión causadas por el manejo de los animales, el incremento del tamaño del rodeo y las modificaciones del medio ambiente dificultan la detección diaria de celo, y como consecuencia disminuyen la eficiencia reproductiva de los rodeos (Bavera, 2006).

4.3.1. Manifestación de celo.

Las características de comportamiento y signos físicos que presentan las vacas en celo son la clave para identificar correctamente a las vacas en estro. El reflejo de pasividad a la monta, constituye el único indicador de que una hembra está en celo. Esta característica es propia o específica del celo, es decir se presenta solamente durante este período, y consiste en la inmovilidad de la hembra durante 5 a 7 segundos al ser montada por el toro u otra vaca del rodeo (Asprón, 2004).

Existe una serie de características de comportamiento que no son propias o específicas del celo y que llevan a que algunos animales del rodeo interactúen, conformando el grupo sexualmente activo. Estas características secundarias las manifiestan las vacas durante el celo, pero también 12 a 18 horas antes o después de finalizado el mismo. La característica secundaria de comportamiento más constante del celo es la actitud de montar. El 95% de las vacas en celo monta a otras integrantes del grupo sexualmente activo, pero solamente el 30-40% de las vacas que montan están en

celo. De allí que, si bien es una manifestación muy frecuente de celo, no debe ser tomada como indicador. Las montas que realizan las vacas, tanto dentro como fuera de los períodos de celo, reflejan comportamientos de monta típicos del macho, con movimientos oscilatorios de la pelvis. Las montas pueden ser craneales o "desorientadas", estas se produce cuando las vacas montan por la cabeza. Si bien algunos autores han relacionado este comportamiento con el celo, existe información contraria. La recomendación es no utilizarla como indicador, sino esperar a que esa vaca sea montada y manifieste pasividad (Asprón, 2004).

Durante el periestro, las integrantes del grupo sexualmente activo olfatean y lamen los genitales de otras integrantes del grupo, rozan frecuentemente su cabeza y cuello entre sí, buscando contacto corporal, presentando las clásicas "topadas". Este componente agresivo de comportamiento se explicaría por la conformación de un nuevo grupo dentro del rodeo, el grupo sexualmente activo, lo que llevaría a peleas por el establecimiento de un nuevo orden social. Las vacas en celo se encuentran inquietas, responden a los estímulos ambientales, que normalmente ignoran, caminan más y mugen con frecuencia, mientras el resto del rodeo está en sus actividades diarias (pastoreo, rumia o descanso) (Asprón, 2004).

Las hembras en celo presentan una serie de signos físicos que pueden ser evidenciados sin necesidad de que interactúen con el grupo sexualmente activo. Los mismos complementan la sintomatología del celo pero no deben ser tomados como indicadores del mismo. El signo más constante de celo consiste en la presencia de una descarga de mucus cervical a través de la vulva, generalmente más evidente en vaquillonas que en vacas. Esta descarga de origen cervical tiene un aspecto límpido y transparente, y se hace más notoria en el momento que la vaca monta a otra. Esta descarga puede quedar pegada en la parte interna de la cola o en los muslos. Además, producto de la acción de los estrógenos, que incrementan la irrigación del aparato genital, se produce edema de vulva (Asprón, 2004).

Por efecto de las sucesivas montas se pueden observar los pelos de la grupa desorientados, así como también pueden observarse peladuras en relación a las saliencias óseas. El movimiento de rabo hacia los lados y arriba, y el aumento en la frecuencia de orinar, son también comunes en los animales en celo (Asprón, 2004).

4.3.2. Efecto del amamantamiento y la nutrición sobre la manifestación de celo.

El amamantamiento, junto con la nutrición y el EC, es el principal factor inhibitorio del celo. Vacas lactantes expresan las manifestaciones típicas del celo en forma menos intensa que vacas secas y vaquillonas. Los cambios metabólicos y hormonales que se producen en las vacas lactantes reducen las concentraciones de estradiol en el proestro (de la Sota y *col.*, 1993, citados por de la Sota 2002), y esto es aun más pronunciado durante los períodos de estrés calórico (Gwazdauskas y *col.*, 1981, citados por de la Sota 2002). El celo de vacas que amamantan es de menor fertilidad que el de vacas secas. Las vacas amamantando presentan mayor número de celos silentes que vacas ordeñadas sin ternero (Bavera, 2006).

El celo, la fecundidad, el puerperio y la lactancia están intrínsecamente relacionados, dependiendo principalmente del alimento, y por lo tanto, de la calidad de las tierras, pastos y lluvias. La influencia que ejerce la alimentación sobre la ovulación y sobre las manifestaciones externas del celo es fundamental. Si existen variaciones en la alimentación que inciden en el metabolismo, las manifestaciones de celo variarán correlativamente en la misma proporción (Bavera, 2006).

4.3.3. Métodos de detección de celo.

La observación visual directa de los animales para detectar celo es el método más ampliamente usado en ganado bovino. Sin embargo, no siempre se realiza en forma correcta, lo que ocasiona que la misma posea baja precisión y eficiencia, resultando en importantes pérdidas económicas (Heersche y Nebel, 1994).

La baja eficiencia en la detección visual de celo se debe principalmente a las variaciones en la intensidad y duración de los signos del celo (celos débiles, silentes, cortos) y a la observación inadecuada (Bavera, 2006).

El momento de observación es muy importante para tener una alta eficacia en la detección. La recomendación tradicional es observar a las vacas durante 30 minutos al amanecer y otros 30 minutos al atardecer. Se ha determinado que aproximadamente de las 6 a.m. a medio día se manifiesta el 22% de los celos, solo 10% de medio día a las 6 p.m., de las 6 p.m. a media noche 25% y 43% de los celos restante se manifiestan durante las horas de oscuridad (Asprón, 2004), siendo los mismos de menor duración, por lo que al amanecer muchos ya han terminado (Bavera, 2006).

Por tal motivo y a fin de facilitar la detección de celo y mejorar su eficiencia se han desarrollado varios métodos auxiliares que se utilizan adicionalmente a las dos observaciones diarias. Entre ellos encontramos el uso de animales celadores, como toros marcadores imposibilitados para la cópula, o vacas androgeneizadas (Delzer, 2003; Asprón, 2004).

Otra forma de buscar efficientizar la detección de celo es el empleo de dispositivos que se colocan en los animales celadores, cuya finalidad es mejorar la eficiencia de la detección de celo, aunque no sustituyen la observación. Uno de los más usados es el marcador de barbilla ("Chin ball") que se coloca bajo la quijada del animal que monta y deja marcada a la vaca en celo con pintura en el lomo y grupa (Delzer, 2003; Asprón, 2004).

También se pueden utilizar dispositivos en los animales a detectar, colocados generalmente en la parte medial de la grupa o inicio de la cola. Algunos funcionan mediante la aparición de un colorante cuando la vaca es montada, siendo los más usados el parche KaMaRs[®], el Bovine Beacon y el Hot Flash. De manera similar se emplea la aplicación de crayón o pintura Detail[®], en la línea media sobre el sacro y la

base de la cola. Aquí la desaparición del colorante es lo que indica que la vaca se ha dejado montar (Asprón, 2004).

Una ayuda para la detección de celo relativamente nueva es el parche Estrus Alert[®], que se coloca sobre las vértebras sacras, y cuando las vacas son montadas estando en celo, la superficie del parche es frotada y borrada, exponiendo debajo de la misma una capa de señal brillante. Las montas adicionales producen una exposición que aumenta en su color naranja (Delzer, 2003).

Una gran desventaja de los marcadores de grupa es que se caen con relativa facilidad y requieren supervisión continua para reinstalarlos. Las pérdidas de marcadores han llegado a exceder 40% al momento del celo y 60% en el tiempo total de observación (Asprón, 2004).

En un estudio se comparó la eficiencia de los parches detectores y las vacas androgenizadas contra la detección visual. Los porcentajes de detección por observación aumentaron 13.2, 17.0 y 18.5% con KaMaRs[®], Hot Flash y ambos usados simultáneamente (separados 2.5 cm). Las vacas androgenizadas y con marcadores de barbilla marcaron 47% de las vacas observadas en celo. La combinación de marcadores de grupa y vacas androgenizadas aumentó el porcentaje de detección de celo de 1.3 a 6.2% en comparación con los marcadores solos o las vacas androgenizadas solas. En otro estudio, la detección visual de celo tuvo 68% de exactitud, con 66% para dispositivos de grupa y 79% para vacas androgenizadas. La combinación de dos o tres métodos aumentó la eficiencia en 20% (Asprón, 2004).

Perry (2005), trabajando con vacas y vaquillonas cruza Angus, no encontró diferencias en la eficiencia ni en la precisión de la detección de celo realizada en forma visual, mediante la utilización de toros marcadores y parches Estrus Alert[®].

Otro dispositivo, es el monitor de actividad o podómetro. Este dispositivo electrónico, se coloca en una de las patas de la vaca y registra el número de pasos que da el animal (Asprón, 2004), lo que es de utilidad, teniendo en cuenta que una vaca en celo camina 4 veces más que cuando no está en celo, los medidores controlan la cantidad de actividad de un animal durante el día. La clave está en interpretar los datos de ese medidor en forma correcta, para asegurarse que la hembra está en celo (Delzer, 2003).

También se pueden colocar sobre la grupa dispositivos electrónicos sensibles a la presión (sistema Heat Watch), que emiten una señal de radio cuando la vaca está en celo y es montada por una compañera del rodeo. Esta señal de radio es capturada por un receptor y traducida a una computadora que tiene un programa que proporciona la identidad de la vaca que estuvo en celo, cuándo fue montada y la duración de cada monta. El programa clasifica la información e indica si la vaca está en celo (Asprón, 2004).

Los estudios con detección electrónica de celo han demostrado un incremento en el porcentaje y número de vacas detectadas en celo, en comparación con la observación visual. La ventaja de la supervisión electrónica de celos es su potencial para funcionar 24 horas al día. El sistema identifica eficientemente 90 a 100% de las hembras en celo (Asprón, 2004).

Otra técnica de detección de celo es el uso de videos para registrar la actividad de los animales. La clave de hacer videos es poder identificar al animal en forma clara y precisa. Muchas cámaras de video colocadas en varias posiciones alrededor de los animales ayudarán en la exactitud de la detección de celos (Delzer, 2003).

5. MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1. LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL.

El trabajo experimental se llevo a cabo en la Estación Experimental San Antonio perteneciente a la Facultad de Agronomía (EEFAS), Km. 21 de la ruta 31, paraje San Antonio en el departamento de Salto, Uruguay (latitud 31° 24' S, longitud 54° 19' W), sobre suelos de los grupos CONEAT 12.11, 1.10b, y 1.23 (Anexo I), durante el período comprendido entre setiembre de 2005 y noviembre de 2006.

5.2. ANIMALES.

Se utilizaron 57 vacas primíparas de raza Hereford, con parto normal en los meses de setiembre y octubre de 2005 (15/09/05 \pm 10), identificadas por medio de caravanas plásticas numeradas. Los terneros fueron identificados del mismo modo al nacer, registrando además la fecha de nacimiento, el sexo, el número correspondiente a la caravana de la madre y el EC de la madre al parto (1-8).

5.3. TRATAMIENTOS.

Al día 54 \pm 10 posparto en promedio (09/11/05), las vacas fueron evaluadas por ultrasonografía para confirmar anestro (Aloka® 500, 7.5 Mhz; Japón), y en base al sexo del ternero, fecha y EC de la vaca al parto se dividieron en dos grupos en los que se realizó control de amamantamiento mediante colocación de tablillas nasales por 14 días (grupo "T") o mediante separación de los terneros durante un período de 7 días y colocación de tablillas nasales por 7 días más (grupo "S").

- Grupo T (n: 28): destete temporario mediante colocación de tablillas nasales a los terneros por 14 días.

- Grupo S (n: 29): destete temporario mediante separación de los terneros durante 7 días y colocación de tablillas nasales por 7 días más.

Al día 69 \pm 10 posparto (24/11/05), a la mitad de las vacas del Grupo T (T^c/AA) y del Grupo S (S^c/AA) se les ofreció afrechillo de arroz durante 20 días a razón de 2 Kg/vaca/día, sin evaluación del consumo individual.

De la combinación de los distintos tratamientos quedaron conformados los siguientes cuatro grupos (arreglo factorial 2x2 de tratamientos):

- T^s/AA (n: 14): tablilla nasal sin suplementación energética.
- T^c/AA (n: 14): tablilla nasal con suplementación energética.
- S^s/AA (n: 14): separación sin suplementación energética.
- S^c/AA (n: 15): separación con suplementación energética.

5.4. SUPLEMENTO.

El suplemento empleado fue el afrechillo de arroz, cuya composición química, (porcentaje en base fresca) fue: proteína cruda 12.8-13.5%, extracto etéreo 15-19%, humedad 12.5-13.5%, minerales 2.5-10%, materia seca 86.5-87.5%, Saman S.A. (comunicación personal). Se estimó la Energía metabolizable 4.44 Mcal/Kg de MS (NRC, 1996).

5.5. PASTURAS.

Previo al inicio del ensayo los animales pastorearon campo natural, y se manejaron según criterio y posibilidades del rodeo de cría de la estación experimental San Antonio. Durante el período experimental, los animales pastorearon campo natural con una carga promedio de 1,1 UG/Há (UG: vaca de 350 kg, en mantenimiento). Se extrajeron mensualmente muestras de pastura de los potreros en los cuales se encontraban pastoreando los animales para el cálculo de disponibilidad (kgMS/há) empleando el método de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975).

