

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

T. 2948

***EFECTO DEL DESTETE PRECOZ Y LA
CONDICIÓN CORPORAL AL PARTO
SOBRE LA PERFORMANCE
REPRODUCTIVA EN VACAS PRIMÍPARAS***

por

**Pablo LACUESTA DE LEON
Ana Inés VAZQUEZ SARAVIA**

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.
(Orientación Agrícola Ganadero)**

**Montevideo
URUGUAY
2001**

FACULTAD DE AGRONOMIA

LIBRO DE AGENDA

PAGINA DE APROBACION

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. (Ph.D.) Graciela Quintans

Ing. Agr. (Ph.D.) Daniel Fernández A.

Ing. Agr. Juan B. Rogríguez

Fecha de aprobación: _____

Autor:

Pablo Lacuesta

Ana Inés Vázquez

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria por poner al servicio de esta tesis su infraestructura, animales y material experimental.

Se le agradece a la Ing. Agr. (Ph.D) Graciela Quintans por su dirección y orientación para la realización de esta tesis.

Se agradece al personal de campo de la Estación Experimental Palo a Pique por su amable colaboración en el trabajo de campo. En especial a Gustavo Pereira y Juan Acosta.

Se les agradece a los señores del tribunal Ing. Agr. (Ph.D) Daniel Fernández e Ing. Agr. Juan B. Rodríguez por sus aportes en la corrección. Se les agradece a los estadísticos Ing. Agr. (Ph.D) Jorge Franco y Técnico Rural Vilfredo Ibañez por el asesoramiento brindado en los análisis estadísticos. Así como a la Ing. Agr. Virginia Bereta por su colaboración en los cálculos nutricionales.

Finalmente se les agradece a Gustavo de los Campos, Laura Moreira y Martha Saravia por su permanente apoyo y colaboración, así como a todas aquellas personas que de alguna forma colaboraron con la realización de esta tesis.

TABLA DE CONTENIDOS

Página:

PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
TABLA DE CONTENIDOS.....	IV
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
I- INTRODUCCIÓN.....	1
II- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
II.1- Fisiología reproductiva de la vaca.....	4
II.1.1- Ciclo estral.....	4
II.1.1.1- Hormonas de la reproducción.....	7
II.1.1.2- El ovario.....	14
II.1.1.2.1- Foliculogénesis.....	14
II.1.1.2.2- Desarrollo y control folicular.....	14
II.1.2- Anestro posparto.....	20
II.1.2.1- Reinicio de la foliculogénesis.....	21
II.1.2.1.1- Efectos de la nutrición y amamantamiento sobre la foliculogénesis.....	22
II.1.2.2- Reactivación del eje hipotálamo-hipófisis-ovario.....	23
II.1.3- Factores que afectan la fertilidad de los vientres.....	25
II.1.3.1- Factores que afectan el anestro posparto.....	28
II.1.3.1.1- Efectos del amamantamiento sobre el anestro posparto.....	28
II.1.3.1.2- Factores que intervienen en el efecto inhibitorio del amamantamiento.....	32
II.1.3.2- Efecto de la nutrición y CC sobre el anestro posparto....	36
II.1.3.3- Otros factores de menor importancia.....	43
II.2. - Prácticas de manejo para el acortamiento del anestro posparto.....	48
II.2.1- Manejo del amamantamiento.....	49
II.2.1.1- Alimentación al pie de la madre (Creep- feeding y creep grassing)	51
II.2.1.2- Amamantamiento restringido.....	52
II.2.1.3- Destete temporario.....	53
II.2.1.4- Destete precoz.....	54
II.2.1.4.1- Efectos del destete precoz sobre la performance reproductiva.....	56
II.2.1.4.2- Efectos del destete precoz sobre la	

	evolución de peso y condición corporal de los vientres.....	60
	II.2.1.4.3- Efecto del destete precoz sobre la performance del ternero.....	62
	II.2.1.4.4- Consideraciones prácticas.....	65
	II.2.1.4.5- Ventajas y desventajas de la técnica .	66
	II. 2.1.4.6- Efectos sobre el sistema.....	67
III-	MATERIALES Y MÉTODOS.....	69
III.1-	Material experimental.....	69
III.1.1-	Localización.....	69
III.1.2-	Clima.....	69
III.1.3-	Suelo.....	70
III.1.4-	Animales.....	70
III.1.5-	Área experimental.....	70
III.1.5.1-	Potrero del rodeo de cría.....	70
III.1.5.2-	Potrero de los terneros destetados.....	70
III.2-	Tratamientos.....	71
III.3-	Procedimiento experimental.....	72
III.4-	Registros.....	73
III.4.1-	Determinaciones en los animales.....	73
III.4.1.1-	Registros reproductivos.....	73
III.4.1.2-	Evolución del estado nutricional.....	74
III.4.2-	Determinaciones en las pasturas.....	74
III.5-	Análisis estadístico.....	75
IV-	RESULTADOS.....	79
IV.1-	Parámetros de la evolución de peso y condición corporal de las vacas.....	79
IV.1.1-	Análisis de calidad y disponibilidad de campo natural.....	79
IV.1.2-	Ganancia media diaria evolución de peso y condición corporal .	82
IV.2-	Resultados reproductivos.....	85
IV.2.1-	Cantidad de animales que presentaron reactivación ovárica, celo y preñez en relación al total, finalizado el entore.....	91
IV.2.2-	Duración del anestro posparto.....	94
IV.2.3-	Caracterización de la primera ovulación y primer ciclo estral posparto.....	104
IV.3-	Evolución de peso de los terneros.....	107
IV.3.1-	Análisis de disponibilidad del mejoramiento pastoreado por los terneros de destete.....	107

V-	DISCUSIÓN.....	114
	V.1- Evolución del peso y la condición corporal de las vacas.....	115
	V.2- Comportamiento reproductivo	119
	V.2.1- Comportamiento reproductivo de vacas destetadas tradicionalmente <i>versus</i> vacas destetadas precozmente.....	119
	V.2.2- Comportamiento reproductivo de vacas según condición corporal al parto.....	127
	V.3- Crecimiento de los terneros.....	129
VI-	CONSIDERACIONES FINALES.....	132
VII-	RESUMEN.....	134
VIII-	SUMMARY.....	136
IX-	BIBLIOGRAFÍA.....	138
X-	ANEXOS.....	150

INDICE DE CUADROS

	Página:
▪ Cuadro II.1: <i>Efectos de ordeño o amamantamiento durante la lactación en el intervalo posparto en días a primera ovulación (o) o celo (c) en vacas lecheras y para carne.....</i>	34
▪ Cuadro II.2: <i>Ganancia diaria de peso (Kg) de vientres con terneros suplementados o destetados a los 110 días.....</i>	52
▪ Cuadro II.3: <i>Porcentaje de tejido estomacal total de cada compartimento en diferentes edades.....</i>	55
▪ Cuadro II.4: <i>Resumen de resultados reproductivos (preñez y celo).....</i>	58
▪ Cuadro II.5: <i>Resultados de ganancia de peso o C.C. en vacas.....</i>	61
▪ Cuadro II.6: <i>Efecto de diferentes destetes sobre el peso de la vaca.....</i>	62
▪ Cuadro II.7: <i>Efecto del destete precoz sobre la performance de terneros.....</i>	63
▪ Cuadro III.1: <i>Media y desvío estándar del peso y condición corporal de los cuatro tratamientos.....</i>	71
▪ Cuadro IV.1: <i>Ganancia diaria de peso (Kg.) de las vacas según los factores destete y condición corporal al parto.....</i>	82
▪ Cuadro IV.2: <i>Recuperación de peso y condición corporal durante el entore para vacas destetadas y testigos.....</i>	84
▪ Cuadro IV.3: <i>Presencia de pico de progesterona, celo y preñez según tratamiento (en número de animales).....</i>	91
▪ Cuadro IV.4: <i>Días luego del destete que tarda en presentar pico de progesterona el 25, 50, 75 y 100 % de las vacas y la validez estadística.....</i>	96
▪ Cuadro IV.5: <i>Días desde el destete hasta pico de progesterona del 25, 50, 75 y 100 % de las vacas y la validez estadística.....</i>	98
▪ Cuadro IV.6: <i>Caracterización del período entre el destete y el primer aumento de progesterona.....</i>	98

▪ Cuadro IV.7: <i>Días desde el destete hasta primer celo del 25, 50, 75 y 100 % de las vacas y la validez estadística.....</i>	101
▪ Cuadro IV.8: <i>Días desde destete hasta primer celo del 25, 50, 75 y 100 % de las vacas y la validez estadística.....</i>	102
▪ Cuadro IV.9: <i>Caracterización del período entre el destete y el primer celo.....</i>	103
▪ Cuadro IV.10: <i>Caracterización del período entre el parto y el primer pico de progesterona.....</i>	103
▪ Cuadro IV.11: <i>Caracterización del intervalo desde el parto al primer celo.....</i>	103
▪ Cuadro IV.12: <i>Largo del primer ciclo.....</i>	106
▪ Cuadro IV.13: <i>Aumento de peso por día (Kg.) según los factores destete y condición corporal al parto para todo el período del experimento.....</i>	109
▪ Cuadro V.1: <i>Estimación de la producción de terneros / vaca entorada, según control de amamantamiento para los años 1999 y 2000.....</i>	114
▪ Cuadro V.2: <i>Estimaciones de oferta y consumo de nutrientes para vacas con ternero al pie, y destetadas durante el entore.....</i>	116
▪ Cuadro V.3: <i>Porcentaje de vacas con inicio de la actividad ovárica durante el entore, para vacas destetadas a los 85 días y vacas con ternero al pie.....</i>	120
▪ Cuadro V.4: <i>Resultados reproductivos de vacas paridas con moderada y baja condición corporal al parto.....</i>	127

INDICE DE ILUSTRACIONES

Página:

- *Figura II.1: Etapas y duración del ciclo estral bovino normal (vientre múltiparo).....5*
- *Figura II.2: Principales eventos endócrinos durante un ciclo estral bovino.....20*
- *Figura II.3: Patrón individual de secreción de LH de vacas de tres tratamientos, al día dos de iniciados los tratamientos (izquierda) y cuatro (derecha).....31*
- *Figura II.4: Repartición de metabolitos en la hembra bovina.....37*
- *Figura II.5: Consumo de materia orgánica del forraje, y energía aportada por la leche en terneros recién nacidos hasta los 164 días.....50*
- *Figura III.1: Total de precipitaciones mensuales durante el período Agosto 1998 – Abril 1999.....69*
- *Figura III.2: Rango de condición corporal que presentaron las vacas en el parto, y tratamientos que conformaron.....72*
- *Figura III.3: Cronograma de los principales eventos del experimento.....72*
- *Figura IV.1: Disponibilidad de forraje verde y seco en el potrero de cría.....79*
- *Figura IV.2: Análisis químico del campo natural.....80*
- *Figura IV.3: Digestibilidad y proteína cruda de la fracción verde del campo natural.....81*
- *Figura IV.4: Evolución de peso de las vacas durante el período de estudio.....83*
- *Figura IV.5: Evolución de condición corporal de las vacas durante el período de estudio.....83*
- *Figura IV.6: Asociación entre condición corporal al entore y condición corporal al parto.....85*

▪ Figura IV.7: <i>Perfiles de secreción de progesterona (ng/ml) a lo largo del período de muestreo en vacas destetadas con CC moderada (la flecha indica el comienzo de la actividad ovárica)</i>	87
▪ Figura IV.9: <i>Perfiles de secreción de progesterona (ng/ml) a lo largo del período de muestreo en vacas testigo con CC moderada (la flecha indica el comienzo de la actividad ovárica)</i>	88
▪ Figura IV.10: <i>Perfiles de secreción de progesterona (ng/ml) a lo largo del período de muestreo en vacas testigo con CC baja (la flecha indica el comienzo de la actividad ovárica)</i>	89
▪ Figura IV.8: <i>Perfiles de secreción de progesterona (ng/ml) a lo largo del período de muestreo en vacas destetadas con CC baja (la flecha indica el comienzo de la actividad ovárica)</i>	90
▪ Figura IV.11: <i>Relación entre los intervalos parto destete y destete pico de progesterona (o celo)</i>	95
▪ Figura IV.12: <i>Número de vacas (en 18) que no presentaron pico de progesterona desde el destete, durante el entore</i>	96
▪ Figura IV.13: <i>Número de vacas (en 9) que no presentaron pico de progesterona desde el destete, durante el entore</i>	97
▪ Figura IV.14: <i>Número de vacas (en 18) que no presentaron celo durante el entore desde el destete</i>	100
▪ Figura IV.15: <i>Número de vacas (en 9) que no presentaron celo desde el destete, durante el entore</i>	102
▪ Figura IV.16: <i>Presencia de actividad ovárica y celo durante el entore</i>	102
▪ Figura IV.17: <i>Presencia de primer pico de progesterona y primer celo durante el entore</i>	105
▪ Figura IV.18: <i>Frecuencias de primer ciclo estral, según su duración</i>	106
▪ Figura IV.19: <i>Evolución de la DMO, PC de las fracciones leguminosa y gramínea (a), y composición de la pastura (b)</i>	108

- *Figura IV.20: Evolución de peso de los terneros desde inicio de entore hasta destete tradicional.....110*
- *Figura IV.21: Evolución de peso de los terneros destetados y testigos.....110*
- *Figura IV.22: Ganancia media diaria (GMD) de terneros según el factor destete.....111*
- *Figura IV.23: Ganancia media diaria (GMD) de terneros según el factor condición corporal al parto de la madre.....112*
- *Figura IV.24: Ganancia media diaria (GMD) de terneros desde el parto hasta el destete precoz (período 1) y desde el destete precoz hasta el destete tradicional (período 2) según el factor condición corporal al parto (CCP) de la madre.....113*

1. INTRODUCCIÓN

La baja tasa de procreo que presentan los rodeos de cría vacunos de nuestro país se ha mantenido a lo largo de los últimos años, aunque con algunas fluctuaciones. Más allá de las distorsiones que pueden originar los efectos de la sequía de fines de los ochenta, durante la década de los noventa ocurrió un aumento en la producción de carne, pasando de 656 mil toneladas en 1991 a 860 mil toneladas en 1998 (MGAP-DICOSE, 1999). Este aumento es en parte explicado por una recomposición del stock que pasó de 9 a 10,3 millones de cabezas durante el mismo período de tiempo y en parte por incrementos de productividad por unidad vacuna¹ de 73 Kg de carne/ cabeza vacuna en 1991 a 84 Kg de carne/ cabeza vacuna en 1998 (MGAP-DICOSE, 1999).