Cuadro 1.- Cantidad de forraje en los potreros utilizados en el experimento, para los meses de noviembre, diciembre y enero.

	kg.MS/há	Desvio
NOVIEMBRE	881	325
DICIEMBRE	1217	357
ENERO	1174	382

5.6. CLIMA.

Diariamente durante el período comprendido entre setiembre de 2005 y marzo de 2006 se colectaron registros temperatura (°C), precipitación (mm), humedad relativa promedio (%), y heladas meteorológicas y agrometeorológicas (nº), los cuales se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2.- Temperatura, precipitaciones y número de heladas ocurridas en la EEFAS durante setiembre de 2005 - marzo de 2006.

	2005				2006		
	S	O	N	D	E	F	M
TMED	13,4	16,3	21,3	22,8	26,5	24,6	22,4
TXM	18,8	22,3	28,6	30,2	33,9	31,5	29,4
TNM	8,1	10,3	14,0	15,2	19,2	17,7	15,5
TX	27,4	30	35,4	36,2	40,2	36,6	37
TN	1	4,4	7,4	8,4	11,9	13,7	8,8
RR	130,8	135,5	40,2	45,3	111,1	36,4	74,4
FRR	5	6	3	7	8	7	5
HR	80,9	79,3	65,7	63,5	71,1	70,8	75,9
T s/césp.	1,3	4,4	7,3	9,1	14,2	13,2	9,8
Ta s/césp.	-7,1	-4,5	-0,5	3,1	3,9	6,7	-0,7
Hel. Met.	0	0	0	0	0	0	0
Hel. Agromet.	17	5	1	0	0	0	1

TMED = Temp. media mensual(°C); TXM = Temp. máxima media (°C); TNM = Temp. mínima media (°C); TX = Temp. máxima absoluta (°C); TN = Temp. mínima absoluta (°C); RR = Precipitación acumulada mensual (mm); FRR = Días con precipitación (Días); HR = Humedad relativa promedio (%); T s/césp. = Temp. mínima s/ césped media mensual (°C); Ta s/césp = Temperatura mínima absoluta s/césped (°C); Hel. Met. = Número de heladas meteorológicas; Hel. Agromet. = Número de heladas agrometeorológicas.

5.7. MANEJO ANIMAL.

Los animales permanecieron pastoreando campo natural en dos potreros asignados para el ensayo durante todo el período experimental. Cuando se realizaron los tratamientos de destete temporario, los grupos T y S fueron separados y asignados a potreros diferentes. Como forma de no generar diferencias debido a la pastura los grupos fueron rotados a los 7 días de iniciado el destete.

Durante el período de separación de los terneros (grupo S), estos permanecieron alejados de sus madres de forma tal de impedir cualquier tipo de contacto visual o auditivo (distancia mayor a 500 m) Los terneros fueron alojados en un pequeño corral con acceso a sombra y agua *ad-libitum*, 0.7 Kg/día de ración para terneros (18% de proteína cruda) y pastura natural cortada.

Durante el período de suplementación energética se separaron nuevamente los grupos de animales y se procedió a suministrar afrechillo de arroz en 20 metros de comederos grupales instalados para tal fin en uno de los potreros. Finalizado dicho período, se juntaron ambos grupos y comenzaron a manejarse de acuerdo a la disponibilidad de agua y pastura de los potreros asignados.

El servicio de las vacas se realizó por monta natural durante un período de 88 días (24/11/05 - 20/02/06), correspondiendo su comienzo con los 69 ± 10 días posparto y con el inicio de la suplementación energética. Fueron utilizados dos toros de raza Hereford aptos para la monta, con evaluación de fertilidad y capacidad de servicio 60 días previos al inicio de la temporada de servicios.

5.8. MEDICIONES EN LOS ANIMALES.

5.8.1. Estado corporal.

A partir del día 36 ± 10 parto (11/08/05) hasta el día 160 ± 10 días posparto (23/02/06) se evaluó cada 15 días el EC y su evolución, por apreciación visual, en base a la escala de 8 puntos (1-8) (Vizcarra y col., 1988).

5.8.2. Actividad ovárica.

En 10 animales representativos de cada grupo (elegidos por fecha y EC al parto, sexo del ternero) se realizaron ultrasonografías transrectales cada 2-3 días para determinar actividad ovárica, durante un período de 51 días, comenzando el día 48 ± 10 posparto. Las mismas se efectuaron mediante la utilización de un equipo Aloka® 500 (Japón) provisto de un transductor de 7.5 Mhz. Para la ubicación de las estructuras ováricas, se colocó el transductor sobre cada ovario y se rotó sobre su eje longitudinal. Los folículos ováricos y CL fueron identificados según los criterios de Griffin y Ginther (1992) y Bó y Caccia (1998). En la evaluación de cada ovario, se midió mediante el calibre electrónico del ecógrafo el diámetro del folículo y la presencia o ausencia de CL. En el procesamiento estadístico de los datos no se consideró el ovario en el que se encontraban las estructuras.

A partir de los datos obtenidos se evaluó el número de folículos mayores o iguales a 10 mm al inicio, mitad y final del destete, el porcentaje de folículos mayores o iguales a 10 mm que ovularon (folículos mayores o iguales a 10 mm que presentaron CL en la siguiente ecografía), el intervalo parto 1^{er} CL (días), y la persistencia en el tiempo del mismo.

El cálculo del intervalo parto 1^{er} CL fue realizado de dos modos. En el primero fueron consideradas únicamente las vacas que presentaron CL en el período analizado, y en el segundo, fueron tenidas en cuenta todas las vacas, asignando el día de las últimas ultrasonografías ováricas (28/12/05), como fecha de aparición del 1^{er} CL para aquellas vacas que no presentaron CL hasta la fecha.

Para el cálculo de persistencia del CL se tomaron en cuenta aquellos CL que durante el período en el que se realizaron las ecografías ováricas permanecieron por 9 días más visibles a la ecografía.

5.8.3. Porcentaje de preñez.

Una vez finalizados los tratamientos se realizaron tres diagnósticos de preñez mediante ultrasonografía transrectal (Aloka® 500, 7.5 Mhz; Japón), estableciendo los porcentajes de preñez acumulados para los diferentes tercios del entore. Esto se realizó por medio del tamaño visible del embrión (edad fetal) y según el siguiente criterio: preñez de primer tercio del entore (P1): vacas con diagnóstico de preñez positivo al día 62 de iniciado el entore (día 131 ± 10 posparto, 25/01/06), preñez acumulada hasta el

segundo tercio del entore (P2): vacas con diagnóstico de preñez positivo al día 91 de iniciado el entore (día 160 \pm 10 posparto, 23/02/06), y preñez acumulada hasta el último tercio del entore (P3): vacas con diagnóstico de preñez positivo al día 125 de iniciado el entore (día 194 \pm 10 posparto, 29/03/06).

5.8.4. Intervalo entre partos.

A partir de los partos registrados en el año 2006, se calculó el intervalo entre partos de la siguiente manera: fecha de parto del año 2006 menos fecha de parto del año 2005.

5.8.5. Producción de leche.

Se determinó la producción de leche mediante el método de doble pesada de los terneros (Morgan, 1991, citado por Franco y col., 2002), permitiendo el amamantamiento de los mismos durante 20 minutos, luego de haberlos separado de sus madres por un período de 12 horas a corral con restricción de agua y alimento. Se realizaron 4 determinaciones, los días 54, 103, 117 y 131 \pm 10 posparto, efectuando en cada una 2 mediciones diarias (7 a.m. y 7 p.m.).

5.8.6. Peso del ternero al destete.

Al inicio del destete temporario (09/11/05) y en el momento del destete definitivo (16/03/06) se pesaron todos los terneros sin ayuno previo, para lo cual se utilizó una balanza mecánica.

5.8.7. Detección de celo.

Durante el período de servicio (88 días), se llevó a cabo diariamente la detección de celo en base a la observación visual del rodeo y la lectura de parches (Estrus Alert[®]), colocados al inicio de dicho período sobre el centro de las vértebras sacrococcigeas. Las observaciones fueron realizadas dos veces por día (7 a.m. –7 p.m.), por espacio de 1 hora en cada instancia.

A partir de la detección visual de celo, y en acuerdo con la escala de actividad sexual de Fike y col. (1997) (1-3), los animales fueron clasificados a) en celo: cuando aceptaban la monta del toro u otra vaca, b) dudosas: cuando los animales no permitían ser montados pero exhibían signos secundarios de celo (forman parte del grupo sexualmente activo, montan a otros animales, se presentan inquietas, presentan una descarga mucosa a través de la vulva), y c) sin actividad: aquellos animales que no mostraron signos secundarios de celo. En base a la lectura de los parches, los animales fueron clasificados en iguales categorías: a) en celo: cuando se detectaban cambios evidentes en el color del parche, b) dudosas: cuando el parche estaba algo o apenas despintado, y c) sin actividad: cuando no se observaban cambios en el color del parche.

La eficiencia de observación visual de celo fue determinada en base al porcentaje de animales que ovularon y fueron detectados visualmente en celo del total

que ovularon (presencia ecográfica de CL) durante el primer tercio del entore. Para el cálculo de la eficiencia en detección de celo de los parches (Estrus Alert[®]), fueron tomados en consideración los cambios de color registrados durante el primer tercio del entore, y relacionados con la presencia ecográfica de CL. La precisión de cada método de detección de celo para predecir la ovulación fue determinada por el porcentaje de animales detectados en celo que ovularon y de animales no detectados en celo que no ovularon (% de correctos identificados), y por el porcentaje de animales detectados en celo que no ovularon y de animales no detectados en celo que ovularon (% de incorrectos identificados). Además se calculó la especificidad (% no en celo del total que no ovularon) para ambos métodos de detección y se registró la fecha de caída de los parches para realizar el cálculo de la duración del mismo (días).

5.9. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS.

El efecto del destete temporario y la suplementación energética sobre el EC se analizó mediante un modelo de medidas repetidas en el tiempo (PROC MIXED, SAS, 2002).

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + DT_j + (S*DT)_{ij} + \text{Días} + \text{Días}*S + \text{Días}*DT + \text{Días}*S*DT + \beta_i ECp$$

Donde:

Y_{ijk} = Estado Corporal

μ = Media de la población

S_i = Efecto de la Suplementación

DT_j = Efecto del Destete Temporario

Días = Días desde el inicio del trabajo

$\beta_i ECp$ = Coeficiente de regresión de la covariable (Estado corporal al parto)



El efecto de los diferentes tratamientos sobre el diámetro folicular se analizó mediante modelo de medidas repetidas en el tiempo (PROC MIXED, SAS, 2002).

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + DT_j + (S*DT)_{ij} + \text{Días} + \text{Días}*DT + \text{Días}*S + DT*S*\text{Días} + \beta_i ECp$$

Donde:

Y_{ijk} = Tamaño del folículo (mm)

μ = media de la población

S_i = Efecto de la Suplementación

DT_j = Efecto del Destete Temporario

Días = Días desde el inicio del trabajo

$\beta_i ECp$ = Coeficiente de regresión de la covariable (Estado corporal al parto)

El efecto del destete temporario y la suplementación energética sobre el intervalo parto 1^{er} CL (días) se analizó mediante un modelo general lineal (PROC GENMOD, SAS, 2002).

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + DT_j + (S*DT)_{ij} + \beta_i Ddp + \beta_i ECp$$

Donde:

Y_{ijk} = intervalo parto 1^{er} CL (días)

μ = Media de la población

S_i = Efecto de la Suplementación

DT_j = Efecto del Destete Temporario

$\beta_i Ddp$ = Coeficiente de regresión de la covariable (Días desde el parto)

$\beta_i ECp$ = Coeficiente de regresión de la covariable (Estado corporal al parto)

El efecto del destete temporario y la suplementación energética sobre el intervalo entre partos se analizó mediante un Análisis de Varianzas (STATA, 2003)

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + DT_j + (S*DT)_{ij}$$

Donde:

Y_{ijk} = intervalo entre partos

μ = Media de la población

S_i = Efecto de la Suplementación

DT_j = Efecto del Destete Temporario

La producción de leche (lts) fue analizada utilizando un Modelo General Lineal (SAS, 2002).

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + DT_j + (S*DT) + PL_0 + \beta_i Ddp + \beta_i ECp$$

Donde:

Y_{ijk} = producción de leche (lts)

μ = Media de la población

S_i = Efecto de la Suplementación

DT_j = Efecto del Destete Temporario

PL_0 = Peso vivo de los terneros

$\beta_i Ddp$ = Coeficiente de regresión de la covariable (Días desde el parto)

$\beta_i ECp$ = Coeficiente de regresión de la covariable (Estado corporal al parto)

El peso al destete fue analizado utilizando un Modelo General Lineal (SAS, 2002).

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + DT_j + (S*DT) + Ddp + ECp + PVt + \beta_i Ddp + \beta_i ECp$$

Donde:

Y_{ijk} = Peso al destete

μ = Media de la población

S_i = Efecto de la Suplementación

DT_j = Efecto del Destete Temporario

Ddp = Días desde el parto

ECp = Estado corporal al parto

PVt = Peso vivo de los terneros

$\beta_i Ddp$ = Coeficiente de regresión de la covariable (Días desde el parto)

$\beta_i ECp$ = Coeficiente de regresión de la covariable (Estado corporal al parto)

Para el calculo del intervalo parto 1^{er} CL se realizo un análisis utilizando el Modelo Survival (STATA, 2003), en tanto que para las variables de respuesta ordinal (porcentaje de vacas que presentaron folículos iguales o mayores a 10 mm, porcentaje de folículos iguales o mayores a 10 mm que ovularon, porcentaje de vacas con CL, persistencia de CL (SAS, 2002), y porcentaje de preñez para los diferentes tercios del entore se realizó el test exacto de Fisher (STATA, 2003).

6. RESULTADOS.

6.1. ESTADO CORPORAL Y SU EVOLUCIÓN.

En el Grafico I se presenta la evolución del EC para cada grupo de tratamiento desde el día 36 preparto hasta el día 194 posparto.

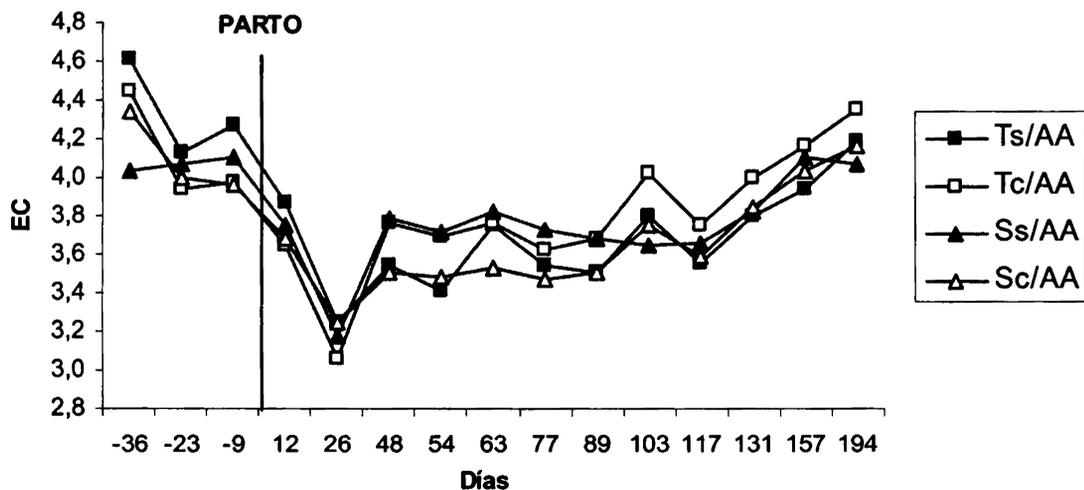


Gráfico I.- Evolución del estado corporal (EC) desde el día 36 preparto hasta el día 194 posparto para vacas primíparas con tabilla sin suplementación energética (■), tabilla con suplementación energética (□), separación con suplementación energética (▲) y vacas con separación y suplementación energética (△).

El EC no fue afectado por el procedimiento de destete temporario aplicado ni por la suplementación energética ($p>0.05$), en tanto que la evolución del mismo presentó una asociación positiva con los días desde el inicio del registro de EC y el EC al parto ($p<0.0001$).

6.2. ACTIVIDAD OVÁRICA.

6.2.1. Evolución del diámetro folicular.

En el Gráfico II se presenta el efecto de los tratamientos sobre la variación del diámetro folicular promedio para cada grupo, hasta 15 días de finalizados los mismos.

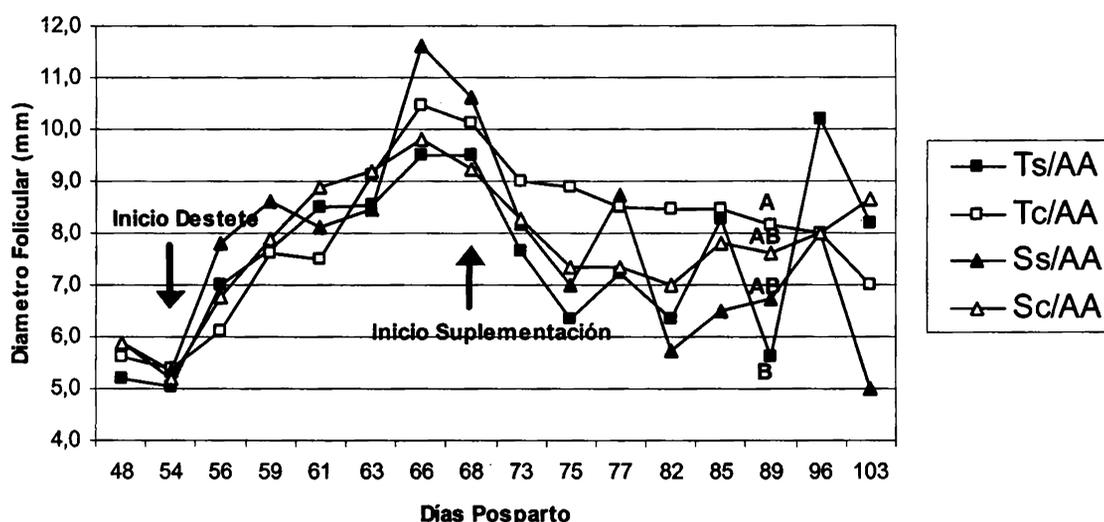


Gráfico II.- Efecto de los diferentes tratamientos; T^s/AA: tablilla sin suplementación energética (■), T^c/AA: tablilla con suplementación energética (□), S^s/AA: separación de los terneros sin suplementación energética (▲), y S^c/AA: separación con suplementación energética (△), sobre la evolución del diámetro folicular promedio.

El estudio ultrasonográfico seriado de los ovarios de las vacas (Gráfico II), revela un aumento pos destete del diámetro folicular. Si bien la máxima diferencia entre grupos de destete temporario no resultó significativa ($p>0.05$), la separación del ternero alcanzó en promedio, registros superiores a la aplicación de tablillas.

La evolución del diámetro folicular resultó afectada de manera significativa por los días desde el inicio del trabajo y el EC al parto, existiendo además una interacción entre los tratamientos tablilla y suplementación energética ($p<0.05$) siendo el grupo T^c/AA el que alcanzó el mayor diámetro folicular en promedio difiriendo estadísticamente del grupo T^s/AA (8.2 mm y 5.6 mm, respectivamente).

6.2.2. Folículo mayor.

El Gráfico III presenta el efecto del destete temporario sobre el porcentaje de vacas que presentaron folículos iguales o mayores a 10 mm para los días 56, 63 y 73 posparto, (inicio, mitad y final del destete, respectivamente).

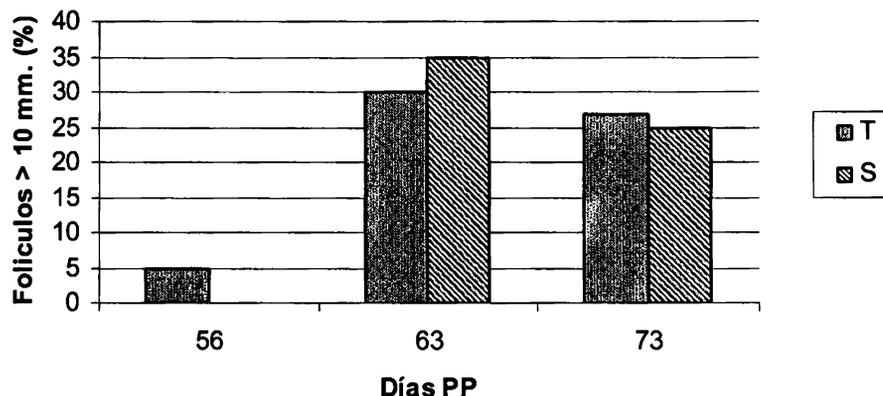


Gráfico III.- Efecto de la separación (S) y la aplicación de tablillas (T) sobre el porcentaje de vacas con folículos iguales o mayores a 10 mm en tres diferentes momentos: 56, 63 y 73 días posparto (inicio, mitad y final de los tratamientos, respectivamente).

Se observó un aumento significativo en la frecuencia de aparición de folículos mayores o iguales a 10 mm luego de aplicados los tratamientos de destete temporario ($p < 0.05$). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en esta variable para ambos tratamientos comparados.

6.2.2.1. Porcentaje de folículos > 10 mm que ovulan.

El Cuadro 3 muestra el porcentaje de folículos mayores o iguales a 10 mm que ovularon, y el efecto de los diferentes tratamientos sobre dicha variable.

Cuadro 3.- Porcentaje de folículos mayores o iguales a 10 mm que ovularon para los tratamientos de destete temporario y suplementación energética.

	^s /AA	^c /AA	Total
T	45 (5/11)	59 (10/17)	54 (15/28)
S	54 (7/13)	41 (7/17)	47 (14/30)
Total	50 (12/24)	50 (17/34)	50 (29/58)

T = Tablilla, S = Separación, ^s/AA = sin suplementación energética, ^c/AA = con suplementación energética.

El 50% de los folículos mayores o iguales a 10 mm no ovularon en los días subsiguientes, no existiendo efecto significativo entre tratamientos.

6.2.3. Intervalo parto-actividad lútea.

En el Gráfico IV se presenta el efecto del destete temporario y la suplementación energética, sobre el porcentaje de vacas que presentaron actividad lútea (CL) hasta el día 103 ± 10 posparto (fin de seguimiento ecográfico).

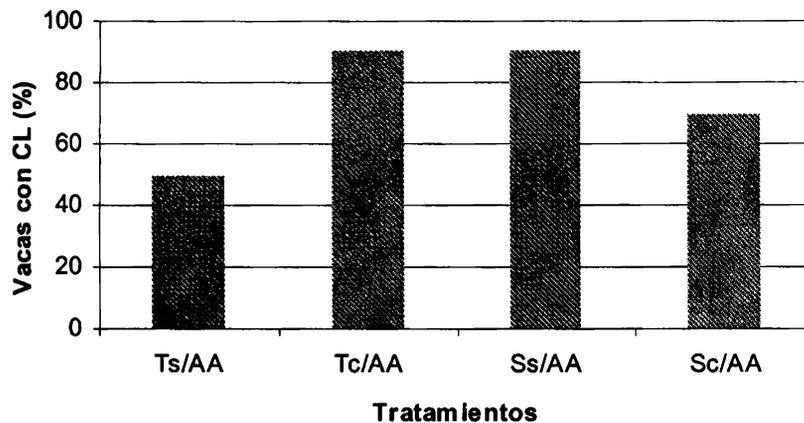


Gráfico IV.- Porcentaje de vacas en las que se determinó presencia de un CL hasta el día 103 posparto, según tratamiento (T^s/AA: tablilla sin suplementación energética, T^c/AA: tablilla con suplementación energética, S^s/AA: separación sin suplementación energética y S^c/AA: separación con suplementación energética).

Se observa que el porcentaje de vacas que presentó actividad lutea hasta el día 103 posparto no resultó diferente entre tratamientos para el período analizado ($p > 0.05$).

En el Gráfico V se presenta el intervalo parto 1^{er} CL analizado solo para las vacas que presentaron CL hasta el día 103 ± 10 posparto.

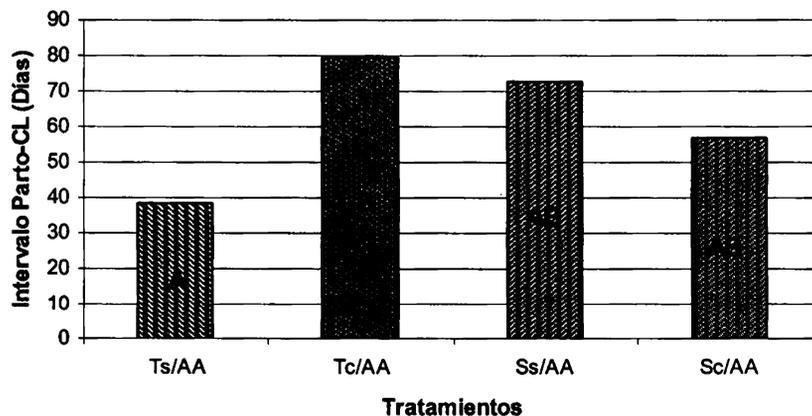


Gráfico V.- Intervalo promedio parto 1^{er} CL (días) evaluada en vacas que presentan CL hasta el día 103 ± 10 posparto (T^s/AA: tablilla sin suplementación energética, T^c/AA: tablilla con suplementación energética, S^s/AA: separación sin suplementación energética y S^c/AA: separación con suplementación energética).

El destete temporario y la suplementación energética no afectaron de forma significativa el intervalo parto 1^{er} CL hasta el día 103 posparto ($p>0.05$). En cambio, se encontró que la interacción entre ambos tratamientos (destete temporario y suplementación energética), afectó de manera significativa la variable intervalo parto 1^{er} CL en este período para los grupos T^c/AA y T^s/AA, siendo esta diferencia de 41 días promedio a favor del grupo T^s/AA.

En el Gráfico VI se presenta el intervalo parto 1^{er} CL evaluada en el total de vacas hasta el día 103 \pm 10 posparto.