Los aumentos de productividad se deben fundamentalmente a mejoras ocurridas en la fase de crecimiento y terminación de los ganados, lo que es evidente por la reducción de la edad de entore y faena que se viene produciendo (MGAP-DICOSE, 1999).

No obstante, no se han registrado cambios importantes en los indicadores reproductivos. Si bien existen fluctuaciones importantes, el porcentaje de destete promedio se ha mantenido en un 64,6 % en la década de los noventa (DIEA con base en DICOSE, 2000).

En el marco de una ganadería que mejora su eficiencia en las fases de recría (tanto de machos como de hembras) e invernada, se realza la importancia de mejorar los pobres resultados productivos de una cría que en el largo plazo muestra bajos y estancados porcentajes de procreos.

La baja eficiencia reproductiva a nivel nacional se podría aumentar mejorando las limitantes de mayor importancia. Estas son un bajo plano nutricional (Rovira, 1996), problemas sanitarios (Repiso *et al.*, 2001)² y manejos inadecuados. La mayoría de la cría se realiza sobre el campo natural, el cual tiene una estacionalidad marcada produciendo baja cantidad y/o calidad de alimentos en algunas épocas del año (invierno y según el campo verano), no acompañando los requerimientos nutricionales de ciertas categorías. Dentro de las prácticas de manejo posibles de implementar para mejorar la eficiencia reproductiva se incluyen, entre muchas otras, las técnicas de control de amamantamiento y manejo de la condición corporal.

Los terneros pueden destetarse mucho antes de lo que constituye la práctica tradicional en Uruguay: 7,5 meses³, (Equipos Consultores, 1997). El destete precoz baja los requerimientos energéticos de la vaca y elimina el efecto inhibitorio del amamantamiento sobre el eje reproductivo, todo lo cual promovería el acortamiento del anestro posparto, una de las principales causas de los reducidos porcentajes de procreo. El destete precoz de los terneros, cuando es bien practicado, no le produce problemas sanitarios al ternero ni compromete su desarrollo futuro.

A igualdad de condiciones, las vacas de primera cría, siempre tienen un anestro más prolongado (Short *et al.*, 1990; Orcasberro 1994; Rovira, 1996). Esta categoría es especialmente sensible ya que la vaquillona tuvo durante la gestación una fuerte competencia entre los requerimientos nutricionales de la preñez, parto y luego lactación *versus* su propio crecimiento. La reactivación de la actividad ovárica luego del parto,

¹ Si bien la productividad por hectárea aumenta, este indicador debe ser relativizado en la medida en que en el mismo período ocurrió un proceso de sustitución de ovinos por vacunos.

² Según Repiso *et al.*, 2001, algunas enfermedades reproductivas cobran importancia por su incidencia. Por ejemplo la Campylobacteriosis genital bovina (CGB) 37% de los establecimientos ganaderos; Leptospirosis bovina 41% (promedio de prevalencia departamental); Rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR) 37% de los animales infestados; Diarrea viral bovina (DVB) 67% de los animales infestados.

³ Solo el 3% es destetado antes de los 5 meses; el 75% se desteta entre los 6 y 8 meses; y el 18% entre los 10 y 12 meses.

será la última función fisiológica a la que se le destinará energía (Short et al., 1990). Esto se refleja en los porcentajes de parición obtenidos en esta categoría.

Es conocido que la alimentación es fundamental en la duración del anestro. La nutrición preparto puede ser estimada a través de la condición corporal con la que la vaca llega al parto. Ésta tiene una alta asociación con el largo del anestro posparto cuando la CC al parto es baja o moderada. Vacas con condición corporal muy buena (>5) tienen una asociación muy baja entre mejora del nivel nutricional posparto y el largo del anestro (Short et al., 1990). Sin embargo la vaca de primera cría continuaría respondiendo hacia estados mayores a 5 unidades (Orcasberro, 1994).

Por las razones previamente citadas, la combinación del manejo de la CC y del control del amamantamiento serían estrategias de manejo importantes de considerar en la categoría más sensible dentro del rodeo de cría: la vaca con su primer cría al pie.

La mayoría de los trabajos nacionales que analizan los efectos reproductivos del destete precoz lo hacen cuantificando el porcentaje de preñez. Esta variable depende no solo del posible acortamiento del período parto - primera ovulación, sino de otras variables como por ejemplo fertilidad del toro y de la vaca, mantenimiento de la preñez y otros. Es importante comprender y cuantificar en condiciones nacionales los eventos fisiológicos que se producen en la transición desde el anestro al retorno de la ciclicidad ovárica, al aplicar la técnica de destete precoz.

El siguiente estudio tiene como objetivo central cuantificar los efectos del destete precoz y la condición corporal de vacas de primera cría, sobre los diferentes eventos reproductivos que se producen durante el posparto. También se evaluará el efecto de esta técnica sobre el crecimiento de los terneros.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En este capítulo se resumen los procesos fisiológicos que ocurren en las vacas durante un ciclo estral y durante el período de anestro posparto. También se presentan diferentes prácticas de manejo utilizadas para acortar el intervalo parto - primer celo, con énfasis en estudios realizados sobre el control del amamantamiento.

II.1- FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE LA VACA

II.1.1- Ciclo estral

La vaca es poliéstrica no estacional, lo que significa que tiene varios ciclos a lo largo de todo el año. Durante el estro la hembra aceptará la monta del macho para el apareamiento. El intervalo interestro es el tiempo que transcurre desde el principio de un estro hasta el inicio del siguiente y es en promedio de 21 días para la vaca adulta. Convencionalmente se designa día cero del ciclo al día del estro.

El ciclo estral tiene dos fases, la fase folicular y la fase lútea. En la fase folicular se encuentran las etapas del proestro y estro, predominando el crecimiento folicular de la última onda folicular y los estrógenos. La fase lútea comprende las etapas de metaestro y diestro, donde se da el crecimiento y desarrollo del cuerpo lúteo con alta secreción de progesterona (Mc Donald, 1991). La duración del ciclo estral se relaciona estrechamente con la duración de la fase de cuerpo lúteo (Savio *et al.*, 1990 b; Hafez, 1996). Las distintas etapas del ciclo se pueden diferenciar por tener distintas estructuras cíclicas ováricas, cambios en los órganos del tracto reproductor como uterinos y vaginales, cambios psíquicos conductuales y eventos endocrionológicos específicos.

A continuación se esquematizan las etapas y sus duraciones de un ciclo estral bovino normal:

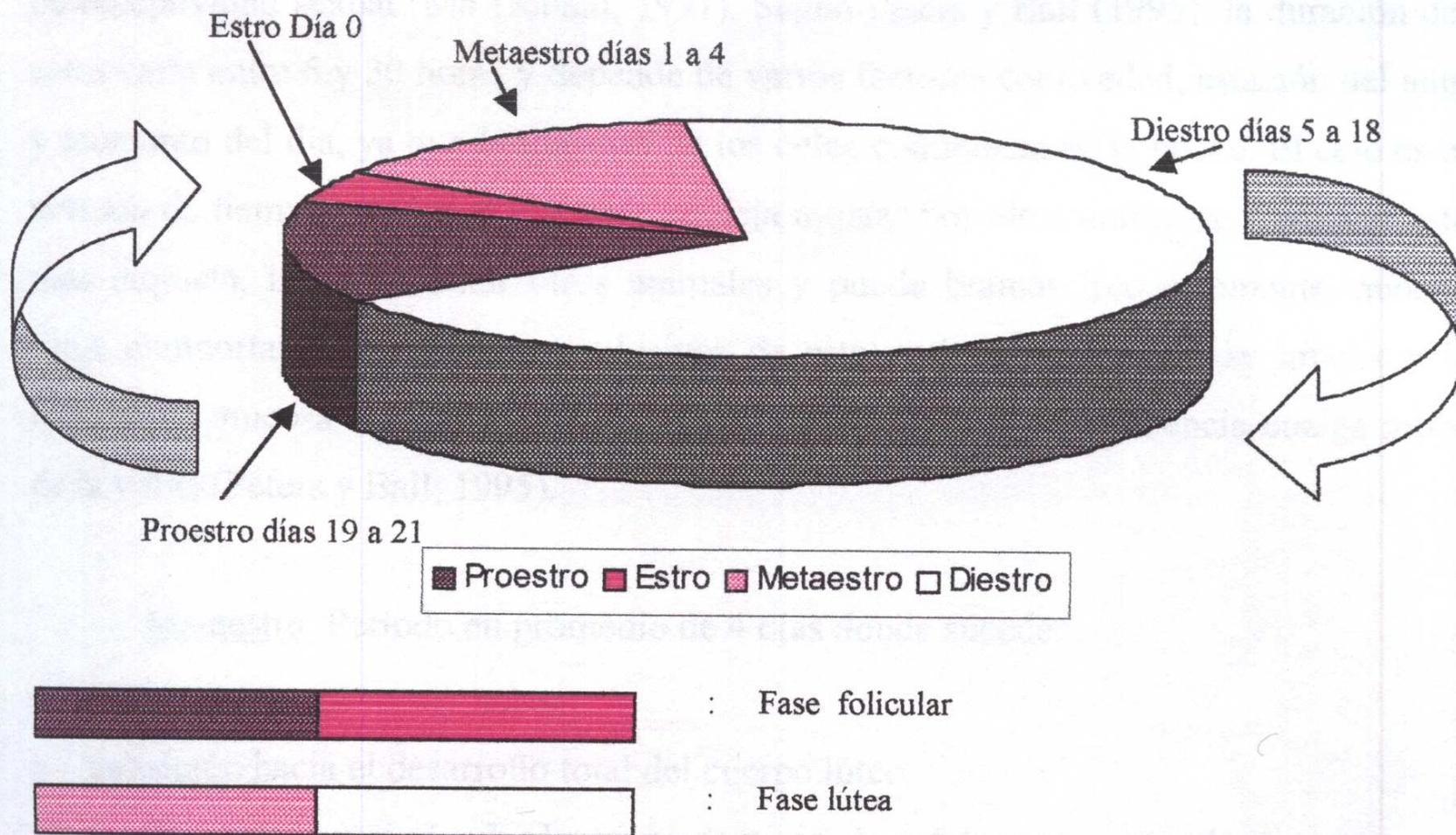


Figura II.1: Etapas y duración del ciclo estral bovino normal (vientre múltiparo).

Fuente: Adaptado de Peters y Ball 1995.

Proestro: Periodo en promedio de 3 días donde sucede:

- El folículo destinado a ovular empieza un rápido crecimiento y su maduración final, bajo estimulación gonadotrófica.
- Regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior.

En la fase folicular, la conducta de la vaca responde a los niveles de estrógenos secretados por los folículos en desarrollo, y a un descenso progresivo de los niveles de progesterona por el regreso del cuerpo lúteo.

Estro: Periodo de receptividad sexual, donde puede ocurrir el apareamiento. En el ovario se encuentra el folículo de Graaf maduro y el cuerpo lúteo del ciclo anterior en

regresión. La duración del estro es de 14 a 18 horas, y esta duración puede variar por monta, edad y temperatura ambiental. La monta temprana en general reduce el período de receptividad sexual (Mc Donald, 1991). Según Peters y Ball (1995), la duración del estro varía entre 6 y 30 horas y depende de varios factores como edad, estación del año, y momento del día, ya que la mayoría de los celos comienzan en la noche. El celo es el período de tiempo en el cual una vaca se deja montar por otros animales. Cada vez está más inquieta, intenta montar otros animales y puede bramar frecuentemente, aunque estos comportamientos no son exclusivos de este período. La vulva se hincha y la membrana mucosa vaginal queda de color rojo profundo. Con frecuencia cuelga moco de la vulva (Peters y Ball, 1995).

Metaestro: Período en promedio de 4 días donde sucede:

- ovulación,
- transición hacia el desarrollo total del cuerpo lúteo.

Se produce una transición desde un predominio de estrógenos a uno de progesterona. Luego de la ovulación las paredes del folículo se colapsan formando una depresión, 50 a 62 horas después las células de la granulosa y teca proliferan aumentan de tamaño y entran en la fase secretora activa.

Diestro: El cuerpo lúteo se desarrolla totalmente aumentando su masa y los órganos receptores se encuentran bajo la influencia dominante de la progesterona. Es la etapa más larga, dura en promedio 14 días aunque su duración en principio depende de la presencia o ausencia de gestación. En ausencia de gestación el cuerpo lúteo regresa al final del diestro (a partir del día 16 del ciclo) y comienza otro ciclo estral.

Anestro: Etapa de inactividad sexual con ausencia de conducta estral. Es normal en animales prepúberes, viejos, preñados y durante el posparto. Puede ocurrir como condición patológica por varias causas como ser: deficiencia nutricional, disturbios

endócrinos, enfermedades infecciosas y enfermedades de útero u ovario (Mc Donald, 1991).

II.1.1.1- Hormonas de la reproducción

La hormona es una sustancia química compleja secretada específicamente por ciertos órganos o partes de órganos presentando generalmente una estructura glandular que actúa en pequeñas cantidades.

La regulación de la secreción hormonal es por mecanismos de retroalimentación positivos o negativos que controlan la función de cada glándula (Fernández A., 1993). Las hormonas reproductivas derivan principalmente de 4 sistemas básicos:

- 1- diversas zonas del hipotálamo
- 2- lóbulo anterior y posterior de la hipófisis
- 3- gónadas, testículos y ovarios incluyendo sus tejidos intersticiales y el cuerpo lúteo
- 4- utero y placenta

De acuerdo a su estructura química se clasifican en proteicas, esteroideas y ácidos grasos (Hafez, 1996). Los perfiles de liberación hormonal presentan variaciones circadianas. Así la hormona luteinizante (LH) presenta niveles superiores (mayor pulsatilidad) en las horas de la mañana, mientras que la tasa de secreción de la hormona folículo estimulante (FSH) aumenta levemente después del mediodía (Blanc *et al.*, 1981 citado por Fernández A., 1993). También existe un ritmo circadiano para la secreción cíclica de LH ya que el pico preovulatorio de LH se produce principalmente (con mayor frecuencia) en las horas de la noche (Pelletier 1983, Fabre-Nys *et al.*, 1984, citados por Fernández A., 1993).