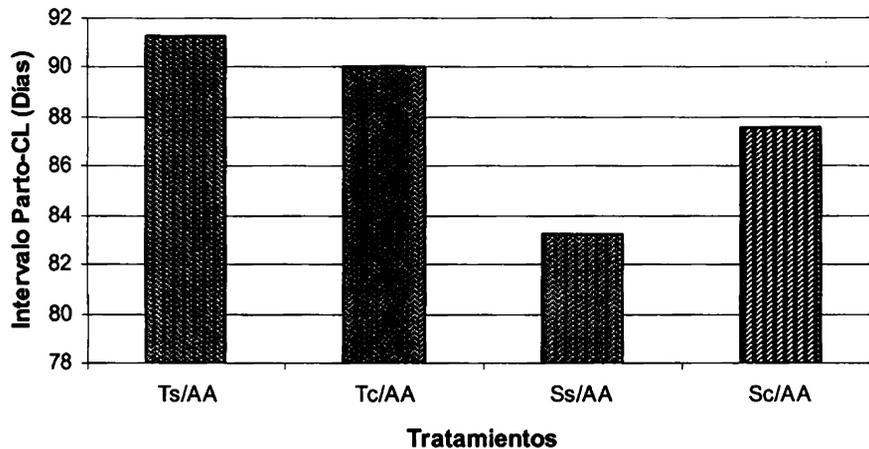


Gráfico VI.- Intervalo promedio parto 1^{er} CL (días) observado en el total de las vacas hasta el día 103 \pm 10 posparto (T^s/AA: tablilla sin suplementación energética, T^c/AA: tablilla con suplementación energética, S^s/AA: separación sin suplementación energética y S^c/AA: separación con suplementación energética).

Los tratamientos de destete temporario realizados no afectaron la variable intervalo parto 1^{er} CL ($p>0.05$), encontrando una diferencia de 5 días a favor del tratamiento con separación, mientras que la suplementación energética y el EC al parto presentaron una tendencia a acortar el intervalo parto 1^{er} CL ($p<0.1$).

6.2.3.1. Persistencia del CL.

Cuadro 4.- Efecto de la suplementación energética de corta duración sobre la persistencia del CL (%).

	^s /AA	^c /AA
T	0 (0/5)	44 (4/9)
S	44 (4/9)	43 (3/7)
Total	29 (4/14)	44 (7/16)

T = Tablilla, S = Separación, ^s/AA = sin suplementación energética, ^c/AA = con suplementación energética.

Se observó un efecto positivo aunque no significativo ($p>0.05$) de la suplementación energética sobre la persistencia del CL.

6.3. PORCENTAJE DE PREÑEZ.

En el Cuadro 5 se presenta el porcentaje general de preñez para cada uno de los tratamientos.

Cuadro 5.- Efecto del destete temporario y la suplementación energética sobre el porcentaje de preñez general.

	^s /AA	^c /AA	Total
T	79 (11/14)	86 (12/14)	82 (23/28)
S	71 (10/14)	93 (14/15)	82 (24/29)
Total	75 (21/28)	89 (26/29)	82 (47/57)

T = Tablilla, S = Separación, ^s/AA = sin suplementación energética, ^c/AA = con suplementación energética.

El porcentaje de preñez general no resultó afectado por los tratamientos aplicados, en tanto que el EC al parto afectó de manera significativa dicha variable ($p<0.05$). No se encontró interacción entre el destete temporario y la suplementación energética ($p>0.05$).

Los resultados de preñez obtenidos en el grupo ^c/AA fueron 14% superiores a los obtenidos en los animales no suplementados, a pesar de que esta diferencia no fue significativa ($p>0.05$). Dentro del grupo ^c/AA el porcentaje de preñez no presentó diferencias estadísticas entre separación y tablilla con una diferencia porcentual de 7% (93 y 86% respectivamente) a favor del grupo separación.

El porcentaje de preñez general no presentó diferencias en relación al tipo de destete temporario aplicado (82% para ambos grupos). Dentro del grupo separación el porcentaje de preñez general resultó 22% superior en el tratamiento ^c/AA.

6.3.1. Preñez por tercios del entore.

En el Gráfico VII se presenta el porcentaje de preñez acumulado por tratamiento para cada tercio del entore.

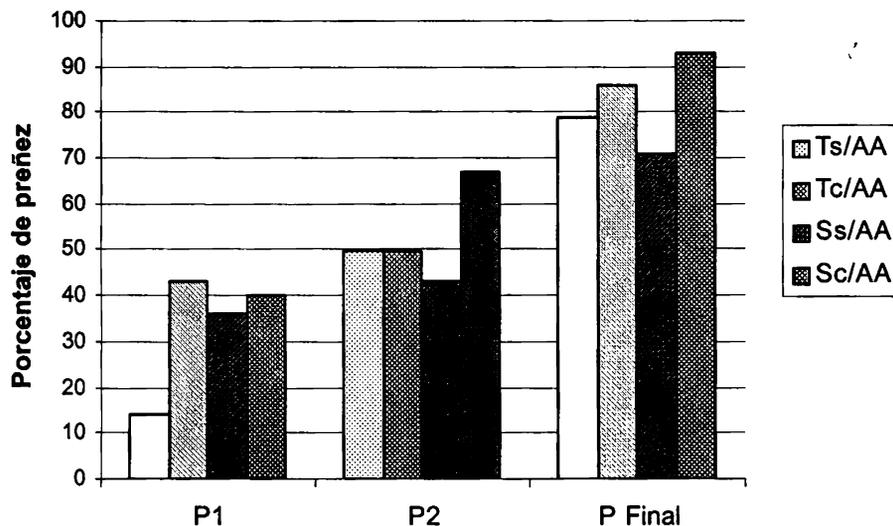


Gráfico VII.- Porcentaje de preñez acumulado por tercios del entore para T°/AA: tablilla sin suplementación energética (□), T°/AA: tablilla con suplementación energética (▨), S°/AA: separación sin suplementación energética (▩) y S°/AA: separación con suplementación energética (■).

En el primer tercio del entore (24/11/05 - 23/12/05), el porcentaje de preñez no presentó diferencias entre tratamientos ($p > 0.05$), no afectando a esta variable la interacción entre los mismos ni el EC al parto ($p > 0.05$). Sin embargo, la suplementación energética se asoció con una mejora en el porcentaje de preñez promedio de 16%, mientras que el destete con separación mejoró en promedio 11% la preñez en el primer tercio. Además, se encontró una asociación entre el EC al parto y el porcentaje de preñez en el segundo y tercer tercio del entore ($p < 0.05$). En el segundo tercio del entore (24/12/05 - 22/01/07) el grupo S°/AA presentó el mayor porcentaje de preñez, no existiendo diferencias estadísticas entre tratamientos ($p > 0.05$).

6.4. INTERVALO ENTRE PARTOS.

Cuadro 6.- Intervalo entre partos para cada tratamiento.

	°/AA	°/AA	Total
T	415	408	412 A
S	399	403	401 B
Total	407 a	405 a	405

T = Tablilla, S = Separación, °/AA = sin suplementación energética, °/AA = con suplementación energética. Letras mayúsculas diferentes dentro de cada fila corresponden a diferencias significativas ($p < 0.05$). Letras minúsculas diferentes dentro de cada columna corresponden a diferencias significativas ($p < 0.05$).

Se presentó una diferencia de 11 días para la variable intervalo entre partos entre los grupos separación y tablilla a favor del grupo separación, la cual fue

estadísticamente significativa ($p < 0.05$). Por el contrario la suplementación energética no afectó significativamente dicha variable ($p > 0.05$).

6.5. PRODUCCIÓN DE LECHE.

En el Grafico VIII se presenta el efecto de los diferentes tratamientos sobre la producción de leche para los días 54, 103, 117 y 131 posparto.

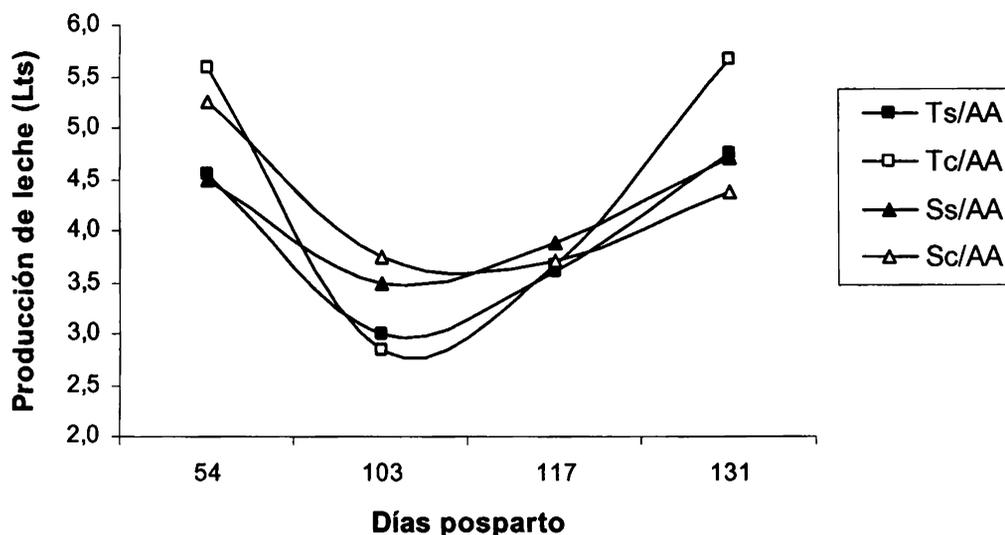


Gráfico VIII.- Efecto de los tratamientos sobre la evolución de la producción de leche (tablilla sin suplementación energética (■), tablilla con suplementación energética (□), separación con suplementación energética (▲) y vacas con separación y suplementación energética (△)).

No se encontraron diferencias significativas a lo largo del tiempo entre tratamientos de destete temporario en cuanto a la producción de leche ($p > 0.05$). La producción de leche disminuyó luego de aplicados los mismos, a su vez esta se restaura luego de finalizada la aplicación del suplemento y a medida que transcurren los días posparto. La producción de leche al día 131 posparto es inferior para el grupo con separación en comparación con el grupo tablilla ($p > 0.05$), a pesar de que este último presentó el menor valor de producción de leche al día 103 posparto.

6.6. PESO AL DESTETE DEFINITIVO DE LOS TERNEROS.

En el Grafico IX se presenta el efecto de los diferentes tratamientos de destete temporario sobre el peso promedio de los terneros al destete definitivo.

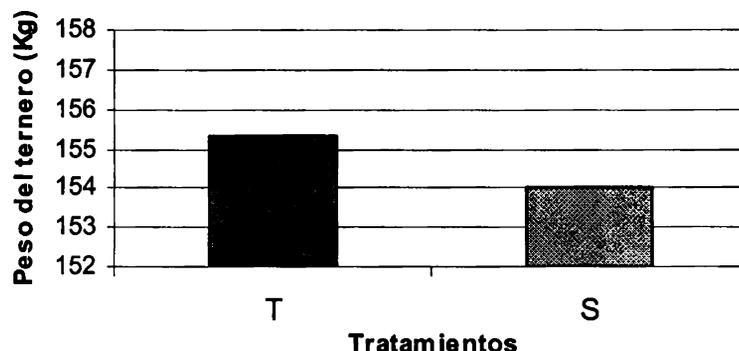


Gráfico IX.- Efecto de la aplicación de los diferentes tratamientos de control de amamantamiento (tablilla y separación) sobre el peso promedio al destete definitivo de los terneros.

Se observa que el peso promedio al destete definitivo de los terneros no resultó diferente entre tratamientos de destete temporario o suplementación energética ($p>0.05$). Los terneros de vacas sometidas a destete con tablilla resultaron 1.3 Kg mas pesados en promedio que los del grupo de separación.

En el Grafico X se presenta el efecto de los diferentes tratamientos sobre el peso promedio de los terneros al destete definitivo.

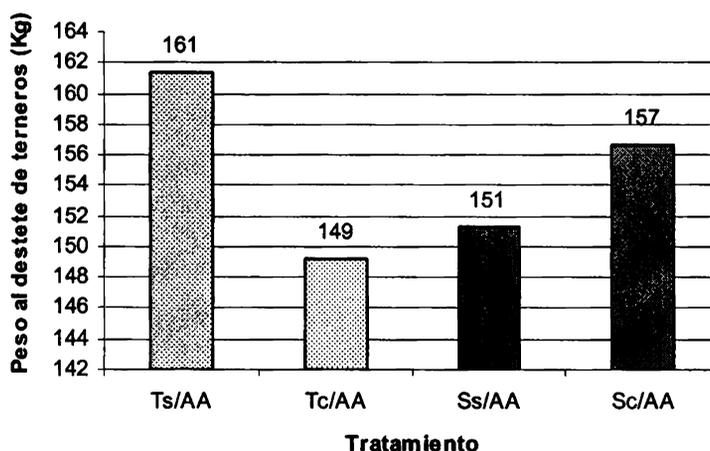


Gráfico X.- Efecto de la aplicación de los diferentes tratamientos sobre el peso promedio al destete definitivo de los terneros (T^s/AA : tablilla sin suplementación energética, T^c/AA : tablilla con suplementación energética, S^s/AA : separación sin suplementación energética y S^c/AA : separación con suplementación energética).

No se registró interacción entre los tratamientos de destete temporario y la suplementación energética ($p>0.05$), pero el tratamiento T^s/AA resultó numéricamente superior al T^c/AA (161 y 149 kg respectivamente).

6.7. DETECCIÓN DE CELO.

Durante los tres meses de entore, se detectaron en celo un total de 9 vacas (16% del total), lo cual resultó significativamente menor al número de vacas preñadas al final de dicho período ($p < 0.05$).

El número de vacas detectadas en celo por observación visual no difirió entre tratamientos de destete temporario o suplementación energética ($p > 0.05$), así como tampoco se encontró interacción entre ambos tratamientos (Cuadro 7).

Cuadro 7.- Porcentaje de celos observados hasta el día $156 \pm 9,7$ días posparto.

	^s /AA	^c /AA	Total
T	7 (1/14)	36 (5/14)	21 (6/28)
S	7 (1/14)	27 (4/15)	17 (5/29)
Total	7 (2/28)	31 (9/29)	19 (11/57)

T = Tablilla, S = Separación, ^s/AA = sin suplementación energética, ^c/AA = con suplementación energética.

Durante el entore, un mayor porcentaje de vacas suplementadas (cuatro veces superior) se manifestaron en celo, en comparación con los animales que no fueron suplementados, aunque las diferencias no fueron significativas ($p > 0.05$).

El porcentaje de animales que ovularon (determinadas por ultrasonografía transrectal) y el número de vacas clasificadas en celo, dudosas o sin actividad para los métodos de detección de celo (apreciación visual y lectura de parches) se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 8.- Porcentaje de vacas clasificadas en celo, dudosas, o sin actividad para los métodos de detección de celo (apreciación visual y lectura de parches).

	Visual	Parches
En celo	5 (2/41)	72 (34/47)
Dudosas	37 (15/41)	30 (14/47)
Sin actividad	59 (24/41)	9 (4/47)
Ovulación	83 (34/41)	68 (32/47)
Eficiencia	5 (2/44)	72 (23/32)
Especificidad	24 (10/42)	33 (5/15)

La duración de los parches sobre las vacas fue de 52 días en promedio. Se observó que la eficiencia y la especificidad de este método de detección superaron en un 67 y 9%, respectivamente al método de detección visual.

Cuadro 9.- Precisión de la observación visual y la lectura de los parches como métodos de detección de celo.

	Visual	Parches
% identificadas correctamente	27 (12/44)	60 (28/47)
% identificadas incorrectamente	73 (32/44)	40 (19/47)
% dudosas	37 (15/41)	30 (14/47)
% identificadas en celo que ovularon	100 (2/2)	70 (23/33)
% identificadas en celo que ovularon (incluyendo dudosas)	29 (5/17)	58 (28/48)



El método de detección de celo por medio de la lectura de parches presenta mayor precisión en la identificación de vacas en celo, dado el mayor porcentaje de animales identificados correctamente, y el menor porcentaje de animales identificados incorrectamente para este método, en comparación con el método de detección visual.

7. DISCUSIÓN.

La suplementación energética y el destete temporario con separación generaron mejoras en los indicadores reproductivos de vacas primíparas con estado nutricional “subóptimo” al parto.

El gráfico I muestra una evolución positiva del EC, la cual fue más acentuada luego de la aplicación de los tratamientos. Dicha evolución es resultado de los días posparto ($p < 0.0001$), y posiblemente podrían influir los atributos de la pastura y de su posible tasa de crecimiento debido a las precipitaciones registradas en el mes de enero. El aumento de 0.65 unidades de EC registrado desde el día 26 posparto hasta el inicio del entore, permite suponer que se habría logrado cubrir las demandas energéticas de mantenimiento de los animales, generando reservas corporales.

La falta de diferencias entre tratamientos en la evolución del EC en el presente experimento, difiere de lo encontrado en experimentos similares en los que se aplicó destete temporario y/o suplementación energética, resultando en una mejora significativa en el EC debido al incremento en el nivel nutricional por períodos cortos, menores a un mes (Soca y col., 2002, Soca y col., 2005, Carrere y col., 2005). La cantidad de energía proveniente del suplemento no sería suficiente para lograr una diferencia significativa entre tratamientos, a pesar de que la suplementación energética mejoró el EC en 0.02 puntos en promedio a partir del día 102 posparto para el grupo con separación y 0.20 puntos para el grupo tabilla.

El diámetro folicular evoluciona positivamente en todos los tratamientos, lo que podría asociarse a los efectos significativos que se encontraron para los días desde la aplicación de los mismos. Los tratamientos de destete temporario resultaron efectivos en generar crecimiento folicular, y la cantidad de vacas que presentaron folículos mayores o iguales a 10 mm, resultó afectada aunque no de forma significativa por el tratamiento al cual fueron sometidas. Resultados similares fueron encontrados por Quintans y col. (2004); Rodríguez y col. (2005); Camacho y col. (2005) y Do Carmo (2006). Esto podría explicarse por una disminución de los nutrientes y energía utilizados

por la glándula mamaria, producida a partir de la disminución de la producción de leche, que mejora el BE, y estimula la producción de señales favorables para la reproducción. Podemos afirmar entonces que durante el posparto temprano, la función mamaria (producción de leche) tiene prioridad metabólica sobre la función ovárica (establecimiento y mantención de los ciclos estrales) (García-Winder, 1990, citado por Montiel y Ahuja, 2005).

Por otra parte, en relación al crecimiento folicular, los resultados indican que el destete temporario con separación presentó mejores resultados que el destete temporario con tablilla aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa ($P>0.05$). Resultados similares fueron obtenidos por Soca y col. (2005) y Do Carmo (2006). Lucy y col. (1992), De Fries y col. (1998), Staples y col. (1998), Williams y Stanko (2000), Hess y col. (2002), y Diskin y col. (2003), concluyen que se puede esperar un incremento en el número y tamaño de los folículos grandes a partir de la suplementación grasa en vacas de cría, lo que estaría indicando mayor liberación de LH (Ginther y col., 2001). Este efecto se observó en el tratamiento con tablilla, en el cual la suplementación originó alteraciones en las características de crecimiento de la onda folicular, encontrando una diferencia de 40% a favor del grupo con suplementación energética respecto al grupo sin suplementación ($p<0.05$).

Por otra parte, se encontró que el 50% de los folículos mayores o iguales a 10 mm no se acompañaron de imagen ecográfica de CL (indicativo de ovulación) en los días posteriores a la aparición de los mismos. Este hallazgo se podría deber a una sucesiva pérdida de folículos dominantes, resultado de una inadecuada concentración de LH (Roche y Diskin, 2005), lo que tiene como consecuencia un incremento del anestro posparto. Lucy y col. (1992); Roche y Diskin (2005) encuentran que dicha anovulación estaría asociada al efecto inhibitorio del amamantamiento sobre el pico preovulatorio de LH.

Al igual que los resultados obtenidos por Do Carmo (2006), el porcentaje de vacas con CL en el período de estudio no difirió estadísticamente entre tratamientos, aunque el grupo de destete con separación del ternero resultó superior numéricamente al grupo tablilla. Esto podría explicarse por una mayor liberación de LH, debido a una mayor liberación de GnRH que se sintetiza en varios núcleos del hipotálamo, que induciría la ovulación 2-6 días después de la separación del ternero (Smith y col., 1983; Shively y Williams, 1987). A estos lugares de síntesis de GnRH llega información proveniente del entorno a través de los sentidos, olfato, visión y audición, que la vaca procesa para identificar que no tiene a su ternero (Griffith y Williams, 1995), eliminando así los mediadores hormonales que inhiben la liberación de LH (Williams, 1990).

Resultados similares fueron obtenidos por Hoffman y col. (1996) y Quintans y col. (2004), quienes encontraron que la separación induce la ovulación en aproximadamente dos tercios de las vacas con bajo EC al parto. Sin embargo, Salfen y col. (2001) y de Castro (2002), aplicando destete temporario con separación, no encontraron diferencias significativas entre el grupo destetado y el grupo control (sin destete) en cuanto al porcentaje de vacas que ovularon.

La suplementación energética mejoró en 40% el porcentaje de vacas ciclando a fecha fija (día 103 ± 10 posparto) para el grupo tablilla. Resultados similares fueron obtenidos por Hawkins y col. (2000) y Hess y col. (2002), quienes afirman que la suplementación energética acorta el intervalo parto reinicio de la actividad lútea.

El intervalo parto 1^{er} CL calculado para el total de vacas que ovularon, presento diferencias significativas entre los grupos T^c/AA y T^s/AA, a favor de este ultimo. Esto podría ser resultado de que en el grupo T^c/AA se sumaron los efectos de ambos tratamientos, siendo que la suplementación presento un mayor efecto, diferido en el tiempo, por lo que las vacas de este grupo ovularon mas tarde, dentro del período analizado, pero en mayor cantidad.

Por el contrario teniendo en cuenta el total de vacas a las que se realizo seguimiento ovárico, no se obtuvieron diferencias significativas para la variable intervalo parto 1^{er} CL, siendo el grupo T^s/AA el que tuvo el mayor intervalo. Bastidas y col. (1984), Wright y col. (1992), Jolly y col. (1995), Bossis y col. (2000), y Roche y Diskin (2005) explican que la mejora en el crecimiento folicular y posterior ovulación de vacas con EC subóptimo, se debe a la recuperación del balance energético positivo y a la ganancia de peso o EC durante el posparto. Resultados similares fueron expuestos en el presente experimento.

Los resultados obtenidos en el presente experimento en relación a la persistencia de los CLs generados, indican una diferencia de 15% a favor de la suplementación energética, lo que podría explicarse por un aumento en la concentración plasmática de progesterona producida por efecto de la suplementación grasa (Hawkins y col., 1995; Thomas y Willams, 1996; Lammoglia y col., 1997; De Fries y col., 1998). La falta de diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la persistencia del CL según tratamiento de suplementación energética, podría ser resultado del bajo número de animales utilizados por tratamiento.

En cuanto a la fertilidad obtenida, el porcentaje de preñez en el primer tercio del entore fue 22% superior para el grupo S^s/AA en comparación con el grupo T^s/AA, y de 8% superior para el grupo separación en comparación con el grupo tablilla, aunque estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Resultados similares fueron obtenidos por Do Carmo (2006). Esto podría deberse a que la separación presentó un mejor efecto sobre el reinicio de la ciclicidad, lo que determinó que las vacas tuvieran mayor probabilidad de preñez en este período.

La diferencia de 16 días, obtenida en relación al intervalo entre partos para los grupos separación y tablilla, ambos sin suplementación, fue enmascarada por el efecto de la suplementación energética, por lo que la diferencia promedio entre los grupos separación y tablilla se redujo a 11 días siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$). Esto se debe al mayor crecimiento folicular y posterior ovulación (presencia ecográfica de CL) que se produce en el grupo separación, aumentando la probabilidad de preñez, obteniendo como resultado final un mayor porcentaje de preñez en el primer y segundo tercio del entore.

Los resultados de la suplementación posparto con concentrado energético rico en grasas son contradictorios pero varios autores encuentran un efecto positivo de la grasa en el porcentaje de preñez, crecimiento folicular, hormonas metabólicas y metabolitos asociados a mejor desempeño reproductivo (De Fries y *col.*, 1998; Williams y Stanko 2000; Hess y *col.*, 2002; Funston, 2004). Los porcentajes de preñez general y del primer tercio del entore entre los grupos con y sin suplementación energética, no presentaron diferencias significativas, a pesar de que el porcentaje de preñez obtenido por el grupo con suplementación resultó superior en ambos momentos. La diferencia de 16% entre los grupos con y sin suplementación energética a favor del primero en el primer tercio del entore, se podría explicar por el efecto de la misma en el mantenimiento y persistencia de los CL generados a partir de los tratamientos de destete temporario (Staples y *col.*, 1998; Hawkins y *col.*, 2000). En aquellos animales que no respondieron al tratamiento de destete temporario, se obtuvo un efecto positivo de la suplementación energética sobre el crecimiento folicular y ovulación que favoreció el reinicio de la ciclicidad a partir del final del primer tercio del entore.

El porcentaje de preñez total o del primer tercio de entore no podría ser explicado por cambios en el EC de las vacas ya que este no resultó afectado por los tratamientos en esos momentos.

Por los efectos antes mencionados del destete temporario con separación y la suplementación energética es que, el porcentaje de preñez general para el tratamiento S^c/AA es superior al de los otros tratamientos.

La producción de leche disminuyó hasta el día 103 posparto para ambos tratamientos de destete temporario (grafico IX), no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre ambos. Resultados similares fueron obtenidos por Laborde y *col.* (1990), citados por Echenagusia y *col.* (1994) y Franco y *col.* (2002).

El peso al destete de los terneros no presentó diferencias significativas entre tratamientos, al igual que los resultados obtenidos por Orcasberro (1991), Feed y *col.* (1994), Rovira (1996), de Castro (2002). Estos resultados difieren de los obtenidos por Do Carmo (2006).

El número de vacas detectadas en celo por medio de la observación visual, durante el entore, no resultó afectado por los tratamientos, siendo significativamente menor al número de vacas preñadas al final de dicho período. Esto podría ser explicado por el efecto del amamantamiento y del vínculo materno-filial, que producirían cambios metabólicos y hormonales reduciendo las concentraciones de estradiol en el proestro (de la Sota y *col.*, 1993, citados por de la Sota 2002). Vacas amamantando (Bavera 2006) al igual que vacas de carne primíparas presentan un alto porcentaje de celos silentes en el posparto (Scaramuzzi y *col.*, 1972, citado por Ungerfeld, 2002). Similares resultados fueron obtenidos por Do Carmo (2006), trabajando sobre el mismo diseño experimental.

Si bien no hubo diferencias significativas entre tratamientos, los grupos suplementados manifestaron mayor porcentaje de celo, lo que indicaría la posible

influencia que ejerce la alimentación sobre la ovulación y manifestaciones externas de celo (Bavera, 2006).

La baja manifestación de celo observada pudo deberse también a la época del año (White y Wettemann, 2000), en la cual se registraron altas temperaturas mantenidas. Por un período de 10 días se registraron en nuestro ensayo temperaturas mínimas superiores a 20 °C, lo que se denomina “ola de calor”, la cual pudo generar estrés calórico en los animales, que según Gwazdauskas y col. (1981), citados por de la Sota (2002), inhibe las manifestaciones de celo.