Hipotálamo y secreción de GnRH

El hipotálamo ocupa una porción del encéfalo, en la región del tercer ventrículo el quiasma óptico hasta los cuerpos mamilares. Se puede dividir en tres zonas: 1.- Hipotálamo anterior; 2.-Hipotálamo medio; y 3.- Hipotálamo posterior. La hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) es un decapeptido que induce y controla la liberación tanto de LH como de FSH de la hipófisis (Hafez, 1996). Es sintetizada por neuronas hipotalámicas en diferentes centros y transportada a lo largo de axones hasta la eminencia media.

El control sobre LH y FSH a través de la GnRH lo ejerce desde dos diferentes centros, el centro tónico y el centro preovulatorio o cíclico (Fernández A., 1993). La GnRH es liberada por el “pulsar” o unidad generatriz de pulsos constituida por un grupo de neuronas ubicadas en la eminencia media. La región supraquiasmática del hipotálamo anterior es la responsable de la secreción cíclica. Este centro regula no sólo la tonicidad de LH sino la liberación y secreción de prolactina. El hipotálamo medio controla las descargas basales de LH y FSH a través de la secreción de GnRH. Existe un sistema vascular porta hipofisario que permite una conexión directa entre el hipotálamo y la hipófisis, permitiendo el pasaje de hormonas del hipotálamo hacia la hipófisis anterior y posterior. La respuesta a la GnRH tanto de LH como de FSH en la adenohipofisis es capaz de variar diferencialmente con el estado del ciclo (Peters y Ball, 1995).

Hipófisis y gonadotropinas hipofisarias

La hipófisis se localiza en la silla turca, una depresión ósea en la base del encéfalo (Hafez, 1996). Presenta un lóbulo anterior o adenohipófisis y un lóbulo posterior o neurohipófisis que está constituido por terminaciones nerviosas que aportan las hormonas producidas por el hipotálamo, conteniendo células granulosas y tejido conjuntivo (Fernández A., 1993).

El lóbulo anterior secreta cuatro hormonas importantes: hormona folículo estimulante (FSH), hormona luteinizante (LH), prolactina y hormona estimulante de la tiroides (TSH)

FSH: Estimula el crecimiento y maduración de los folículos ováricos. En presencia de LH estimula la producción de estrógeno por los ovarios o los testículos.

LH: Las concentraciones tónicas de LH actúan conjuntamente con las de FSH para inducir la secreción de estrógenos. La oleada preovulatoria de LH causa la rotura de la pared folicular y la ovulación (Hafez, 1996). Luego de la ovulación, la LH estimula el desarrollo del cuerpo lúteo y la secreción de progesterona (Mc Donald, 1991).

Las concentraciones tónicas de LH y FSH son controladas por retroalimentación negativa a partir de las gónadas. Las oleadas de FSH y LH inducen las fases finales de maduración del oocito. La concentración de estrógeno baja luego de la oleada de ambas hormonas y las manifestaciones psicológicas del estro se abaten (Hafez, 1996). La liberación preovulatoria de LH es inducida por un incremento de la concentración de estrógeno circulante que tiene un efecto positivo sobre el hipotálamo al inducir la liberación de GnRH, ello da por resultado la oleada preovulatoria de LH y FSH (Hafez, 1996).

Tanto la FSH como la LH se sintetizan en forma continua y se almacena en la adenohipófisis. Los niveles plasmáticos dependen de la cantidad liberada por la glándula. Se pueden distinguir tres niveles de la hormona en sangre:

- Nivel basal: nivel bajo y relativamente constante.
- Pulsos: concentración aguda e incrementada. En general duran menos de una hora.
- Elevación (pico): gran incremento de la hormona, supera el nivel basal y dura más de una hora (Mc Donald, 1991).

Durante la fase luteal, la LH se presenta con pulsos de alta amplitud y baja frecuencia y baja concentración en plasma (Rahe *et al.*, 1980 citados por Peters y Ball, 1995). Durante la fase folicular se presenta con pulsos de baja amplitud y alta frecuencia y alta concentración en plasma. Luego de ovulación, la LH presenta pulsos de baja amplitud y alta frecuencia y alta concentración en plasma (Peters y Ball, 1995).

Cada pulso de LH produce un pulso de estradiol; durante la fase folicular esta secreción es la responsable de la retroalimentación positiva sobre la secreción de LH. Los estrógenos aumentan en esta fase (e inducen el comportamiento sexual). El incremento de los estrógenos acelera la frecuencia de pulsos de LH. Rápidamente la hipófisis cambia la sensibilidad a la GnRH y produce una descarga violenta que se conoce como pico preovulatorio o pico de LH (Fernández A., 1993). Durante la fase luteal la progesterona produce la inhibición de la secreción de LH. La frecuencia de pulsos disminuye con respecto a la fase folicular debido al efecto negativo de la progesterona asociada a los estrógenos. La progesterona organiza el ciclo estral bloqueando el “pulsar” generador de la secreción de GnRH a nivel del hipotálamo.

Por otra parte, la secreción de FSH durante el ciclo estral se caracteriza por la presencia de dos picos principales. El primero coincide con el pico preovulatorio y el segundo aproximadamente 24-30 horas después, en las cercanías de la ovulación.

Respecto a la Prolactina, ésta favorece el crecimiento folicular y el mantenimiento del cuerpo lúteo (luteotrófica). Su secreción, durante el ciclo estral está asociada a la secreción de estrógenos. El perfil de secreción presenta un aumento de ésta luego de comenzada la luteólisis y un segundo pico en respuesta a la elevación de la tasa de estrógeno.

Hormonas gonadales

Esteroides:

El colesterol es el precursor de la progesterona y ésta de los andrógenos y estrógenos. La secreción de esteroides por las gónadas está bajo el control endócrino de la hipófisis.

Entre otras funciones los estrógenos actúan en el Sistema Nervioso Central (SNC) para inducir el estro conductual en la hembra. Ejercen control por retroalimentación tanto positiva como negativa sobre la liberación de LH y FSH. El efecto negativo se produce sobre el centro de secreción tónica del hipotálamo, mientras que el positivo actúa en el centro de secreción preovulatoria (provocando el pico preovulatorio de LH). El principal estrógeno es el estradiol (Hafez, 1996). Los estrógenos también son necesarios para la implantación embrionaria (el blastocito produce estrógenos) (Mc Donald, 1991).

La concentración de Estrógenos aumenta 4 días antes de la ovulación y el máximo coincide con el día de la ovulación o el día anterior (Glencross y Pope, 1981 citados por Peters y Ball, 1995). Este pico precede al pico preovulatorio de LH e induce el comportamiento del celo. Luego se observan 3 a 4 picos de menor magnitud durante el ciclo (Fernández A., 1993).

La progesterona es secretada por el cuerpo lúteo, por la placenta y por la glándula suprarrenal. Prepara el endometrio para la implantación del embrión y el mantenimiento de la preñez (Hafez, 1996). Esta hormona actúa en forma sinérgica o antagónica con los estrógenos en varios procesos reproductivos. Es la hormona reguladora del ciclo estral (Fernández A., 1993). Altas concentraciones de progesterona inhiben el estro y la oleada ovulatoria de LH (Hafez, 1996). La vida media de la hormona en el suero sanguíneo de vacas es de 22 a 36 minutos, por lo que es secretada continuamente (Mc Donald, 1991).

La principal fuente de progesterona es el cuerpo lúteo; por eso esta hormona aumenta sus niveles plasmáticos después de la ovulación.

Proteicas:

La inhibina es una proteína producida por células de la granulosa del folículo de Graaf. Inhibe la producción de FSH por la hipófisis sin alterar la producción de LH (Fernández A., 1993). Al controlar selectivamente la secreción y liberación de FSH regula el crecimiento folicular (Mc Donald, 1991). Otra hormona proteica es la relaxina la cual es producida por el cuerpo lúteo y la placenta e interviene en el momento del parto (Fernández A., 1993).

Lipídicas:

Son secretadas por casi todos los tejidos corporales (Hafez, 1996). La PGF2- α y la PGE son las más importantes desde el punto de vista reproductivo: actúan sobre la inducción del parto, de la ovulación, lisis del cuerpo lúteo y transporte de gametos (Fernández A., 1993). Un incremento en la concentración de estrógeno que acelera el crecimiento del miometrio en el útero, estimula la síntesis y liberación de PGF2- α . En hembras preñadas el útero envía una señal que impide la liberación de ésta permitiendo así que un cuerpo lúteo de ciclo estral se convierta en cuerpo lúteo de la preñez (Hafez, 1996).

Mecanismos de retroalimentación de los ovarios sobre la secreción de hormonas gonadotrópicas

Fase folicular:

Retroalimentación positiva sobre la liberación de LH: Debido a que la progesterona disminuye tres o cuatro días antes del estro, comienzan a suceder pulsos de LH con mayor frecuencia. La caída de progesterona sérica y liberación de LH resulta en el incremento de secreción de estradiol. Este estrógeno “provoca” la liberación de LH (Peters y Ball, 1995). La alta concentración de estradiol durante la fase folicular del ciclo induce la oleada preovulatoria de gonadotropinas por un feedback positivo incrementando la frecuencia de secreción de GnRH (Kesner *et al.*, 1981 citado por Peters y Ball, 1995).

Retroalimentación negativa sobre la liberación de FSH: La inhibina es sintetizada por las células de la granulosa del folículo dominante y produce una supresión específica sobre la secreción de FSH y de esta forma se impide el crecimiento de otros folículos.

Fase lútea :

Retroalimentación negativa sobre la secreción de LH: La baja concentración de estrógenos secretada durante el desarrollo folicular en la fase luteal actúa sinérgicamente con la alta progesterona para ejercer un feedback negativo sobre la secreción de GnRH y LH (Peters y Ball, 1995).

El estradiol tiene un efecto negativo sobre la secreción de LH disminuyendo la amplitud de los pulsos. La frecuencia no sería modificada por el estradiol, que actúa a nivel hipofisario reduciendo la respuesta de GnRH. De este modo el estradiol aumenta la

acción negativa de la progesterona en parte porque induce la formación de receptores de progesterona en el hipotálamo. El efecto negativo del estrógeno se observa igualmente sobre las secreciones de FSH y de prolactina (Fernández A., 1993).

II.1.1.2- El ovario

II.1.1.2.1- Foliculogénesis

Los folículos ováricos se pueden clasificar morfológicamente en folículos primordiales unilaminares, folículos de crecimiento y folículos de Graaf. En el folículo de Graaf ya se ha creado el antro y se pueden reconocer tres capas: la Teca Externa, la Teca Interna y la Granulosa. La Granulosa está en contacto con el oocito. El antro contiene fluido folicular. La actividad esteroideogénica del folículo comienza a partir de la formación del antro (Hafez, 1996). Al nacimiento los ovarios contienen un alto número de folículos primordiales. Al comenzar la etapa adulta estos folículos comienzan a desarrollarse escalonadamente; pocos de ellos se transformen en folículos preovulatorios o de Graaf (Fernández A., 1993), mientras que la mayoría sufre atresia o nunca se desarrolla.

El folículo es el compartimento ovárico que permite al ovario cumplir su doble función de gametogénesis y esteroideogénesis. El folículo de mayor tamaño se encarga de casi toda la secreción de estrógeno por el ovario durante el estro; dicha secreción cae con rapidez hacia el momento del pico de LH. La vaca ovula en general un solo folículo el cual puede identificarse por sus dimensiones unos 3 días antes del inicio del estro, cuando hay uno o dos folículos grandes en los ovarios (Hafez, 1996).

II.1.1.2.2 - Desarrollo y control folicular

El crecimiento del folículo hasta la etapa de formación del antro no es estrictamente dependiente de las gonadotropinas. Por otra parte la formación del antro y el crecimiento final dependen por completo de la LH y la FSH (Hafez, 1996). La FSH tiene una participación importante en el inicio de la formación del antro; estimula la síntesis de las células de la granulosa y la formación del líquido folicular. El estradiol favorece el efecto mitótico de la FSH. Además, la FSH induce la sensibilidad de las células de la granulosa hacia la LH al aumentar el número de receptores hacia ésta última (Hafez, 1996). Las células tecales del ovario tienen receptores de LH y las células de la granulosa receptores de FSH y LH. Los receptores para LH aumentan en número mientras el folículo madura siendo su concentración máxima en el folículo de Graaf. LH y FSH actúan sinérgicamente para la producción de estrógenos actuando sobre la teca y granulosa respectivamente. La mayoría de los estrógenos se difunden por los capilares a la circulación sanguínea sistémica, y otros quedan en el antro folicular (Mc Donald, 1991).

En una onda folicular se desarrolla un gran número de folículos antrales, luego ocurre la selección de uno de los folículos dominantes y la regresión de todos los otros folículos subordinados. En ausencia de regresión luteal, el folículo dominante se atresia, comenzando una nueva onda folicular (Kastelic *et al.*, 1990 y Mapletoft y Bo, 1995 ambos citados por Mertens *et al.*, 1997). El folículo dominante inhibe el desarrollo de otros folículos. Ésta inhibición es ejercida a nivel local y sistémico. Los folículos producen sustancias inhibitorias que provocan regresión y atresia de los folículos subordinados (Moor *et al.*, 1984 citado por Mertens *et al.*, 1997). Los folículos anovulatorios antrales pasan por tres estados: una fase de crecimiento, una fase estática y una fase de regresión (Savio *et al.*, 1988 citados por Mertens *et al.*, 1997). El folículo ovulatorio, solo pasa por la fase de crecimiento (Ginther *et al.*, 1989 citado por Mertens *et al.*, 1997).

El crecimiento de los folículos se presenta generalmente en 2 o 3 ondas por ciclo (Peters y Ball, 1995; Hafez, 1996) cada una formada por el reclutamiento de folículos secundarios, seguida por un período de crecimiento y terminado con el crecimiento de un gran folículo dominante, mientras que los otros se vuelven atrésicos (Savio *et al.*, 1988 citado por Fernández A., 1993). Una de éstas ondas es ovulatoria, en ella sucede un crecimiento selectivo y acelerado del folículo preovulatorio en los tres días previos a la ovulación (Rajakoski, 1960 citado por Mertens *et al.*, 1997).

El momento de la regresión del cuerpo lúteo y por ende la duración del ciclo estral está en función del número de ondas del ciclo. El folículo ovulatorio se vuelve dominante en el momento en que ocurre la luteólisis (Ginther *et al.*, 1989 citado por Mertens *et al.*, 1997).

La fase luteal con secreción de progesterona posiblemente enlentece el crecimiento folicular debido a su efecto en el feedback negativo sobre las gonadotropinas (Fernández, A., 1993). Las hormonas metabólicas, hormonas de crecimiento, la insulina y factor de crecimiento tipo insulínico 1 (IGF-1) tienen efectos sobre el crecimiento folicular y podría estar mediando los efectos de nutrición en la función reproductiva (Webb *et al.*, 1992 citado por Peters y Ball, 1995).

Mecanismos de selección y atresia:

Un folículo adquiere dominancia y suprime a los otros folículos que crecen. Aparentemente el folículo que será el dominante posee una ventaja competitiva en su capacidad de responder a los niveles presentes de FSH. La FSH induce sus propios receptores y los de LH e incrementa la producción folicular de estrógenos. El estrógeno induce a sus propios receptores y a los de FSH y tiene un rol importante en la secreción de productos foliculares (Fernández A., 1993).

Los efectos supresivos del folículo dominante sobre sus subordinados se deben a la inhibina y a los estrógenos; la inhibina suprime la síntesis y/o secreción de FSH, y los estrógenos quizá modulen los efectos y producción de la FSH. La sensibilidad del folículo dominante a la FSH aumenta haciendo que esté más disponible para el folículo dominante al tiempo que se inhíbe la secreción de FSH. Los folículos subordinados no pueden continuar creciendo en un ambiente de carencia de FSH y la diferencia entre los folículos subordinados y el dominante se amplía geométricamente (Richards, 1980; Tsafiriri, 1988; Martín *et al.*, 1991; Adams, 1995; Price *et al.*, 1995; todos citados por Mertens *et al.*, 1997).

Con presencia de cuerpo lúteo la LH está a bajos niveles y el folículo dominante entra en su fase de regresión (baja la producción de estrógeno) lo que es seguido de un aumento de la FSH. Este pico de FSH no afecta al folículo en regresión pero induce la siguiente onda de crecimiento folicular. La vida media de un folículo dominante está controlada por la secreción de LH regulada por los niveles de progesterona (Fernández A., 1993).

El folículo se colapsa después de la ovulación. El cuerpo lúteo alcanza la madurez unos siete días después de la ovulación y funciona durante otros ocho o nueve días antes de experimentar regresión finalmente. Las concentraciones crecientes de 17-beta estradiol inducen estro comportamental y combinados con la declinación de las concentraciones de progesterona, desencadenan la oleada de LH. Si hay presente un folículo maduro, esta oleada de LH causa la ovulación unas 24 horas después (Hafez, 1996).

La ovulación comprende el rompimiento de la pared del folículo ovárico y la liberación de su contenido y del oocito maduro (Mc Donald, 1991). Se produce 10 a 12 horas después del final del celo según Hafez (1996), y 12 a 15 hs luego del estro

(Schams *et al.*, 1977, citados por Peters y Ball, 1995) y 24-30 horas después de la oleada máxima inicial de gonadotropinas (Mc Donald, 1991; Hafez, 1996).

Cuerpo lúteo

Es un órgano temporal endócrino que dura solo unos pocos días en la vaca que cicla no preñada y sana. Durante el diestro el cuerpo lúteo produce cantidades máximas de progesterona.

Luego de la ovulación se forma el cuerpo hemorrágico y se desarrolla un coágulo de sangre. Este coágulo provee de nutrientes y sirve de medio físico donde en un período de 3 a 4 días proliferan células lúteas, que eran células de la granulosa y tecaes diferenciadas (Mc Donald, 1991).

La LH y la FSH son hormonas esenciales para que las células se transformen en luteales. Posteriormente la LH y la prolactina son necesarias para la secreción de progesterona (Fernández A., 1993). La sustancia luteotrópica producida por la hipófisis es la LH aunque la ovulación por si sola ya favorece el desarrollo lúteo. El tamaño máximo del cuerpo lúteo se alcanza entre los 14 y los 16 días (Mc Donald, 1991).

El cuerpo lúteo formado tiene células luteínicas grandes y pequeñas, ambas secretan progesterona. Es posible que la capa granulosa folicular origine a las células luteínicas grandes, y la capa tecal origine a las pequeñas que con el tiempo se vuelven grandes (Mc Donald, 1991). Estas células de mayor tamaño son las que contienen la mayor parte de los receptores de PGF₂- α , jugando un rol importante en la luteólisis (Fernández A., 1993).

Cuando no hay concepción el día 16 la PGF2- α (luteolisina) del endometrio del útero llega al ovario y comienza la ruptura del cuerpo lúteo. Los niveles de progesterona caen rápidamente (más bruscamente que la degradación celular y capilar); se libera el bloqueo que permite un aumento de FSH y el cuerpo lúteo se transforma en el cuerpo albicans que no tiene vascularización y no es funcional.

Prostaglandina: Las prostaglandinas se metabolizan rápidamente en los pulmones, esencialmente la PGF2- α hormona que es sintetizada por el útero. A pesar de ésta rápida metabolización, la hormona llega en cantidades adecuadas al ovario ya que existe una vía de transporte local entre el útero y el ovario. La arteria que abastece al ovario está replegada y toma un camino tortuoso a lo largo de la vena que drena al cuerno uterino del mismo lado. Esta posición permite el pasaje de la luteolisina uterina, de la vena uterina a la arteria ovárica. El cuerno uterino no preñado al día 16 del ciclo estral lisa al cuerpo lúteo ipsilateral y cuando existe preñez envía señales luteotrópicas. El útero controla la vida del cuerpo lúteo (Mc Donald, 1991). La hormona Oxitocina es producida por el cuerpo lúteo, ésta podría tener un rol en la luteólisis por inducción de la liberación de PGF2a (Flint y Sheldrick, 1982; 1983 citados por Peters y Ball, 1995). Hay receptores de oxitocina en las células de las membranas exteriores del endometrio. El número de receptores se incrementa avanzado el ciclo (Peters y Ball, 1995).

Progesterona: Los altos niveles de progesterona inhiben la liberación de gonadotropinas, lo que regula el diestro. Luego de la luteolisis, la progesterona plasmática cae a menos de 1,0 ng/ml de sangre, se producen picos de FSH (días 17 en adelante) y los niveles de estrógenos aumentan. El bajo nivel de progesterona más el alto nivel de estrógenos conducen a la conducta de celo. En el primer ciclo luego de un anestro donde no hay un descenso de progesterona el primer aumento de los niveles de estrógenos es incapaz de provocar celo. Esto hace pensar que la progesterona facilita la receptividad al macho inducida por los estrógenos. La producción de progesterona se

calcula según el nivel de progesterona en el plasma sanguíneo. La progesterona aumenta su concentración en un útero grávido (Mc Donald, 1991).

A modo de síntesis, en la figura II.2 se resumen los eventos endócrinos de la dinámica folicular bovina. Se pueden ver 3 ondas foliculares, y los perfiles de secreción de la progesterona, estrógeno, FSH y LH.

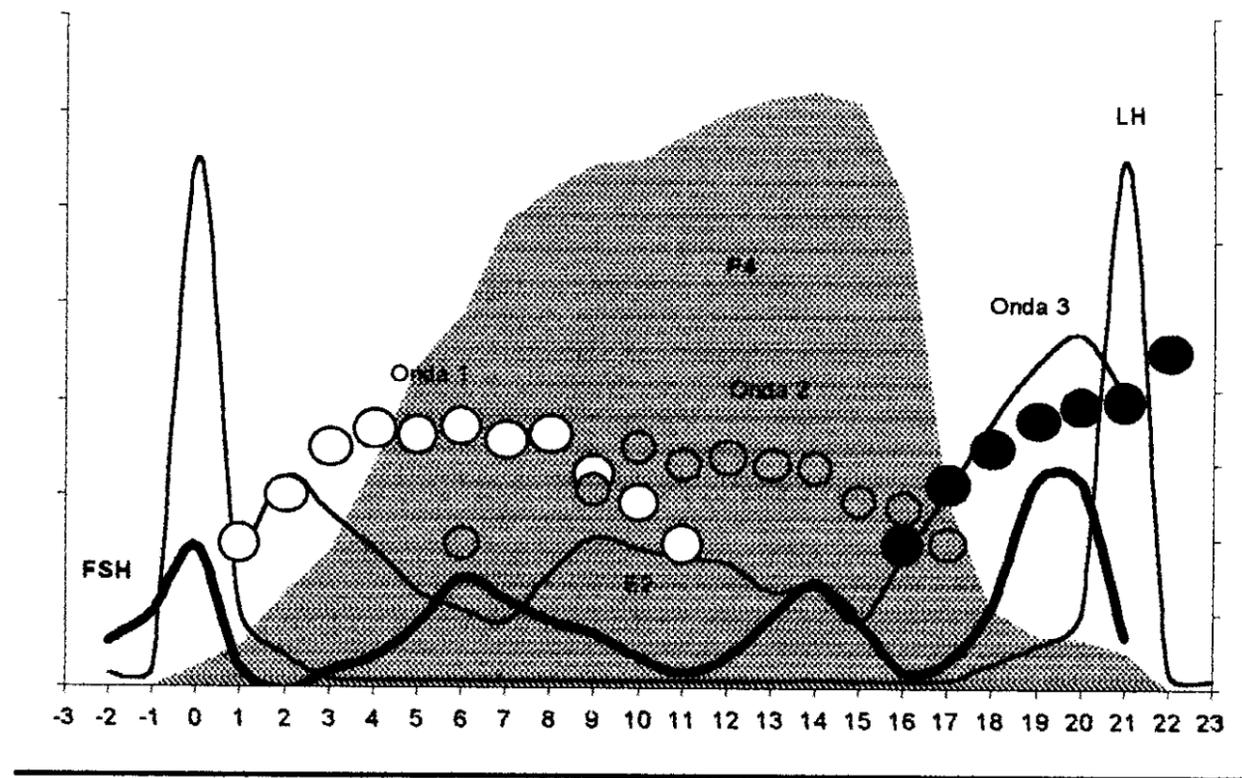


Figura II.2 : Principales eventos endócrinos durante un ciclo estral bovino.

Fuente: Quintans y Viñoles, sin publicar.

II.1.2- Anestro posparto

Como ya se dijo anteriormente el anestro es el período que atraviesan las hembras sin actividad sexual con ausencia de conducta estral. Este trabajo se refiere al anestro que sucede en el posparto. Para que dicho período finalice es necesario tanto el desarrollo de folículos capaces de ovular como un soporte gonadotrópico capaz de producir la ovulación y mantener ciclos estrales normales y una respuesta hormonal ovárica adecuada. Ello requiere, de niveles nutricionales adecuados, de la reinstauración del funcionamiento del sistema hormonal (secreción, liberación, respuesta a los niveles

sanguíneos, entre otros), y en la medida en que en ganado de carne la vaca suele estar con ternero al pie, la culminación del anestro exige el escape al efecto del amamantamiento. En este capítulo se revisan los antecedentes de investigación a efectos de conformar un modelo que sirva de base para el análisis de la duración del anestro posparto en el presente estudio.

II.1.2.1- Reinicio de la foliculogénesis

La reanudación de ondas foliculares y la formación del primer folículo dominante sucede pocos días después del parto. Savio *et al.*, (1990), en ganado lechero con 2 ordeños diarios, encontraron que el primer folículo dominante aparecía, en promedio, $11,6 \pm 8,9$ días después del parto; y Murphy *et al* (1990), trabajando con vacas de carne multíparas, con ternero al pie, detectaron al primer folículo dominante en promedio $10,2 \pm 2,2$ días posparto.

En ganado para carne, los primeros folículos registrados previo a la primera ovulación, son de tamaño medio, luego se desarrolla un folículo dominante que en general se atresia. La cantidad de los primeros folículos dominantes que ovulan es baja (2 vacas en 18) (Murphy *et al.*, 1990). El número de folículos dominantes antes de la primer ovulación varió según los mismos autores de 1 a 6, y se correlacionó en 0,87 con el intervalo parto – primer ovulación. En vacas lecheras, el período de crecimiento folicular anterior a la primer ovulación está caracterizado por el desarrollo de folículos principalmente pequeños y otros de tamaño medio. Fue consistente la ausencia de folículos grandes durante este período (Dufour & Roy, 1985; y Peter & Bosu, 1988 citados por Savio *et al.*, 1990). En general el primer folículo dominante ovuló 3 a 5 días después de ser detectado como tal, por ultrasonido (28 vacas en 33 para Savio *et al.*, 1990). Los folículos que se desarrollan en el anestro tienen la misma tasa de crecimiento, diámetro máximo y persistencia, que un folículo de la fase luteal de un ciclo estral (Walters *et al.*, 1982; Spicer *et al.*, 1983; Braden *et al.*, 1986; Prado *et al.*, 1989 citados

por Murphy *et al.*, 1990). Se concluye entonces que la prolongación del anestro posparto es debido a la carencia de ovulación, y no a la falta de desarrollo de folículos dominantes (Peters, 1984 citado por Savio *et al.*, 1990; Murphy *et al.*, 1990).

II.1.2.1.1.- Efectos de la nutrición y amamantamiento sobre la foliculogénesis

Un balance energético negativo retrasa la ovulación. Se reportó un aumento en el número de ondas foliculares posparto, en vacas con dietas bajas en energía (10,6 ondas), respecto a las de alto aporte de energía (6,8) (Grimard *et al.*, 1995; Stagg *et al.*, 1995). La influencia del nivel de energía de la dieta sobre el estatus metabólico fue más importante en vacas primíparas y la secreción de LH fue más baja y el proceso de reclutamiento menos efectivo en primíparas que en multíparas (Grimard *et al.*, 1995). Este hallazgo puede explicar la gran influencia de la nutrición sobre la reproducción en animales jóvenes reportada por Petit y Agabriel (1993).