Podemos afirmar que el método de detección visual aplicado en vacas primíparas presenta una menor eficiencia en comparación con el método de la lectura de parches. La mayor eficiencia de este último, se debería entre otras cosas, al funcionamiento de los mismos 24h lo que permitiría detectar las vacas que manifiestan celo durante la noche.

El método de detección de celo por medio de la lectura de parches presentó mayor especificidad además de un mayor porcentaje de animales identificados correctamente, y menor porcentaje de identificados incorrectamente, por lo cual podemos afirmar que este método es más preciso en identificar vacas en celo.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, indican que la duración promedio de los parches (52 días) es aceptable para poder utilizarlos en diferentes programas de inseminación, a diferencia de lo expresado por Asprón (2004), quien afirma que una gran desventaja de los marcadores de grupa es que se caen con relativa facilidad.

8. CONCLUSIONES.

Existió una asociación positiva entre el EC al parto y la probabilidad de preñez, la cual se ve afectada por la aplicación de los tratamientos de destete temporario y suplementación energética, que llevan a acortar el intervalo entre partos.

La mejor respuesta reproductiva en valores absolutos, se produce en los animales sometidos a destete temporario con separación, ya que estos animales presentaron un menor intervalo entre partos, en comparación con el grupo tablilla. Además se observó que el vínculo materno-filial permaneció intacto luego del período de separación.

Los tratamientos de destete temporario con tablilla y la suplementación energética interactuaron positivamente mejorando el diámetro folicular.

Se encontró efecto positivo de la suplementación energética en vacas con EC subóptimo (3.5-4) sobre la actividad reproductiva, dado que la misma tiende a mejorar el porcentaje de ovulación y persistencia del CL, por lo que tales animales tienen mayor probabilidad de preñez durante el posparto.

Los tratamientos de destete temporario con separación y la suplementación energética, interactuaron para alcanzar el mayor porcentaje de preñez comparado con los demás tratamientos.

El estrés que causa la separación física en el ternero no afectó el peso al destete definitivo de los mismos, por lo que esta variable no marcaría la diferencia en el momento de optar entre los métodos de destete temporario.

Se encontró que las manifestaciones externas de celo de vacas primíparas fueron escasas, por lo que la utilización de parches en esta categoría, sería una herramienta efectiva a ser utilizada en programas de inseminación artificial en lo que se realiza detección de celo.

9. CONSIDERACIONES FINALES

Es importante puntualizar que se considera relevante que en futuras investigaciones se incorpore un grupo control al que no se le realice ningún tratamiento, para poder discernir si los resultados obtenidos fueron debidos a un efecto de los tratamientos aplicados o al efecto de otras variables y se realice la suplementación energética previo al inicio del entore, para obtener un efecto significativo en la probabilidad de preñez temprana, y lograr resultados positivos sobre el intervalo entre partos.

10. BIBLIOGRAFÍA.

1. Adams DC, Staigmilller RB, Knapp BW, Lamb JB. (1993) Native or seeded rangeland for cows with high or low milk production. *J Range Manage*; 46:474-478.
2. Asprón MA. (2004) Curso de Actualización - Manejo Reproductivo del Ganado Bovino. *International Veterinary Information Service*. Disponible en: http://www.ivis.org/continuing_education/short_courses/reproduction_bovine/aspron_es/ivis.pdf. Fecha de consulta: Mayo 14/2007.
3. Bastidas P, Trocóniz J, Verde O, Silva O. (1984) Effect of restricted suckling on ovarian activity and uterine involution in Brahman cows. *Theriogenology*; 21:525-532.
4. Bavera GA. (2006) Porcentaje de celo diario del rodeo. *Sitio Argentino de Producción Animal*. Disponible en: http://www.produccionbovina.com/produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria/06-porcentaje-de-celo-diario-del-rodeo.pdf Fecha de consulta: Mayo 14/2007.
5. Bishop DK, Wettemann RP, Spicer LJ. (1994) Body energy reserves influence the onset of luteal activity after early weaning of beef cows. *J Anim Sci*; 72:2703-2708.

6. Blanco LH, Montedónico OG. (2003) Efectos de diferentes tratamientos del control del amamantamiento sobre la performance reproductiva en vacas de carne en condiciones comerciales. Tesis Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Montevideo - Uruguay. N° 3133, 130 p.
7. Bo GA, Caccia M. (1998) Ultrasonografía reproductiva en el bovino. *Taurus*. 2(5):23-29.
8. Boland MP. (2003) Efectos nutricionales en la reproducción del ganado. *Jornadas Uruguayas de Buiatría*. XXI, Paysandú, Uruguay, p. 96-101.
9. Bossis I, Wettemann RP, Welty SD, Vizcarra JA, Spicer LJ. (2000) Nutritionally induced anovulation in beef heifers: ovarian and endocrine function during realimentation and resumption of ovulation. *Biol Reprod*; 62:1436-1444.
10. Bossis I, Wettemann RP, Welty SD, Vizcarra JA, Spicer LJ, Diskin MG. (1999) Nutritionally induced anovulation in beef heifers: ovarian and endocrine function preceding cessation of ovulation. *J Anim Sci*, 77:1536-1546.
11. Bottger JD, Hess BW, Alexander BM, Nixon DL, Woodard LF, Funston RN, Hallford DM, Moss GE. (2002) Effects of supplementation with high linoleic or oleic cracked safflower seeds on postpartum reproduction and calf performance of primiparus beef heifers. *J Anim Sci*; 80:2023-2030.
12. Burns P, Filley S. (2002) Supplemental fat in heifer and cow rations. *Western Beef Resource Committee*. Cattle Producer's Library. Nutrition Section: 1-4. Disponible en: <http://oregonstate.edu/dept/animal-sciences/faculty/325.pdf>. Fecha de consulta: Enero 28/2007.
13. Butler WR, Everett RW, Coppock CE. (1981) The relationships between energy balance, milk production and ovulation in postpartum Holstein cows. *J Anim Sci*; 53:742-748.
14. Camacho P, Manzano J, Saá A. (2005) Aplicación de destete temporario y/o suplementación con afrechillo de arroz a vacas en anestro, como estrategias para mejorar la eficiencia reproductiva. Tesis Facultad de Veterinaria. Universidad de la República. Montevideo - Uruguay. 58 p.
15. Canfield RW, Butler WR. (1991) Energy balance, first ovulation and the effects of naloxone on LH secretion in early postpartum dairy cows. *J Anim Sci*; 69:740-746.
16. Canfield RW, Sniffen CJ, Butler WR. (1990) Effects of exces degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. *J. Dairy Sci*. 73:2342-2349.
17. Cantet RJ. (1983) *El crecimiento del ternero*. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 81p.

18. Carrere JM, Caselia CG, Mitrano FJ. (2005) Efecto del flushing y del destete temporario sobre el comportamiento reproductivo de vacas de carne de segundo entore en anestro y en condiciones corporales subóptimas. Tesis Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Montevideo - Uruguay. Nº 3301, 87 p.
19. Carruthers TD, Hafs HD. (1980) Suckling and four-times daily milking: influence on ovulation, estrus and serum luteinizing hormone, glucocorticoids and prolactin in postpartum holsteins. *J Anim Sci*; 50:919-925.
20. Casas R, Mezquita C. (1991) Efectos del destete temporario sobre el comportamiento reproductivo en vacunos. Tesis Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Montevideo - Uruguay. Nº 2164, 140 p.
21. Cavestany D, Blanc E, Ferraris A, Fernández M, Pérez M, Sánchez A. (2007) Determinación de la duración, intensidad y conducta de celo en vacas en ordeño y vaquillonas holando sincronizadas con prostaglandina F2alfa. *Jornadas Uruguayas de Buiatria*. XXXV, Paysandú, Uruguay; p. 308-310.
22. Chang CH, Jiménez T, Henricks DM. (1981) Modulation of reproductive hormones by suckling and exogenous gonadal hormones in young beef cows post partum. *J Reprod Fertil*; 63:31-38.
23. Ciccioli NH, Wettemann RP, Spicer LJ, Lents CA, White FJ, Keisler DH. (2003) Influence of body condition at calving and postpartum nutrition on endocrine function and reproductive performance of primiparous beef cows. *J Anim Sci*; 81:3107-3120.
24. Ciccioli NH, Wettemann RP. (2000) Nutritional effects on estrus and ovarian activity of spring calving first-calf heifers. *Anim Sci Res Rep*. Oklahoma Agricultural Experiment Station; 2000:160-163.
25. Costa C, Mauro J. (1983) Efecto del destete temporario sobre la fertilidad del vientre y el crecimiento del ternero. Tesis Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Montevideo - Uruguay. Nº1536, 134 p.
26. de Castro T. (2002) Anestro posparto en la vaca de cría, En: Ungerfeld R., *Reproducción en los animales domésticos*. Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay, Ed. Melibea, pp.207-217.
27. de Castro T, Ibarra D, Valdéz L, Rodríguez M, García Lagos F, Benquet N, Rubianes E. (2002) Impacto sobre los índices reproductivos del rodeo; Efectos sobre la cría, recría y alternativas para la alimentación de los terneros; Efectos sobre la pubertad de los terneros En: Medidas para acortar el anestro posparto en la vaca de cría. *Premio Academia Nacional de Veterinaria*. 43 p.
28. De Fries CA, Neuendorff DA, Randel RD. (1998) Fat supplementation influences postpartum reproductive performance in Brahman cows. *J Anim Sci*; 76: 864-870.

29. de la Sota RL. (2002) Efecto del estrés calórico sobre la fisiología reproductiva del bovino, En: Ungerfeld R. *Reproducción en los animales domésticos*, Montevideo, Uruguay, Melibea, p. 147-157.
30. Delzer J. (2003) Productos de detección de celos para una detección más fácil y efectiva. *Horizons*. (1 p.)
31. DIEA. (2005) Anuario 2005. Disponible en www.mgap.gub.uy/diea/anuarios. Fecha de consulta: Setiembre 16/2006.
32. DIEA Estadísticas Agropecuarias - M.G.A.P. (2003) Disponible en: http://www.mgap.gub.uy/diea/Encuestas/Se226/Se226_ManajodelRodeo.htm. Fecha de consulta: Setiembre 16/2006.
33. Diskin MG, Mackey DR, Roche JF, Sreenan JM. (2003) Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Anim Reprod Sci*; 78:345-370.
34. Diskin MG, Stagg K, Mackey DR, Roche JF, Sreenan JM. (1999) Nutrition and oestrus and ovarian cycles in cattle. *3rd Framework Programme*. Irland. Athenry Research Centre, p. 1-36.
35. Diskin MG, Mackey DR, Sanz A, Marongiu L, Quintans G, Roche JF, Revilla R, Branca A, Sinclair KD. (1999) Effects of body condition at calving, postpartum nutrition and calf access on the interval from calving to first ovulation in beef cows: ovarian folliculogenesis and gonadotrophin secretion. *Annual Meeting of British Society of Anim Sci* (Abst.), (1p.).
36. Do Carmo M. (2006) efecto del destete temporario y suplementación energética de corta duración sobre el comportamiento reproductivo y productivo de vacas de cría primíparas. Tesis Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Montevideo - Uruguay. N° 3376, 62 p.
37. Dunn TG, Kaltenbach CC. (1980) Nutrition and the post-partum interval of the ewe, sow and cow. Part XIV: Biennial symposium on animal reproduction. *J Anim Sci*; 51:29-39.
38. Echenagusía M, Núñez A, Pereyra A, Riani V. (1994) Efecto del destete temporario sobre la performance reproductiva, producción de leche y crecimiento del ternero de vacas Hereford bajo pastoreo en campo natural. Tesis Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Montevideo - Uruguay. N° 2339, 64 p.
39. Echtenkamp SE, Ferrell CL, Rone JD. (1982) Influence of pre-and post-partum nutrition on LH secretion in suckled postpartum beef heifers. *Theriogenology*; 18:283-295.