Los coeficientes de correlación entre condición corporal (CC) y número de folículos pequeños, medianos y grandes durante el posparto fueron de 0,48; 0,19 y 0,66 respectivamente. Estas relaciones sugieren que la nutrición y/o la condición corporal podría tener un efecto indirecto importante sobre el pasaje de folículos medios a grandes (Perry *et al.*, 1991). En un experimento conducido por Diskin *et al.*, (1999) la tasa de crecimiento folicular y la frecuencia de pulsos de LH fueron menores en vacas de baja condición corporal, respecto a las de moderada condición corporal; mientras que el diámetro fue similar para ambos grupos. El amamantamiento retarda el intervalo parto primera ovulación, pero no la reanudación del crecimiento folicular o el desarrollo de folículos dominantes. Antes de la primera ovulación existen recurrentes períodos de crecimiento y atresia de folículos dominantes que no ovulan (Murphy *et al.*, 1990). Estos autores concluyen que la foliculogénesis no fue una limitante para la ovulación. Diskin *et al.*, (1999) no encontraron efecto del amamantamiento o aislamiento del ternero en los folículos en fase de crecimiento o diámetro máximo de los mismos.

En nuestras condiciones, vacas de carne con ternero al pie con 50 días posparto en CC de 3,5 unidades (escala 1 - 9) presentaron patrones de crecimiento folicular en ondas, siendo el diámetro promedio del folículo dominante de $11,0 \pm 0,4$ mm (Quintans, 2000).

II.1.2.2- Reactivación del eje hipotálamo-hipófisis-ovario

La concentración de LH y la sensibilidad de la hipófisis alcanza el máximo a los 12 a 15 días en vacas lecheras pero puede ser más tarde en vacas amamantando. El patrón pulsátil de gonadotropinas está ausente en el posparto pero reaparece en vacas lecheras ordeñadas aproximadamente el día 10 posparto. Sin embargo en vacas amamantadas esto no ocurre hasta el día 50 o más (Peter y Ball, 1995).

La concentración en plasma de FSH incrementa sus niveles muy temprano durante el posparto. La secreción de FSH no aparece como factor limitante para el comienzo de la ciclicidad ovárica posparto. Uno o dos días luego del parto, la concentración de FSH se incrementa y presenta poca variación posteriormente (Peter y Ball, 1995).

Las fuentes de progesterona durante la gestación son en mayor grado el cuerpo lúteo y en menor grado la placenta y glándulas adrenales (Wettemann, 1980). La progesterona es alta durante la gestación y cae 2 a 3 días antes del parto a menos de 1 ng/ml, por la expulsión de la placenta y la regresión del cuerpo lúteo de la preñez (Wettemann, 1980; Rivera y Alverio, 1991). En el posparto temprano se mantiene en niveles basales menores que 1 ng/ml (Kesler *et al.*, 1977; Webb *et al.*, 1977; Edqwist *et al.*, 1978 citados por Wettemann, 1980) (similar al nivel de la fase folicular de un ciclo estral normal). Luego, el nivel de la hormona aumenta 2 a 4 días antes de la primera

actividad ovárica cíclica, comenzando una fase luteal (Wettemann, 1980; Rivera y Alberio, 1991). Esta fase luteal es en general más corta que una normal, ya que es provocada por un cuerpo lúteo de corta duración (Rivera y Alberio, 1991).

El estrógeno tiene una concentración máxima un día antes del parto siendo la placenta la mayor fuente secretora de esta hormona (Gorski y Erb, 1956 citados por Wetteman, 1980). El primer día posparto los niveles séricos de estrógeno se hacen mínimos, luego a medida que progresa el posparto estos niveles se elevan progresivamente. El efecto negativo de feed back de esta hormona es probablemente ejercido tanto en la pituitaria anterior como a nivel del hipotálamo. Por lo tanto, el estrógeno inhibe la secreción de LH excepto en el período justo antes del pico ovulatorio, momento en el que predomina un feed back positivo y el estrógeno estimula la secreción de GnRH (Schillo *et al.*, 1985).

Durante la preñez el eje hipotálamo-hipófisis es inhibido por una alta concentración sérica de progesterona y estrógeno que suprime la liberación de GnRH resultando en una inadecuada estimulación de la pituitaria para mantener la síntesis de LH. Esto produce un vaciado de LH en la hipófisis que debe ser restaurado luego del parto antes de que los ciclos estrales normales puedan comenzar (Nett, 1987).

Algunos autores (Nett, 1987; Williams *et al.*, 1996) sugieren que después del parto existen tres fases de recuperación del eje hipotálamo-hipófisis-ovario. La primer fase dura dos a cinco semanas y se caracteriza por producirse el llenado de los niveles de LH en la pituitaria anterior (No influenciada por el amamantamiento) (Nett, 1987; Williams *et al.*, 1996). La frecuencia de descarga de pulsos de GnRH es de un pulso cada 4 a 8 horas, lo que estimula la biosíntesis de LH. Esto, asociado a una baja liberación de LH aumenta el contenido hipofisario (Nett, 1987). En la segunda la concentración de LH circulando favorece el crecimiento de folículos ováricos, y aumenta por tanto la secreción de estrógenos. El primer efecto de los estrógenos es

estimular la producción de sus propios receptores en hipotálamo e hipófisis (Nett, 1987). La sensibilidad hipotalámica a la retro-alimentación positiva en respuesta a los niveles de estradiol se incrementó (Short, 1979 citado por Williams *et al.*, 1996). La retroalimentación positiva del estrógeno es el resultado de pequeños incrementos de la concentración en sangre por cortos períodos. En contraste la prolongada y muy alta concentración de estrógenos durante la gestación tardía produce una poderosa retroalimentación negativa (Nett, 1987). El amamantamiento incrementa la sensibilidad al feed back negativo del estradiol sobre el hipotálamo (Acosta *et al.*, 1983) y baja el nivel de GnRH en la eminencia media (Zalesky *et al.*, 1990). La tercer fase se caracteriza por la adquisición de un escape del amamantamiento (Williams *et al.*, 1996). La frecuencia de pulsos de GnRH se incrementa produciendo aumentos en la frecuencia de pulsos de LH. Estos eventos llevan al desarrollo final de folículos que culmina en ovulación (Nett, 1987).

II.1.3- Factores que afectan la fertilidad de los vientres

La infertilidad posparto en la hembra vacuna es causada por cuatro factores: 1- Infertilidad general; 2- Insuficiente involución uterina; 3- Ciclo estral corto; 4- Anestro (Short *et al.*, 1990).

El componente infertilidad general está presente en cualquier ciclo estral y reduce el potencial de fertilidad en un 20 a 30 %.

La incompleta involución uterina previene la fertilización durante los 20 primeros días luego del parto pero no está relacionada al anestro (Short *et al.*, 1990). Esta involución no fue afectada por el nivel de energía de la dieta pre y posparto para vacas alimentadas con combinaciones de 70 y 150 % de la energía recomendada por NRC (Perry *et al.*, 1991). Para los mismos autores la tasa de involución uterina no estuvo asociada con la duración del anestro posparto.

Los ciclos estrales cortos son ciclos estrales completos pero de menor duración. La primera ovulación del estro destinada a comenzar un ciclo estral corto es normal, con un óvulo que puede ser fertilizado. La infertilidad es consecuencia de que la vaca retorna al estro antes de que ocurra el reconocimiento de la preñez por la lisis del cuerpo lúteo (Lishman *et al.*, 1979; Kesler *et al.*, 1981; Short *et al.*, 1990, citando a Short *et al.*, 1974; Rutter y Randel 1984; Duby *et al.*, 1985; Carruthers *et al.*, 1986). Wettemann reportó una duración de la fase luteal del primer ciclo estral, cuando este era corto de 7,3 días contra 13 días de un ciclo normal. Mientras que para vacas lecheras se detectó un largo de 15 días entre primera y segunda ovulación (Marion y Gier 1968; Morrow *et al.*, 1966 citados por Wettemann, 1980). Schams *et al.*, (1978) citados por Wettemann (1980), cuantificó la cantidad de animales que salen del anestro con un primer ciclo estral corto resultando en un 52%, ciclo estral normal un 28% y las acíclicas 8%.

El cuerpo lúteo formado durante un ciclo estral corto es más pequeño, secreta poca progesterona y tiene menos respuesta a la estimulación gonadotrópica (Short *et al.*, 1990). El incremento del nivel de progesterona en plasma que precede el primer ciclo en el posparto de vacas es frecuentemente debido a un cuerpo lúteo en formación (Donaldson *et al.*, 1970; Castenson *et al.*, 1976 citados por Wettemann, 1980). Los ciclos estrales normales en vacas lecheras se encontró que comenzaron cerca de 9 días después de ser detectado un incremento en progesterona en plasma (Mather *et al.*, 1978 citado por Wettemann, 1980). Pope *et al.*, (1969) citado por Wettemann, (1980) trabajando con vacas lecheras encontraron que el aumento del nivel hormonal promedio de progesterona es mayor antes de la primera ovulación con celo que antes de la primera ovulación sin celo. La estimulación gonadotrópica parece ser normal y no limitante para el desarrollo del cuerpo lúteo (Manns *et al.*, 1983; Carruthers *et al.*, 1986; Garverick *et al.*, 1988 citados por Short *et al.*, 1990), aunque la concentración de la hormona FSH quizá sea baja antes de la primer ovulación luego de un ciclo estral corto (Ramirez-Godinez *et al.*, 1982). El cuerpo lúteo del ciclo estral corto es hipersensible a la

prostaglandina (Copelin *et al.*, 1988 citados por Short *et al.*, 1990); esto refuerza la evidencia de que el cuerpo lúteo del ciclo estral corto es funcionalmente deficiente. El útero en el posparto temprano produce y metaboliza grandes sumas de prostaglandinas. La capacidad funcional del cuerpo lúteo del ciclo estral corto es normal pero su regresión ocurre en forma prematura por la elevada concentración de PGF desde el útero. Esa alta concentración de PGF presumiblemente es parte del mecanismo involucrado en la involución uterina. Entonces, la involución uterina no sólo bloquea la fertilización sino que también previene la normal función del cuerpo lúteo (Short *et al.*, 1990).

Otras hipótesis de posibles causas para la ocurrencia de ciclos estrales cortos son: a) un inadecuado desarrollo folicular preovulatorio. El cuerpo lúteo de vida reducida también es común al final de los antestro puberales o estacionales en ovinos. El fluido folicular del folículo previo al cuerpo lúteo de vida corta tiene menos E17 β que uno de ciclo normal. También el folículo de inadecuado desarrollo tiene menos receptores para LH y FSH que uno normal (Rivera y Alberio, 1991); b) un inadecuado soporte gonadotrópico sobre el folículo preovulatorio (Rivera y Alberio, 1991).

Existe un alto porcentaje de vacas con primera ovulación silente, lo que sugiere que esto es fisiológicamente normal en el posparto (Graves *et al.*, 1968 y Wettemann *et al.*, 1978 citados por Wetteman 1979; Zemjanis, 1980 citado por Savio *et al.*, 1990 b). Siendo un 43% (de 386 vacas lecheras) con primera ovulación posparto silente (Whitmore *et al.*, 1974 citados por Wettemann, 1980); a 50% y un 6% de vacas con segunda ovulación posparto silente (King *et al.*, 1976). En un ensayo con vacas Frisonas, después de los 20 días posparto todos los ciclos estrales del primer folículo dominante posparto, fueron ciclos estrales cortos (Savio *et al.*, 1990 b).

Stagg *et al.*, (1995) reportaron que la ocurrencia de ciclos estrales cortos podría estar relacionada a la necesidad de una anterior exposición de progesterona para preparar

el folículo para llegar a ser un cuerpo lúteo completamente funcional o para regular la liberación de PGF 2alfa desde el útero. La nutrición también afectaría la ocurrencia de ciclos estrales cortos. Todas las vacas sometidas a dietas con bajo nivel energético tuvieron un primer ciclo estral corto seguido a la primera ovulación, mientras que 8/12 vacas de las con alto nivel energético tuvieron un ciclo estral corto, 3/12 tuvieron un ciclo normal y 1/12 tuvo un ciclo largo luego de la primera ovulación.

Los factores que pueden afectar la duración del anestro posparto son principalmente la nutrición y/o balance energético y el amamantamiento. Otros factores de menor importancia, son la estación, la raza, la edad, distocia, presencia del macho (Short *et al.*, 1990), y desordenes infecciosos (Chauhan *et al.*, 1984 citados por Murphy *et al.*, 1990).

II.1.3.1- Factores que afectan el anestro posparto

II.1.3.1.1- Efecto del amamantamiento sobre el antestro posparto

Como se verá más adelante el restablecimiento de la liberación pulsátil de LH está inhibido por el amamantamiento (Murphy *et al.*, 1990; Peters y Ball, 1995). El eje hipotálamo-hipófisis está hipersensible a la retroalimentación negativa de los estrógenos bloquea la liberación de GnRH a nivel hipotalámico (Zalesky *et al.*, 1990). El sistema de péptidos opioides (POE) estaría involucrado en el control de la secreción de LH durante el posparto (Short *et al.*, 1990). Recientemente se ha observado que la inhibición opioidérgica sería más alta en vacas subalimentadas y amamantadas (Quintans, 2000).

II.1.3.1.1.1- Mecanismos endócrinos relacionados al amamantamiento

Patrón de secreción de LH

El contenido hipofisario de LH aumenta rápidamente en el posparto (Wettemann, 1980; Malven, 1984; Schallenberger & Walters, 1985 citados por Murphy *et al.*, 1990), estimándose que al día 10 posparto ya ha alcanzado el nivel normal (Moss *et al.*, 1985 citados por Murphy *et al.*, 1990). La funcionalidad del hipotálamo e hipófisis está disminuida durante los primeros 10 a 20 días posparto. Durante ese período la cantidad de LH en la hipófisis es baja, ya que se secreta menos LH en respuesta a estrógenos o GnRH. Sin embargo, ese efecto negativo es temporal y no parece explicar el normal retraso en el resurgimiento de los ciclos estrales observado en vacas en posparto amamantadas (Short *et al.*, 1990).

El generador de pulsos de GnRH es bloqueado en la eminencia media durante el posparto temprano (Short, 1990; Zalesky *et al.*, 1990). Zalesky *et al.*, (1990) contrastaron los niveles hormonales (en sangre y el almacenado en la eminencia media) de vacas: a) con ovario y sin amamantamiento, b) ovariectomizadas amamantando intensamente y c) ovariectomizadas sin ternero. Tanto las intactas sin amamantar como las ovariectomizadas con amamantamiento intenso presentaron alta reserva de GnRH en la eminencia media, y baja LH en sangre (31 a 37 días posparto). Por el contrario, en el mismo período, vacas sin ovario y sin efecto del amamantamiento presentaron baja reserva de GnRH en la eminencia media y alta LH en sangre. La existencia de altos niveles de GnRH en eminencia media y baja en sangre evidencia que este péptido se ha producido pero su liberación se halla inhibida. Los resultados encontrados por los autores sugieren que, por su parte la producción de estrógeno ovárico impide la liberación de GnRH y por otra parte, el amamantamiento ejerce una función inhibitoria de esta liberación independientemente de la presencia o no del ovario.

La habilidad de la hipófisis para segregar LH en respuesta al LHRH exógeno, es la misma entre vacas amamantando y no amamantando (Foster *et al.*, 1980; Williams *et al.*, 1982; Short, 1990). Sin embargo, no todas las vacas responden a este tratamiento especialmente si está en el período de posparto temprano o consumiendo una dieta pobre (Short, 1990). Cuando los niveles hormonales fueron medidos una semana posparto, no se detectaron diferencias entre los tratamientos, indicando que en el posparto temprano son otros los factores que determinan el anestro (Zalesky *et al.*, 1990).

Por su parte, Nett *et al.*, (1988), citados por Zalesky *et al.*, (1990) encontraron que el contenido hipotalámico de LHRH fue mayor en vacas luego del parto (en anestro) que en vacas ciclando, probando ello que los niveles de LHRH almacenados en el hipotálamo no son limitante para la salida del anestro.

El efecto del amamantamiento como supresor de la liberación de LH actúa a nivel del hipotálamo suprimiendo la liberación de LHRH, parcialmente, a través de péptidos opioides (Gregg *et al.*, 1986; Whisnant *et al.*, 1986 citados por Zalesky *et al.*, 1990).

El patrón pulsátil de LH se hace progresivamente más frecuente a medida que avanza el posparto. Savio *et al.*, (1990) encontraron 2 o 3 picos cada 6 horas en la primer y segunda semanas posparto (vacas para carne, con cría al pie); y pasado ese período, 5 a 7 picos cada 6 horas en presencia de folículos dominantes. En concordancia con ellos Schallenberger y Prokopp (1985) citados por Murphy *et al.*, (1990) detectaron liberación pulsátil de LH desde la primer semana posparto. El patrón de picos de LH es de baja magnitud durante las dos primeras semanas, demostrando una reducida capacidad de liberación de LH en el posparto temprano (Short *et al.*, 1990). Como la magnitud de los pulsos de LH dependen del nivel de LH en la hipófisis, en el anestro temprano los pulsos de LH son de insuficiente magnitud para inducir la madurez folicular. Esto se logra solo después de que la hipófisis llega a un nivel normal de LH (Nett, 1987).

Williams *et al.*, (1987) estudiaron la frecuencia y cantidad promedio de LH en controles de amamantamiento de 102 horas en la tercer semana posparto. Vacas amamantadas no presentaron picos de LH y presentaron gran diferencia con los demás tratamientos: vacas no amamantadas con y sin ternero, vacas ordeñadas con y sin ternero. Estos otros tratamientos no tuvieron diferencias entre sí, como se puede apreciar en las gráficas de la figura II.3. Sin embargo la presencia de celos no acompañó éstos resultados: 4 de 6 vacas del grupo sin ternero no ordeñadas presentaron comportamiento de celo, mientras que en el resto de los grupos solo una vaca se alzó.

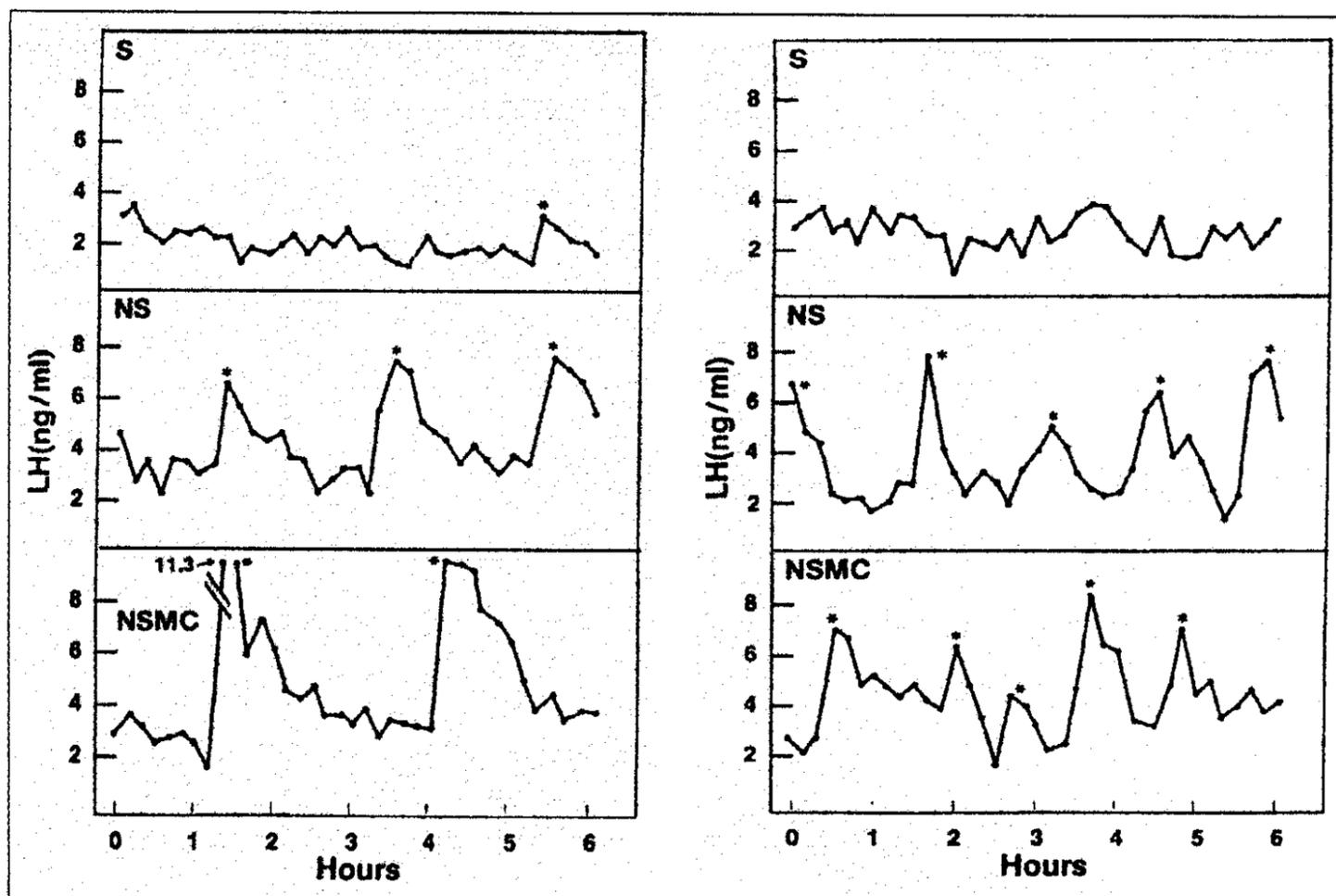


Figura II.3: Patrón individual de secreción de LH de vacas de tres tratamientos, al día dos de iniciados los tratamientos (izquierda) y cuatro (derecha).

S: Vacas amamantadas *ad libitum*, NS: Vacas no amamantadas con terneros separados durante 102 horas; NSMC: Vacas no amamantadas, con ternero presente y ordeñadas 8 veces al día.

Fuente: Williams *et al.*, 1987.

II.1.3.1.2.- Factores que intervienen en el efecto inhibitorio del amamantamiento

Vacas ordeñadas tienen anestros más cortos que vacas lactando (Hammond 1927 citado por Stevenson *et al.*, 1997). Vacas que no fueron amamantadas, con ubre intacta o mastectomizadas también presentaron anestro posparto más corto respecto a las amamantadas (Short *et al.*, 1972; Carruthers y Hafs, 1980). Si los terneros fueron destetados durante el anestro posparto, (20 a 40 días del parto) las vacas presentan el estro en pocos días (Walters *et al.*, 1982b citados por Short *et al.*, 1990). No se detectaron diferencias en la duración del período de anestro posparto cuando se compararon vacas amamantando y no amamantando muy temprano del anestro (a los 7 días) (Williams *et al.*, 1983 citados por Williams *et al.*, 1987). Sin embargo Carruthers y Hafs (1980) en vacas amamantadas encontraron una reducción en la frecuencia (0,7 vs 2,0 picos/4,5 hs para vacas amamantadas y no amamantadas respectivamente) y en la amplitud de pulsos de LH en los días 7 y 14 posparto en relación a las no amamantadas.

Vacas mastectomizadas (quitada la ubre) sin ternero acortan el anestro relativo a vacas con la ubre intacta no amamantando 12 vs. 25 días (Short *et al.*, 1972). La misma presencia del tejido de ubre podría inhibir la actividad ovárica (Peters y Ball, 1995).

La anovulación durante la lactancia no depende de la señal del ternero en la ubre. En vacas amamantando terneros, la denervación de la ubre no alteró el período posparto. Sin embargo, en el mismo estudio, se encontró que en las vacas con ubres denervadas una reducción de la producción de prolactina, pero no de oxitocina (Williams *et al.*, 1993 citado por Stevenson *et al.*, 1997).

La presencia continua del ternero con su madre podría retrasar la ovulación. En madres de terneros destetados a las 4 semanas, se acortó el anestro y aumentó la frecuencia de pulsos de LH (Walters *et al.*, 1982 citado por Stevenson *et al.*, 1997).

Cuando se mastectomizaron vacas y fueron mantenidas continuamente con su ternero con acceso al área inguinal, el período de anovulación fue tan prolongado como el de vacas que amamantaron a sus terneros normalmente (Viker *et al.*, 1993) (cuadro II.1). Vacas con sus terneros abozalados tuvieron un intervalo desde el parto hasta el primer estro más largo que vacas cuyos terneros fueron destetados 72 horas posparto (Macmillan, 1983 citado por Stevenson *et al.*, 1997). La presencia continua del ternero con su madre pero sin acceso a la zona inguinal prolongó el anestro en relación a vacas destetadas (Hoffman *et al.*, 1996). Se podría concluir que solo la presencia del ternero es suficiente para prolongar el período de anovulación.

Sin embargo Viker *et al.*, (1993), obtiene datos que no sustentan la hipótesis de que solo la presencia del ternero es suficiente para prolongar la anovulación posparto, sino que se requiere además de una estimulación táctil o intento de amamantamiento en la zona inguinal. Las vacas con ubres intactas presentaron un período parto - primera ovulación similar a vacas mastectomizadas con ternero presente (28,6 y 30,4 días respectivamente) (cuadro II.1). Vacas con terneros removidos tuvieron un período parto - primera ovulación similar a vacas con terneros a los cuales se les restringió el contacto con la madre a la zona del cuello y cabeza de la madre (17,0 y 15,3 días respectivamente). En concordancia con éstos autores Lamb *et al.*, (1999) encontraron que vacas a quienes el ternero les fue removido o restringido al área de cuello y cabeza tuvieron un anestro similar (14,7 y 19,9 días respectivamente). Por otro lado, vacas que amamantaron su propio ternero, o uno ajeno, o tuvieron el suyo restringido al área de cuello y cabeza y uno ajeno que las mamó, tuvieron anestros similares y más largos que los anteriores (35,0; 38,0 y 37,6 días respectivamente) (cuadro II.1). Sin embargo en este estudio la frecuencia, concentración media y amplitud de LH fue similar para los 5 tratamientos sin diferencias significativas. En éste trabajo se concluye que es más importante el lazo vaca ternero que la remoción de leche para prolongar la anovulación (Stevenson *et al.*, 1994).

Cuadro II.1: Efectos del ordeño o amamantamiento durante la lactación en el intervalo posparto en días a primera ovulación (o) o celo (c) en vacas lecheras y para carne.

Referencia	Ordeñadas	Amamantadas	Madre masectomizada	Destetadas	Ganado:	
					Lechero	Carne
Casida (1968) *	30 72 (e) 14-45 (o)				X	
Casida (1968) *		46-104 (e)				X
Marion y Gier (1968) *		36-71 (o)				X
Stevenson y Britt (1979) **	18 (o)	-	-	-	X	
Carruthers y Hafs (1980)	21 (o)	39 (o)	-	-		
Smith <i>et al.</i> , (1981) **	30 (c)	73 (c)	-	-	X	
Lamming <i>et al.</i> , (1982) **	42 (o)	88 (o)	-	-	X	
Viker <i>et al.</i> (1991) ***	-	28 (o)	-t. destetado 15 (o) -con ternero 37 (o)	-		
Viker <i>et al.</i> , (1993)	-	29 (o)	-t. destetado 17 (o) -t. restringido 15 (o) con ternero 30 (o)	-		
Stevenson <i>et al.</i> , (1994) ***	-	42 (o)	-t. destetado 23 (o) -t. restringido 29 (o) -con ternero 36 (o)	-		
Hoffman <i>et al.</i> , (1996)	-	-con ternero 35 (o) -t. restringido a la zona no inguinal 22 (o)	-	14 (o)		
Lamb <i>et al.</i> , (1997)	-	-con ternero 35 (o) -t. restringido a la zona no inguinal 20 (o) -t. extraño 38 (o) -t. prop. restr. a zona no inguinal + t. extraño 38 (o)	-	15 (o)		

* citados por Wetteman, 1980

** citados por Butler y Smith, 1989

*** citados por Stevenson *et al.*, 1997.

Terneros con madres masectomizadas intentaron mamar tiempo similar, manipulando la zona inguinal de la madre, que el tiempo que les lleva a otros terneros el amamantamiento exitoso de sus madres con ubres intactas ($13,0 \pm 2$ min. vs. $15,3 \pm 2$ min.).

El patrón de secreción de oxitocina, prolactina y cortisol de ambos grupos de madres fue similar, como también el comportamiento durante el amamantamiento o pseudo-amamantamiento (Stevenson *et al.*, 1994).