40. Edmonson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Farver T, Webster G. (1989) A body conditions scoring chart for Holstein dairy cows. *J Dairy Sci*; 72:68-78.
41. Fike EK, Day ML, Inskeep EK, Kinder JE, Lewis PE, Short RE, Hafs HD. (1997) Estrus and luteal function in suckled beef cows that were anoestrus when treated with an intravaginal device containing progesterone with or without a subsequent injection of estradiol benzoate. *J Anim Sci*; 75:2009-2015.
42. Feed O, Franco J, Córdoba G. (1994) Efecto del destete temporario y del efecto macho, sobre la performance reproductiva en vacas de segundo entore, sobre campo natural. *Jornadas Uruguayas de Buiatría*. XXII, Paysandú, Uruguay, (6p.).
43. Fenocchi G, Restaino E. (1988) Efecto del destete temporario y bioestimulación (efecto macho) sobre la actividad ovárica posparto de vacas Hereford. Tesis Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Montevideo – Uruguay. N° 1889, 92 p.
44. Filley SJ, Turner HA, Stormshak F. (2000) Plasma fatty acids, prostaglandin F_{2α}, metabolite, and, reproductive response in postpartum heifers fed rumen bypass fat. *J Anim Sci*; 78:139-144.
45. Franco J, Echenagusía M, Núñez A, Pereyra A, Riani V. (2002) Destete temporario en vacas Hereford bajo pastoreo de campo natural. I. Comportamiento Reproductivo. Congreso Latinoamericano de Buiatría. X. *Jornadas Uruguayas de Buiatría*. XXX, Paysandú, Uruguay, 203-204.
46. Franco J, Echenagusía M, Núñez A, Pereyra A, Riani V. (2002) Destete temporario en vacas Hereford bajo pastoreo de campo natural. II. Producción de leche y peso de los terneros al destete. Congreso Latinoamericano de Buiatría. X. *Jornadas Uruguayas de Buiatría*. XXX, Paysandú, Uruguay, 203-204.
47. Funston RN. (2004) Fat supplementation and reproduction in beef females. *J Anim Sci*; 82 (E Suppl.):154-161.
48. Funston RN, Filley S. (2002) Effects of fat supplementation on reproduction in beef cattle. *Proc. The Applied Reproductive Strategies in Beef Cattle Workshop*. Manhattan, Kansas. Disponible en: <http://oregonstate.edu/dept/animal-sciences/faculty/Funston&Filley.pdf>. Fecha de consulta: Febrero 13/2007.
49. Galina GS, Arthur GH. (1991) Reinicio de la actividad ovárica posparto. Factores que la afectan. *Jornadas Uruguayas de Buiatría*. XIX, Paysandú, Uruguay, 1-18.
50. Gallo L, Carnier P, Cassandro M, Mantovani R, Bailoni L, Contiero B, Bittante G. (1996) Change in body condition score of Holstein cows as affected by parity and mature equivalent milk yield. *J Dairy Sci*; 79:1009-1015.

51. Geymonat D. (1986) Efecto del destete temporario sobre la tasa de preñez en rodeos para carne. Tecnología para el incremento de la tasa reproductiva de los rodeos. *IICA/BID/PROCISUR*. Dialogo XI; 167-173.
52. Ginther OJ, Bergfelt DR, Beg MA, Kot K. (2001) Follicle selection in cattle: role of luteinizing hormone. *Biol Reprod*; 64:197-205.
53. Ginther OJ, Kot K, Kulick LJ, Martin S, Wiltbank MC. (1996) Relationship between FSH and ovarian Follicular waves during the last six month of pregnancy in cattle. *J Reprod Fertil*; 108:271-279.
54. Griffin PG, Ginther OJ. (1992) Research applications of ultrasonic image in reproductive biology. *J Anim Sci*; 70:953-972.
55. Griffith MK, Williams GL. (1996) Roles of maternal vision and olfacion in suckling-mediated inhibition of luteinizing hormone secretion, expression of maternal selectivity, and lactational performance of beef cows. *Biol Reprod*; 54:761-768.
56. Grummer RR, Carroll DJ. (1991) Effects of dietary fat on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. *J Anim Sci*; 69:3838-3852.
57. Grummer RR, Carroll DJ. (1988) A review of lipoprotein cholesterol metabolism: importance to ovarian function. *J Anim Sci*; 66:3160.
58. Hawkins DE, Petersen MK, Thomas MG, Sawyer JE, Waterman RC. (2000) Can beef heifers and young postpartum cows be physiologically and nutritionally manipulated to optimize reproductive efficiency? *Proc Amer Soc Anim Sci*; 51:1-10.
59. Hawkins DE, Niswender KD, Oss GM, Moeller CL, Odde KG, Sawyer HR, Niswender GN. (1995) An increase in serum lipids increases luteal lipid content and alters the disappearance rate of progesterone in cows. *J Anim Sci*; 73:541-545.
60. Haydock KP, Shaw NH. (1975) The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian J Exp Agric Anim Husb*; 15:663-670.
61. Heersche G, Nebel RL. (1994) Measuring efficiency and accuracy of detection of estrus. *J Dairy Sci*; 77:2754-2761.
62. Henao G. (2001) Reactivación ovárica postparto en bovinos. Revisión. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*; 54:1285-1302. Disponible en: <http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/panimal/docs/reactivacion.pdf>
Fecha de consulta: Mayo 16/2007.
63. Hernández A, Mendoza M. (1999) Efecto del destete temporario y/o efecto toro sobre la actividad reproductiva y productiva de un rodeo Hereford. Tesis Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Montevideo – Uruguay. Nº 3293, 105 p.

64. Hess BW, Lake SL, Scholljegerdes EJ, Weston TR, Nayigihugu V, Molle JDC, Moss GE. (2005) Nutritional controls of beef cow reproduction. *J Anim Sci*; 83 (E Suppl.):90-106.
65. Hess BW. (2003) Supplementing fat to the cow herd. *Proc The range beef cow symposium XVIII*. Mitchell, Nebraska. p. 1-10.
66. Hess BW, Rule DC, Moss GE. (2002) High fat supplements for reproducing beef cows: Have we discovered the magic bullet? *Proc Pacific Northwest Anim Nutri Conf*; p. 59-83.
67. Hoffman DP, Stevenson JS, Minton JE. (1996) Restricting calf presence without suckling compared with weaning prolongs postpartum anovulation in beef cattle. *J Anim Sci*; 74:190-198.
68. Houghton PL, Lamanager RP, Moss GE, Hendrix KS. (1990) Prediction of postpartum beef cow body composition using weight to height ratio and visual body condition score. *J Anim Sci*; 68:1429-1437.
69. Iturralde N, Ruske G. (1997) Efecto del destete temporario y efecto toro sobre la actividad reproductiva y productivo de un rodeo Hereford. Tesis Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Montevideo – Uruguay. N° 2646, 86 p.
70. Jolly PD, McDougall S, Fitzpatrick LA, Macmillan KL, Entwistle KW. (1995) Physiological effects of undernutrition on postpartum anoestrus in cows. *J Reprod Fertil*; 49:477-492.
71. Kesler DJ, Weston PG, Pimentel CA, Troxel TR, Vincent DL, Hixon JE. (1981) Diminution of the in vitro response to luteinizing hormone by corpora lutea induced by gonadotropin releasing hormone treatment of postpartum suckled beef cows. *J Anim Sci*; 53:749-753.
72. La Manna A, Muñoz G. (1987) Efecto del destete temporario sobre algunos parámetros reproductivos de la vaca y el crecimiento del ternero. Tesis Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Montevideo – Uruguay. N° 1846, 169 p.
73. Laca L. (1987) Efecto del destete temporario y uso de GnRH sobre el comportamiento reproductivo de vacas de Rasa Hereford. Tesis Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Montevideo – Uruguay. N° 1821, 61 p.
74. Laflamme LF, Connor ML. (1992) Effect of postpartum nutrition and cow body condition at parturition on subsequent performance of beef cattle. *Can J Anim Sci*; 72:843-851.

75. Lamb GC, Lynch JM, Grieger DM, Minton JE, Stevenson JS. (1997) Ad libitum suckling by an unrelated calf in the presence or absence of a cow's calf prolongs postpartum anovulation. *J Anim Sci*; 75:2762-2769.
76. Lammoglia MA, Willard ST, Hallford DM, Randel RD. (1997) Effects of dietary fat on follicular development and circulating concentrations of lipids, insulin, progesterone, estradiol-17 β , 13,14-dihydro-15keto-prostaglandin F_{2 α} , and growth hormone in estrous cyclic Brahman cows. *J Anim Sci*; 75:1591-1600.
77. Liefers SC, Veerkamp F, te Pass MFW, Delavaud C, Chilliard Y, van der Lendet T. (2003) Leptin concentrations in relation to energy balance, milk yield, intake weight, and estrus in dairy cows. *J Dairy Sci*; 86:799-807.
78. Lishman AW, Allison MJ, Fogwell RL, Butcher RL, Inskeep EK. (1979) Follicular development and function of induced corpora lutea in underfed postpartum anestrous beef cows. *J Anim Sci*; 48:867-875.
79. Lucy MC, Beck J, Staples CR, Head HH, De La Sota RL, Thatcher WW. (1992) Follicular dynamics, plasma metabolites, hormones and insulin-like growth factor in lactating cows with positive or negative energy balance during the preovulatory period. *J Dairy Sci*; 32:331-341.
80. Machado E, Rivero J, Redin C. (2004) Presentación de datos de porcentajes de preñez, utilizando diferentes técnicas de manejo en rodeos de cría comerciales de la zona este. *Jornadas Uruguayas de Buiatría*. XXXII, Paysandú, Uruguay, 67-73.
81. Mann GE, Lamming GE. (2000) the role of sub-optimal preovulatory oestradiol secretion in the aetiology of premature luteolysis during the short oestrous cycle in the cow. *Anim Reprod Sci*; 64:171-180.
82. Marcantonio S. (1998) ¿Cómo y por qué una vaca entra en celo? *Sitio Argentino de Producción Animal*. Disponible en: http://www.produccionbovina.com/produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria/45-como-y-porque-una-vaca-entra-en-celo.htm
Fecha de consulta: Mayo 14/2007.
83. Martson TT, Lusby KS, Wettemann RP, Purvis HT, (1995) Effects of feeding energy or protein supplements before or after calving on performance of spring-calving cows grazing native range. *J Anim Sci*; 73:657-664.
84. Mattos R, Staples CR, Thatcher WW. (2000) Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Soc Reprod Fertil, Reviews Reprod*; 5:38-45.
85. Montiel F, Ahuja C. (2005) Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. *Anim Reprod Sci*; 85:1-26.

86. Moore CP, Campos da Rocha CM. (1983) Reproductive performance of Gyr cows: the effect of weaning age of calves and postpartum energy intake. *J Anim Sci*; 57:807-814.
87. Nolan CJ, Bull RC, Sasser RG, Rudder CA, Panlasigui PM, Schoeneman HM Reeves JJ. (1988) Postpartum reproduction in protein restricted beef cows: effect on the hypothalamic-pituitary-ovarian axis. *J Anim Sci*; 66:3208-3217.
88. NRC (1996) Nutrient requirements of beef cattle. 7^a. Ed., Ed. Washington D.C. National Research Council, 242 p.
89. O'Callaghan D, Boland MP. (1999) Nutritional effects on ovulation, embryo development and the establishment of pregnancy in ruminants. *British Soc Anim Sci*; 68:299-314.
90. Orcasberro R. (1997) Manejo para mejorar la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría. *Rev Plan Agrop*; 74:29-34.
91. Orcasberro R. (1991) Estado corporal, control del amamantamiento y performance reproductiva de rodeos de cría. En: Carambola M, Vaz Martins D, Indarte E. Pasturas y Producción Animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. Serie Técnica 13. pp.158-169.
92. Orcasberro R, Soca P, Pereyra F, López C, Burgueño J. (1990) Efecto de la asignación de forraje durante otoño y del destete temporario a inicio de entore sobre la performance de vacas Hereford en campo natural. En: *II Seminario Nacional de Campo Natural*. Facultad de Agronomía. Montevideo – Uruguay. Hemisferio Sur. 311-361 p.
93. Pereira G, Soca P. (1999) Aspectos relevantes de la cría vacuna en el Uruguay. *Instituto Plan Agropecuario*. San Gregorio – Uruguay; p. 1-14.
 Disponible en: www.fagro.edu.uy/~ccss/docs/econom_agricola/index.html - 8k -
 Fecha de consulta: Marzo 18/2007.
94. Perry GA. (2005) Comparison of the efficiency and accuracy of three estrous detection methods to indicate ovulation in beef cattle.
 Disponible en: ars.sdstate.edu/extbeef/2005/Beef_2005-24_Perry.pdf
 Fecha de consulta: Mayo 14/2007.
95. Perry RC, Corah LR, Cochran RC, Beal WE, Stevenson JS, Minton JE, Simms DD, Brethour JR. (1991) Influence of dietary energy on follicular development, serum gonadotrophins, and first postpartum ovulation in suckled beef cows. *J Anim Sci*; 69:3762-3773.
96. Portela JE. (2001) Efeitos da Nutrição na Reprodução Bovina. *Veterinary Medicine Teaching and Research Center, School of Veterinary Medicine, Tulare*. p. 1-30.

97. Quintans G. (2007) Efecto de distintas técnicas de control del amamantamiento sobre parámetros reproductivos y productivos. *Jornadas Uruguayas de Buiatría*. XXXV, Paysandú, Uruguay; p. 158-166.
98. Quintans G, Viñoles C, Sinclair KD. (2004) Follicular growth on ovulation in postpartum beef cows following calf removal and GnRH treatment. *Anim Reprod Sci*; 80:5-14.
99. Quintans G. (2000) Importancia del efecto del amamantamiento sobre el anestro posparto en vacas de carne. En: Quintans G. Estrategia para acortar el anestro posparto en vacas de carne. Montevideo, INIA. Serie Técnica 108. pp.29-31.
100. Ramírez-Godínez JA, Kiracofe GH, Carnahan DL, Spire MF, Beeman KB, Stevenson JS, Schalles RR. (1982) Evidence for ovulation and fertilization in beef cows with short estrous cycles. *Theriogenology*; 17:409-414.
101. Randel RD. (1990) Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *J Anim Sci*; 68:853-862.
102. Randel RD. (1981) Effect of once-daily suckling on postpartum interval and cow-calf performance of first-calf Brahman x Hereford heifers. *J Anim Sci*; 53:755-757.
103. Rhodes FM, Fitzpatrick LA, Entwistle KW, De'ath G. (1995) Sequential changes in ovarian follicular dynamics in *Bos indicus* heifers before and after nutritional anoestrus. *J Reprod Fertil*; 104:41-49.
104. Richards MW, Wettemann RP, Schoenemann HM. (1989) Nutritional anestrus in beef cows: body weight change, body condition, luteinizing hormone in serum and ovarian activity. *J Anim Sci*; 67:1520-1526.
105. Richards MW, Spitzer JC, Warner MB. (1986) Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. *J Anim Sci*; 62:300-306.
106. Roche JF, Diskin MG. (2005) Efecto de la nutrición sobre la eficiencia reproductiva de los bovinos. *Jornadas Uruguayas de Buiatría*. XXXIII, Paysandú, Uruguay, 21-26.
107. Roche JF, Crowe MA, Boland MP. (1992) Postpartum anoestrus in dairy and beef cows. *Anim Reprod Sci*; 28:371-378.
108. Rodríguez M, Olivera J, Martínez H, Rubianes E, Soca P. (2005) Cambios ováricos en vacas primíparas durante el posparto temprano suplementadas con afrechillo de arroz y sometidas a destete temporario. *Simposio Internacional de Reproducción Animal*. VI, Córdoba, Argentina, 454.