Si un ternero fue transferido a vacas sin parentesco a los dos días de nacido el porcentaje de vacas que entró en estro entre los 60 y 90 días fue similar al de vacas que cuidaron su propio ternero (Wettemann *et al.*, 1978) (cuadro II.1). Vacas con terneros foráneos formaron un lazo con este ternero como si fuera propio, si el contacto se realizó temprano luego del parto (Lamb *et al.*, 1999) (cuadro II.1). En un estudio previo, donde vacas fueron amamantadas por terneros propios o ajenos (por 10 minutos cada 6 horas durante 6 días, comenzando a las 2 semanas posparto) y en donde se compararon con vacas sin ternero al pie, encontraron que el porcentaje de vacas ovuladas a los 12 días de iniciados los tratamientos fue mayor en vacas destetadas y vacas que amamantaron a un ternero extraño (67 y 71 % respectivamente); siendo más bajo en vacas que amamantaron a su propio ternero (17 %). La vaca debe reconocer su ternero temprano a través de algunos mecanismos sensoriales como olfato, visión o ambos (Silveira *et al.*, 1993 citados por Lamb *et al.*, 1997). En éste ensayo probablemente las vacas no tuvieron tiempo de formar un lazo con el ternero foráneo. En las condiciones de cría naturales la mayoría de las vacas sólo permiten que su propio ternero la mame, reconociéndolo a través del olfato, la vista y la audición. Vacas con ablación de los bulbos olfatorios y sin visión permitieron mamar a terneros extraños (Griffith y Williams, 1996 citados por Stevenson *et al.*, 1997). El olfato y la visión fueron igualmente efectivos en permitir la identificación de los terneros, pero la eliminación de ambos sentidos previene el reconocimiento del ternero por sus madres.

La menor frecuencia de remoción de leche acorta el intervalo posparto. El efecto es mayor en vacas ordeñadas que en vacas lactando. En vacas amamantando, solo hubo diferencia cuando los terneros fueron restringidos a una vez por día (Randel, 1981), mayores frecuencias no presentaron diferencias entre sí (Lamb y Stevenson resultados

no publicados, citados por Stevenson, 1997). Para vacas ordeñadas el incremento de 2 a 4 ordeños por día prolongó el anestro en 23 días (Clapp, 1937 citado por Stevenson, 1997). Sin embargo Carruthers y Hafs (1980) aumentaron la frecuencia de ordeño de dos a cuatro veces por día y no tuvieron efecto sobre la duración del anestro posparto (cuadro II.1). Por otra parte, el amamantamiento y la frecuencia de amamantamiento fueron los mayores efectos negativos que actuaron sobre la restauración de la ciclicidad de la actividad ovárica de *Bos taurus* para carne (Williams 1990 citado por Hunter y D'Occhio, 1995) y *Bos taurus* x *Bos indicus* para carne (Jolly, 1993 citado por Hunter y D'Occhio, 1995).

Sintetizando, para la prolongación del período de anovulación posparto es necesario que exista el reconocimiento por la vaca del ternero a través de varios sentidos y el amamantamiento de la ubre intacta o denervada o bien el intento de amamantamiento del área inguinal en vacas mastectomizadas por parte del ternero propio (o aceptado como tal). El área específica que trasmite la señal no es conocida (Viker *et al.*, 1993). Sin embargo existe información de que la oxitocina intra cerebral estaría involucrada en este proceso (Kenderick y Keveren, 1989, Williams (com. pers.)).

II.1.3.2- Efecto de la nutrición y condición corporal sobre el anestro posparto

La función reproductiva compite por otras funciones en la partición de nutrientes. La homeótesis es un sistema de equilibrios regulado por mecanismos hormonales que coordinan cambios en el metabolismo de los tejidos corporales. Dichos cambios son necesarios para soportar una función fisiológica específica (como lactación o preñez) a expensas de otra no vital o función corporal quiescente (por ejemplo reservas grasas).

El efecto de la nutrición sobre la función reproductiva depende, además de la ingesta de nutrientes (cantidad y calidad de la dieta), de la reserva de nutrientes en el

cuerpo y de la competencia por nutrientes de otras funciones fisiológicas (amamantamiento y crecimiento, entre otras). Esto se puede apreciar en la figura II.4.

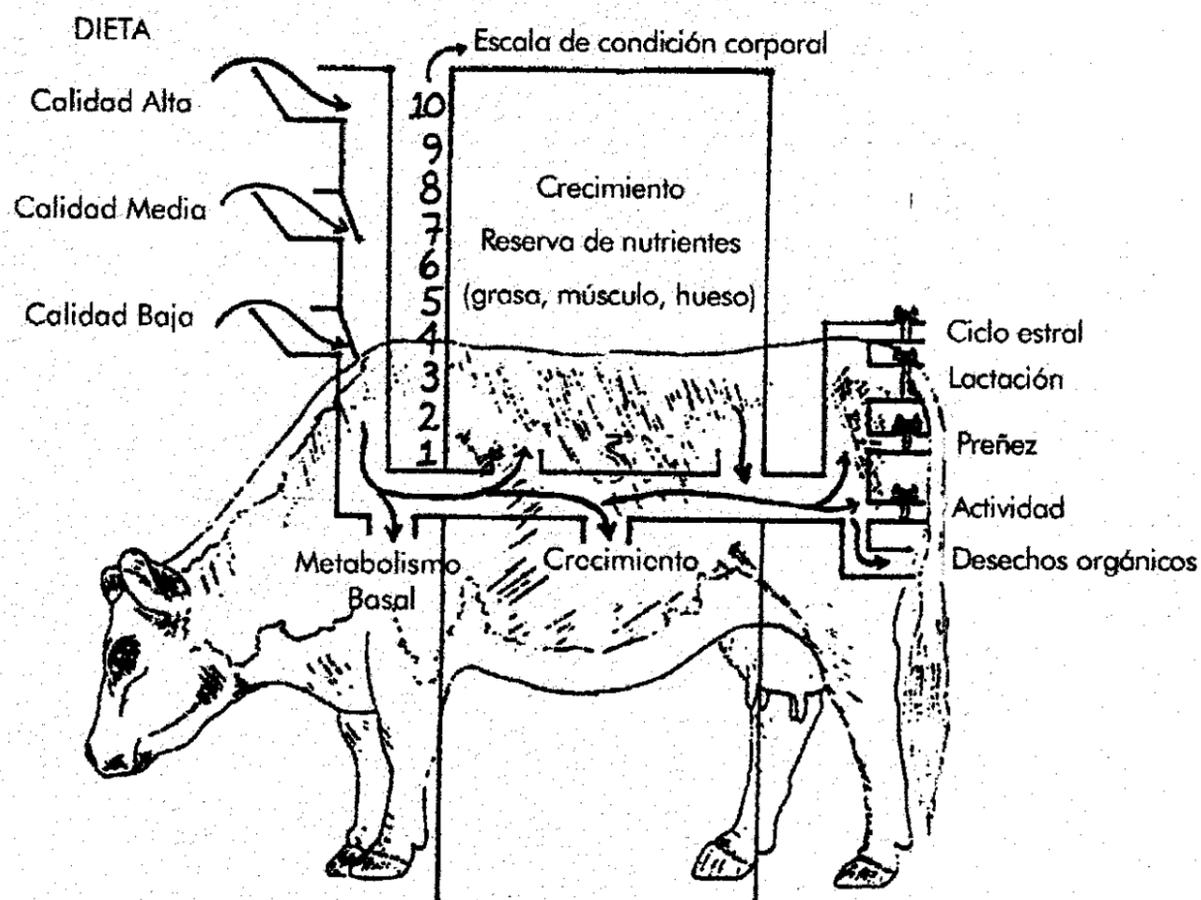


Figura II.4: Repartición de metabolitos en la hembra bovina.

Fuente: Adaptado de Short *et al.*, 1990

Los nutrientes son particionados, en primer lugar favoreciendo la vida y luego la especie. Así, la partición sigue el siguiente orden de prioridad:

- 1- Metabolismo basal
- 2- Actividad
- 3- Crecimiento
- 4- Energía básica de reserva
- 5- Preñez
- 6- Lactación

- 7- Energía adicional de reserva
- 8- Ciclo estral e iniciación de preñez
- 9- Exceso de reserva

La energía es más crítica que la proteína en el mantenimiento de la función reproductiva. La caída del balance energético es el más poderoso factor en la inhibición de la actividad ovárica luego del parto (Zurek *et al.*, 1995). Hay una relación positiva entre la cantidad de energía disponible y la performance reproductiva. Bajos niveles de energía en el pre y posparto de vacas multíparas incrementa la longitud del anestro posparto. En vaquillonas, bajos niveles de energía determinan la aparición de folículos ováricos menores, niveles bajos de progesterona y bajas concepciones (Hill *et al.*, 1970 citados por Peters y Ball, 1995).

La magnitud del déficit de energía podría ser un importante factor que inhibe la ovulación y probablemente tiene una relación no lineal con el número de días hasta la primera ovulación (Zurek *et al.*, 1995). Los días desde el parto hasta la primera ovulación presentaron una correlación positiva ($r=0,76$) con el nadir (valor más bajo) del balance energético negativo (Canfield y Butler, 1990 citados por Stevenson *et al.*, 1997). El nadir se encontró durante la 1er y 2da semana posparto, 8,7 días en promedio y la primera ovulación 15,4 días en promedio, después del nadir en vacas ordeñadas. La primera ovulación posparto siempre ocurre después del nadir de balance energético. Esta relación confirma la existencia de mecanismos que monitorean la recuperación del balance energético negativo y proveen ésta información al sistema reproductivo (Zurek *et al.*, 1995). Estos autores explicaron el período parto – primera ovulación como función: $Y=15,62 + 1,18 \times \text{MBE} - 1,03 \times \text{Valor del nadir} - 9,03 \times \text{Tasa de recuperación} + \text{Error}$ ($R^2 = 0,88$). Definiendo MBE: como la media del balance energético desde el nadir hasta primera ovulación, Valor del nadir: es el valor energético en el momento del nadir, y la Tasa de recuperación: del balance energético luego del nadir. Esto sugiere que tanto la magnitud como la tasa de recuperación del nadir son importantes. El porcentaje

de grasa en leche fue alto cerca del nadir, lo que podría estar indicando la severidad del déficit energético. La producción de leche en el posparto temprano genera una enorme demanda metabólica para la producción de lactosa, proteínas y triacilglicéridos (TAG) que no puede ser alcanzada con la dieta consumida (Bell, 1995 citados por Stevenson *et al.*, 1997).

Vacas ordeñadas con mayor consumo de materia seca - a pesar de tener un balance energético negativo - produjeron más leche, perdieron menos peso corporal y ovularon más temprano en el posparto que aquellas con menor consumo (Zurek *et al.*, 1995). En las vacas que tuvieron mayor consumo de materia seca el nadir fue más temprano y más severo, pero también más corto. Los autores sugieren que cuando las vacas son más eficientes en la partición de la dieta y almacenan nutrientes hacia la síntesis de leche también tiene una mejor recuperación de la ciclicidad. Vacas para carne correctamente alimentadas rara vez experimentan un significativo balance energético negativo como ocurre en razas lecheras (Short *et al.*, 1990). El largo del anestro posparto en vacas amamantando puede ser reducido ofreciendo una dieta de alto valor energético (Dunn *et al.*, 1969 citados por Peters y Ball, 1995).

Vacas con dietas de baja energía posparto tendieron a tener más ondas de folículos de tamaño medio, dominantes antes de la primera ovulación que las que recibían dietas de alta energía (Stagg *et al.*, 1995). El total de ondas foliculares antes de la primera ovulación fue de 10,6 y 6,8 para las vacas sometidas a una dieta de baja y las de alta energía respectivamente. La duración media del intervalo parto-primera ovulación fue mayor en vacas que consumieron baja energía que en las que consumieron dietas de alta energía. La falta de un incremento sostenido de secreción de estrógenos durante el período anovulatorio posparto para esos autores fue, aparentemente, el responsable del bloqueo de la ovulación. El estado nutricional antes y durante el parto aparece como más importante que el del periodo posparto en la determinación de la longitud del anestro posparto, teniendo una correlación negativa (Peters y Riley, 1982a

citados por Peters y Ball, 1995). Los autores no encontraron relación entre la variación del peso corporal posparto y la duración del anestro. En cambio Dunn y Kaltenbach, (1980) encontraron que el intervalo posparto está correlacionado con el cambio de peso posparto. El incremento en el abastecimiento de energía a la preñez de vacas de carne determina una aceleración en el retorno al ciclo (Dunn *et al.*, 1969 citados por Peters y Ball, 1995).

Dunn y Kaltenbach, (1980) estudiaron el efecto de la CC al parto y la nutrición pre y posparto sobre el la aparición de celo. Los autores encontraron que un alto porcentaje de vacas en buena CC al parto presentaron celo independientemente de los cambios de peso pre y posparto. Por otra parte, en vacas paridas con moderada CC el cambio de peso preparto produjo más efecto que el cambio de peso posparto. Por último, en vacas paridas con baja CC, si bien el suministro de dietas que permitan ganar peso (tanto pre como posparto) eleva el porcentaje de vacas que salen del anestro, estos resultados son siempre menores que los logrados en vacas que parieron con moderada y buena CC al parto. En un experimento llevado a cabo por Perry *et al.*, (1991) el suministro de baja energía preparto (70% del nivel recomendado por NRC) alargó el intervalo parto - 1ª ovulación respecto a vacas a las que se les suministró una dieta con alta energía (150% del nivel recomendado). Mientras que la energía posparto determinó el porcentaje de vacas que ovularon hasta los 150 días (Perry *et al.*, 1991). Por tanto la energía pre y posparto afectó, mediante mecanismos diferentes, el largo del anestro.

La nutrición puede producir cambios en la secreción de gonadotropinas (Rutter y Manns, 1987). En vacas amamantando, con subnutrición se reduce la concentración de FSH y LH por extensos períodos (Terqui *et al.*, 1982 citados por Butler y Smith, 1989; Rutter y Manns, 1987). También la frecuencia de pulsos de LH podría ser afectada por el suministro energético pre y posparto, cuando el balance energético producido es fuertemente negativo (Rutter y Manns, 1987; Grimard *et al.*, 1995). Para niveles nutricionales más bajos se ha mostrado que decrece la liberación hipotalámica de GnRH.