109. Rovira J. (1996) *Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo*. Montevideo.
• Hemisferio Sur. p. 288.
110. Rutter LM, Manns JG. (1991) Insulin-like growth factor I in follicular development and function in postpartum beef cows. *J Anim Sci*; 69:1140-1146.
111. Rutter LM, Randel RD. (1984) Post-partum nutrient intake and body condition: effect on pituitary function and onset of oestrus in beef cattle. *J Anim Sci*; 58:265-274.
112. Ryan DP, Bao B, Griffith MK, Williams GL. (1995) Metabolic and luteal sequelae to heightened dietary fat intake in undernourished, anoestrus beef cows induced to ovulate. *J Anim Sci*; 73:2086-2093.
113. Ryan DP, Spoon RA, Williams GL. (1992) Ovarian follicular characteristics, embryo recovery, and embryo viability in heifers fed high-fat diets and treated with follicle-stimulating hormone. *J Anim Sci*; 70:3505-3513.
114. Salfen BE, Kojima FM, Bader JF, Smith MF, Garverick HA. (2001) Effect of short-term calf removal at three stages of a follicular wave on fate of a dominant follicle in postpartum beef cows. *J Anim Sci*; 79: 2688:2697.
115. SAS. (2002) *Statistical Análisis Systems user`s guide: Stst, Versión 8.12 Cary*: SAS Institute. Fecha: Marzo 27/07.
116. Scaglia G. (1997) *Nutrición y reproducción de la vaca de cría: Uso de la condición corporal*. Montevideo, INIA. Serie Técnica 91. 16 p.
117. Schillo KK. (1992) Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J Anim Sci*; 70:1271:1282.
118. Schramm RD, Roberge S, Reeves JJ. (1991) Enclomiphene does not alter the postpartum interval of suckled beef cows. *J Anim Sci*; 69:4112-4116.
119. Segui MS, Weiss RR, Cunha AP, Zoller R. (2002) Indução ao estro em bovinos de corte. *Arch Vet Sci*; 7:173-178.
120. Selk GE, Wettemann RP, Lusby KS, Oltjen JW, Mobley SL, Rasby RJ, Garmendia JC. (1988) Relationships among weight change, body condition and reproductive performance of range beef cows. *J Anim Sci*; 66:3153-3159.
121. Shively TE, Williams GL. (1987) Premature calf return attenuates neuroendocrine and ovarian responses to temporary weaning in anestrous cows. *J Anim Sci* 65 (Suppl. 1):432.

122. Short RE, Bellows RA, Staigmiller RB, Berardinelli JG, Custer EE. (1990) Physiological mechanism controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *J Anim Sci*; 68:799-816.
123. Short RE, Adams DC. (1988) Nutritional and hormonal interrelationships in beef cattle reproduction. *Can J Anim Sci*; 68:29-39.
124. Short RE, Randel RD, Christensen DS, Bellows RA. (1974) Effects on E₂β induced LH release in the bovine. *J Anim Sci*; 39:226.
125. Short RE, Bellows RA, Moody EL, Howland BE. (1972) Effects of suckling and mastectomy on bovine postpartum reproduction. *J Anim Sci*; 34:70-74.
126. Simeone A. (2000) Destete temporario, destete precoz y comportamiento reproductivo en vacas de cría en Uruguay. En: Quintans G. Estrategia para acortar el anestro posparto en vacas de carne. Montevideo, INIA. Serie Técnica 108. pp.35-38.
127. Smith MF, Lishman A, Lewis G, Harms P, Ellersick M, Inskeep E, Wiltbank J, Amos M. (1983) Pituitary and ovarian responses to gonadotropin releasing hormone, calf removal and progesterone in anoestrus suckler beef cows. *J Anim Sci*; 57:418-424.
128. Soca P, Olivera J, Rodríguez M, Martínez H, Rubianes E. (2005) Porcentaje de preñez y cambio de estado corporal de vacas de cría suplementadas con afrechillo de arroz y sometidas a destete temporario. *Simposio Internacional de Reproducción Animal*. VI, Córdoba, Argentina, 456.
129. Soca P, Barreto G, Pérez R. (2002). Efecto de la suplementación energética de corta duración y destete temporario sobre la performance reproductiva de vacas de cría en pastoreo. *Rev Arg Prod Anim*; 22 (Supl. 1):298-299.
130. Soca P, Mancuello C, Pereira G, Fernández M, Hernández P. (1999) Validación de la propuesta de bajo costo de la Facultad de Agronomía para manejo del rodeo de cría en grupos PRONADEGA "Piedra Blanca" y "Velásquez".
Disponible en: http://www.fagro.edu.uy/dptos/ccss/index_publica.html.
Fecha de consulta: Enero 20/2007.
131. Soca P, Orcasberro R. (1992) Evaluación física y Económica de alternativas tecnológicas para la cría en predios ganaderos. *Jornada de Producción Animal*. Estación Experimental Mario A. Cassinoni. Paysandú - Uruguay. 56 p.
132. Souza JB, Macedo GR. (2003) Indução da atividade ovariana pós-parto em vacas de corte submetidas à interrupção temporária do aleitamento associada ou não ao tratamento com norgestomet-estradiol. *Ciência Rural*; 33:1105-1110.

133. Spicer LJ, Tucker WB, Adams GD. (1990) Insulin-like growth factor-I in dairy cows: Relationship among energy balance, body condition, ovarian activity, and estrus behavior. *J Dairy Sci*; 73:929-937.
134. Spitzer JC, Morrison DG, Wettemann RP, Faulkner LC. (1995) Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cows. *J Anim Sci*; 73:1251-1257.
135. Stagg K, Spicer LJ, Sreenan JM, Roche JF, Diskin MG. (1998) Effect of calf isolation on follicular wave dynamics, gonadotropin and metabolic hormone changes, and interval to first ovulation in beef cows fed either of two energy levels postpartum. *Biol Reprod*; 59:777-783.
136. Staples CR, Burke JM, Thatcher WW. (1998) Symposium; Optimizing energy nutrition for reproducing dairy cows. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. *J Dairy Sci*; 81:856-871.
137. Stata Corp. (2003) Stata Statistical Software. Release 8.0. College Station, TX: Stata Corporation. Fecha: Abril 13/07.
138. Stevenson JS, Lamb GC, Hoffman DP, Minton JE. (1997) Interrelations of lactation and postpartum anovulation in suckled and milked cows. Review. *Livestock Prod Sci*; 50:57-74.
139. Stevenson JS, Knoppel EL, Minton JE, Salfen BE, Garverick HA. (1994) Estrus, ovulation, luteinizing hormone, and suckling-induced hormones in mastectomized cows with and without unrestricted presence of the calf. *J Anim Sci*; 72:690-699.
140. Thomas MG, Bao B, Williams GL. (1997) Dietary Fats Varying in their fatty acid composition differentially influence follicular growth in cows fed isoenergetic diets. *J Anim Sci*; 75:2512-2519.
141. Thomas MG, Williams GL. (1996) Metabolic hormone secretion and FSH-induced superovulatory responses of beef heifers fed dietary fat supplements containing predominantly saturated or polyunsaturated fatty acids. *Theriogenology*; 45:451-458.
142. Ungerfeld R. (2002) Comportamiento sexual, En: Ungerfeld R. *Reproducción en los animales domésticos*. Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay, Ed. Melibea, pp. 147-157.
143. Viker SD, Larson RL, Kiracofe GH, Stewart RE, Stevenson JS. (1993) Prolonged postpartum anovulation in mastectomized cows requires tactile stimulation by the calf. *J Anim Sci*; 71:999-1003.

144. Viñoles C, Forsberg M, Martin GB, Cajjarville C, Repetto J, Meikle A. (2005) Short-term nutritional supplementation of ewe in low body condition affects follicle development due to an increase in glucose and metabolic hormones. *J Reprod Fertil*; 129:299-309.
145. Vizcarra JA, Wettemann RP, Spitzer JC, Morrison DG. (1998) Body condition at parturition and postpartum weight gain influence luteal activity and concentrations of glucose, insulin, and nonesterified fatty acids in plasma of primiparous beef cows. *J Anim Sci*; 76:927-936.
146. Vizcarra JA, Ibañez W, Orcasberro R. (1986) Repetibilidad y reproductibilidad de dos escalas para estimar la condición corporal de vacas Hereford. *Investigaciones Agronómicas*; 7:45-47.
147. Wagner JJ, Lusby KS, Oltjen JW, Rakestraw J, Wettemann RP, Walters LE. (1988) Carcass composition in mature Hereford cows: estimation and effect on daily metabolizable energy requirement during winter. *J Anim Sci*; 66:603-615.
148. Webb SM, Lewis AW, Newendorf DA, Randel RD. (2001) Effects of dietary rice bran, lasalocid, and sex of calf on postpartum reproduction in Brahman cows. *J Anim Sci*; 79:2968-2974.
149. Wettemann RP, Bossis L. (1999) Energy intake regulates ovarian function in beef cattle. *Proc. Amer. Soc. Anim. Sci.* 1-10.
Disponible en: <http://www.asas.org/JAS/symposia/proceedings/0934.pdf>.
Fecha de consulta: marzo 13/2007.
150. Wettemann RP, Turman EJ, Wyatt RD, Totusek R. (1978) Influence of suckling intensity on reproductive performance of range cows. *J Anim Sci*; 47:342-346.
151. White FJ, Wettemann RP. (2000) Season alters estrous behavior but not time of ovulation in beef cows. Oklahoma Agricultural Experiment Station. *Anim Sci Res Rep*; 2000:176-181.
152. Wildman EE, Jones GM, Wagner PE, Bowman RL, Trautt HF, Lesch TN. (1982) A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J Dairy Sci*; 65:495.
153. Williams GL, Stanko RL. (2000) Dietary fats as reproductive nutraceuticals in beef cattle. *Am Soc Anim Sci*; 1-12.
154. Williams GL, Griffith MK. (1995) Sensory and behavioural control of gonadotrophin secretion during suckling-mediated anovulation in cows. *J Reprod Fertil*; (Suppl.49) 51:463-475.
155. Williams GL. (1990) Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle. *J Anim Sci*; 68:831-852.

156. Williams GL. (1989) Modulation of luteal activity in postpartum beef cows through changes in dietary lipid. *J Anim Sci*; 67:785-793.
157. Wiltbank JN, Rowden WW, Ingalls JE, Gregory KE, Koch RM. (1962) Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. *J Anim Sci*; 21:219-225.
158. Wright LA, Rhind SM, Whyte TK. (1992) A note on the effects of pattern of food intake and body condition on the duration of the postpartum anoestrous period and LH profiles in beef cows. *Anim Prod*; 54:143-146.
159. Wright IA, Rhind SM, Russel AJF, Whyte TK, McBean AJ, McMiller SR. (1987) Effects of body condition food intake and temporary calf separation on the duration of the post-partum anoestrous period and associated LH, FSH and prolactin concentration in beef cows. *Anim Prod*; 45:395-402.
160. Yavas Y, Walton JS. (2000) Induction of ovulation in postpartum suckled cows: a review. *Theriogenology* 54:1-23.
161. Yavas Y, Walton JS. (2000) Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. *Theriogenology*; 54:25-55.
162. Zollers WG, Garverick HA, Smith MF, Moffatt RJ, Salfen BE, Youngquist RS. (1993) Concentrations of progesterone and oxytocin receptors in endometrium of postpartum cows expected to have a short or normal oestrous cycle. *J Reprod Fertil*; 97:329-337.
163. Zurek E, Foxcroft OR, Kennelly JJ. (1995) Metabolic status and interval to first ovulation in postpartum dairy cows. *J Dairy Sci*; 78:1909-1920.

11. ANEXOS.

ANEXO 1. Descripción de los grupos CONEAT.

Grupo 12.11: Relieve de lomadas suaves (1-3% de pendiente), con valles cóncavos asociados. Suelos dominantes vertisoles y brunosoles. Asociados: suelos moderadamente profundos y superficiales.

Suelos 1.10b: Relieve de sierras con escarpas escalonadas y laderas convexas; incluye pequeños valles. Pendientes frecuentes de 10 o más de 12%. Presencia de rocosidad y pedregosidad: 20-30%. De 85 a 95% del área está ocupada por suelos superficiales y manchones sin suelo donde aflora la rocas basáltica; el resto son suelos de profundidad moderada. Suelos dominantes: Litosoles. Asociados suelos moderadamente profundos.

Suelos 1.23: Relieve de zonas altas planas de forma convexa. Rocosidad y/o pedregosidad de 2 a 6%. Suelos dominantes Litosoles. Asociados: Vertisoles.