El crecimiento folicular es afectado por la nutrición hasta avanzados estados luego del parto (Grimard *et al.*, 1995). Cuando ocurre un pronunciado balance energético negativo o una inadecuada nutrición posparto, se reduce la probabilidad de que las vacas ovulen al primer folículo dominante posparto (Beam y Butler, 1994; Stagg *et al.*, 1995 citados por Stevenson, 1997). La atresia del folículo dominante durante la primer onda fue asociada con un atraso en el nadir del balance energético negativo que reduce la frecuencia pulsátil de LH y baja la concentración del IGF-1 y estradiol en circulación (Beam, 1996 citados por Stevenson, 1997). El número de ondas foliculares que ocurre antes del folículo ovulatorio es probablemente una función del balance energético o del estado nutricional en vacas lactando y vacas ordeñadas. El folículo dominante que ovula parece estar relacionado al restablecimiento de la pulsatilidad de secreción de LH. Las frecuencias de secreción de LH basal y pulsátil se incrementan cerca del nadir en balance energético negativo en vacas ordeñadas. La sub-nutrición o balance energético negativo pueden reducir la sensibilidad del ovario a la LH. Vacas ordeñadas con balance energético más negativo que vacas no ordeñadas, y ambas con similar patrón de LH, ovularon más tarde (Canfield y Butler, 1990 y 1991 citados por Stevenson, 1997).

Una herramienta para estimar el nivel de reserva de nutrientes es la determinación de la condición corporal. El ciclo estral puede ser mantenido con una condición corporal de 4 (en una escala de 10 puntos) o mayor, aunque eso puede diferir dependiendo de otros factores como la presencia del ternero y si el animal está entrando en anestro o saliendo de él. En general, una baja condición corporal al parto tiene mayor efecto sobre el largo del anestro que deficiencias en la dieta posparto, lo que resalta la importancia de la dieta preparto. Este efecto de la CC sobre el largo del anestro posparto es muy alto en CC bajas hasta la CC de 4, llegando a ser muy bajo cuando la CC es mayor a 7 (Short *et al.*, 1990). Perry *et al.*, (1991) encontró una amplia variación de condición corporal en vacas que alcanzaban el primer folículo dominante. Pero el rango de variación en la condición corporal a ovulación fue menor. Se concluye que la

condición corporal posiblemente afecta más a la posibilidad de ovular que a la aparición de folículo dominante.

Se han encontrado posibles efectos de la condición corporal al parto sobre el tiempo posparto en vacas lecheras con altos rendimientos sugiriendo que la respuesta al balance energético negativo del posparto puede ser afectada en función de las reservas corporales al parto (Butler y Smith, 1989). La disminución en el porcentaje de preñez cuando el estado corporal al parto es inferior a 4 es más acentuada en aquellas que pierden estado respecto a las que mantienen y éstas a su vez es más acentuada que las que ganan. La mejora durante el entore puede compensar en parte una pobre condición corporal al inicio de éste.

Vacas en condición corporal pobre tuvieron más baja frecuencia de pulsos de LH que las de buena condición (Wright *et al.*, 1987 citados por Peters y Ball, 1995). No hubo correlación entre la condición corporal y la frecuencia pulsátil de LH a los 14 días posparto, sin embargo la correlación a los 42 días fue de $r = 0,66$; y a los 70 días de $r = 0,51$. La condición corporal podría tener una mayor influencia en la liberación de LH a medida que avanza el posparto, posiblemente después que el pulso generador de GnRH escapa a otras influencias negativas (Perry *et al.*, 1991).

La frecuencia de picos de LH fue mayor en vacas de moderada condición corporal al parto respecto a las de baja. No hubo efecto de la energía de la dieta posparto sobre la frecuencia pulsátil de ésta hormona (600 vs. 1000 Kj de EM/d/Kg $M^{0,75}$). Es posible que vacas con moderada condición corporal al parto y restricción del amamantamiento hayan superado determinado umbral en la frecuencia de pulsos de LH y/o haya ocurrido una mejora en la capacidad ovulatoria que les permitió ovular (Diskin *et al.*, 1999).

La secreción de LH fue más baja y el proceso de reclutamiento de folículos fue menos efectivo en primíparas que en multíparas. La influencia del nivel de energía de la dieta sobre el estatus metabólico fue más importante en vacas primíparas (Grimard *et al.*, 1995). Este hallazgo puede explicar la gran influencia de la nutrición sobre la reproducción en animales jóvenes reportada por Agabriel 1992, Grimard 1992, Kabandana 1993 citados por Grimard *et al.*, (1995), y Petit y Agabriel 1993 y estaría relacionado a la competencia por nutrientes que ejerce la función de crecimiento.

Deficiencias en la dieta de nutrientes específicos, particularmente vitaminas y minerales, ha sido demostrado que afectan la fertilidad (Roberts, 1971 citados por Peters y Ball, 1995). El cobre, zinc y selenio están asociados con la performance reproductiva. El déficit de cobre puede bajar la eficiencia reproductiva debido a alteraciones metabólicas de los sistemas enzimáticos. El zinc es componente de la restauración de los tejidos y de los sistemas enzimáticos necesarios para la génesis de hormonas esteroides (García, 1999).

Metabolitos u hormonas metabólicas pueden servir como signos para estimular o inhibir la secreción de pulsos de LH (Schillo, 1992 citados por Stevenson, 1997). Los que han presentado correlación negativa con LH son los ácidos grasos no esterificados, neutros y aspártico (Zurek *et al.*, 1995). Los que presentaron correlación positiva son glucosa, factor insulínico de crecimiento y tirosina (Rutter y Manns, 1987; Schillo, 1992 citados por Stevenson, 1997; Zurek *et al.*, 1995).

II.1.3.3- Otros factores de menor importancia

Estación

Las vacas que paren en primavera tienen un intervalo posparto más corto, este efecto podría estar asociado a la luz y temperatura (Warnick, 1955 citado por Short *et al.*, 1990). Los vientres que paren en primavera tardía tienen intervalos hasta el primer

celo más cortos que aquellas que paren en primavera temprana (Peters y Riley, 1982 citados por Peters y Ball, 1995).

Este efecto podría ser confundido con cambios nutricionales a lo largo del año (Peters y Riley, 1982 citados por Peters y Ball, 1995). Algunas razas nativas tienen la estación de cría según la suma de horas de fotoperíodo, determinando que inicie o termine la actividad ovárica (Thibault *et al.*, 1966 citados por Peters y Ball, 1995). Existiría correlación negativa entre el fotoperíodo durante la preñez tardía y el inicio de los ciclos ováricos posparto (Peters y Riley, 1982b citados por Peters y Ball, 1995). En el ganado salvaje este patrón podría predisponer a partos en la primavera tarde y verano temprano donde tienen mejor disponibilidad de alimento. Podría haber un vestigio de sensibilidad al fotoperíodo en las vacas domésticas (Peters y Ball, 1995). Los efectos de la estación fueron modificados por la nutrición y otros factores como ser genotipo y amamantamiento (Hansen y Hauser, 1983; Hansen 1985; Montgomery, 1985 citados por Short *et al.*, 1990).

Raza y genotipo

Razas lecheras ordeñadas tienen anestro posparto más corto que vacas para carne amamantadas pero cuando las vacas lecheras son amamantadas tienen anestro posparto más largo que las de carne. Este efecto es más pronunciado cuanto peor es la dieta (Kropp *et al.*, 1973; Hansen *et al.*, 1982 citados por Short *et al.*, 1990). Una de las mas grandes diferencias entre *Bos taurus* para carne y vacas lecheras es la vía de partición de nutrientes en los primeros meses de lactación. Para la misma energía consumida, vacas Frisonas (lecheras) perdieron peso durante 3 meses de lactación, mientras que vacas Hereford (carniceras) ganaron peso pero dieron solo 30% del rendimiento de leche que las Frisonas (Bines y Hart, 1978 citados por Hunter y D'Occhio, 1995). También existe un efecto racial entre las razas carniceras, agudizándose éstas diferencias con dietas pobres (Dunn *et al.*, 1969; Bellows y Short, 1978 citados por Short *et al.*, 1990). En datos de 10 años consecutivos en un ambiente tropical, se clasificó en años buenos (alta

disponibilidad de alimento y baja carga de parásitos) y en años pobres. En los primeros las vacas lactando que se aparearon fueron el 40% dentro de las vacas Brahaman y 68% en vacas Hereford-Shorthorn (*Bos taurus*). En los años pobres, las Brahaman se aparearon el 34% y el 32% las Herefor-Shorthorn en esos años (Frisch *et al.*, 1987 citados por Hunter y D'Occhio, 1995). El efecto de la supresión de la lactancia sobre la actividad ovárica sería mayor en genotipos *Bos indicus* que en *Bos taurus* y se asociaría con un prolongado posparto (Frisch *et al.*, 1987 citados por McSweeney *et al.*, 1993).

Edad y número de partos

Vaquillonas de segundo entore son más sensibles a subnutriciones que las vacas adultas. Los resultados nacionales sugieren que cuando el estado corporal al parto es inferior a 4,5 unidades el porcentaje de preñez en el siguiente entore disminuye en forma muy acentuada, mientras que el estado corporal crítico para vacas adultas es de 4 unidades (Escala 1-8) (Orcasberro, 1994). Los vientres más jóvenes tendrían un intervalo posparto más largo y más bajo potencial reproductivo (Short *et al.*, 1990).

Presencia del macho

La presencia del macho decrece el intervalo posparto (Zalesky *et al.*, 1984; Alberio *et al.*, 1987; y Berardinelli *et al.*, 1987; Scott y Montgomery, 1987; Custer, 1988 citado por Short *et al.*, 1990). El mecanismo real a través del cual la presencia del macho actúa en el rodeo para acelerar la iniciación de la actividad ovárica aún se desconoce, ya que no se ha aislado una feromona bovina.

Tanto vacas multíparas como primíparas, pastoreando con toros durante el anestro acortan el intervalo parto- primera ovulación (Zalesky *et al.*, 1984; Alberio *et al.*, 1987; Stumpf *et al.*, 1992). El efecto de la presencia del macho es estimular la secreción de LHRH (Monje 1983 citado por Stumpf *et al.*, 1992). En vacas con cría al pie y en anestro posparto (de 12 a 45 días) se reportó que respondieron al tratamiento solo aquellas que tenían poca o nula actividad hipotalámica antes del ingreso del toro,

presentando un pulso de LH y FSH dentro de los 30 minutos posteriores al ingreso del toro (Alberio, 1986).

No se encontraron diferencias entre el efecto de bioestimulación producido con toros o con vacas androgenizadas (Fraser 1968, citado por Chenoweth, 1983; Burns y Spitzer, 1992). El efecto de bioestimulación parece producirse cuando la introducción del toro se realiza en el posparto temprano, hasta los 50-60 días (Fraser 1968 citado por Chenoweth, 1983; Zalesky *et al.*, 1984; Burns y Spitzer, 1992). Por otra parte Alberio *et al.*, (1987) realizaron dos experimentos uno en primavera y otro en invierno. En primavera los toros se introdujeron a los 60 días posparto y en invierno a los 5-10 días. Se observaron diferencias significativas en el experimento realizado en primavera donde la proporción de animales que presentaron celo y ovulación fue mayor en las vacas que tuvieron contacto con toros que las que se mantuvieron aisladas de los mismos (celo: 67,9 %vs 32,7% y ovulación 73,6% vs 40,4% primavera e invierno, respectivamente). En el grupo que no tuvo contacto con toros también se observó mayor proporción de celos silentes (42,9% vs 28,2%). En el experimento realizado en invierno no hubo diferencias significativas entre los grupos en el intervalo parto hasta el 1°estro, este intervalo fue más bajo en las vacas testigo ($53,2 \pm 15$ vs $36,3 \pm 13$). Es probable que dentro de los primeros días siguientes al parto la receptibilidad al estímulo de la presencia del macho sea baja. La restauración neuroendócrina tiene lugar en forma gradual sobre los días 20- 30 posparto y por lo tanto en ese período la receptibilidad podría incrementarse. Por otro lado según Sipilov y Hranow (1968) citados por Alberio *et al.*, (1987) los signos externos del estro son apenas evidentes y el comportamiento sexual es muy poco pronunciado durante el invierno.

Existe una significativa interacción entre la condición corporal al parto y la presencia de macho posparto en vacas multíparas (Stumpf *et al.*, 1992) y primíparas (Larson *et al.*, 1994). Vacas con baja condición corporal y en presencia de macho

iniciaron el ciclo estral antes que vacas en baja condición corporal aisladas de los machos (Monje *et al.*, 1983 citados por Stumpf *et al.*, 1992), 14 días antes para Stumpf *et al.*, (1992). Vacas en buen estado corporal no responden significativamente a la bioestimulación (Stumpf *et al.*, 1992; Larson *et al.*, 1994); produciendo un acortamiento del anestro de solo 6 días para los primeros autores. En estudios anteriores (Monje *et al.*, 1983 citados por Stumpf 1992) en vacas con severa subnutrición, la presencia de machos no afectó el anestro posparto. Si la condición corporal fuera muy baja, probablemente, la presencia de los machos no supere la acción inhibitoria sobre la LHRH de una pobre nutrición. En este sentido, Monje *et al.*, (1992) no observaron respuesta (días desde el parto al primer celo y ovulación y patrón de progesterona) a la presencia de machos en vacas sub-alimentadas (70 % de la energía requerida posparto), en cambio sí hubo respuesta en vacas con dieta altamente energética (130 % de los requerimientos posparto) observando una menor duración del anestro y mayor número de animales con pico preovulatorio y mayor producción de progesterona entre la primera y segunda ovulación.

Butler *et al.*, (1984) observó que la presencia de toros compensó el efecto negativo sobre la tasa de preñez, del destete por 48 hs. realizado luego de los 80 días posparto a vacas primíparas. Este efecto positivo de la presencia de toros podría explicarse por una mayor fertilidad de los celos. Según Monje (1981) citado por Butler *et al.*, (1984), vacas que estuvieron en contacto con toros desde los 30 días posparto tuvieron niveles de progesterona plasmática (antes de la primera ovulación), más altos que vacas aisladas del macho, lo que aumentaría la fertilidad del celo (Folman *et al.*, 1973; Corah *et al.*, 1974, citados por Butler *et al.*, 1984).

II.2- PRACTICAS DE MANEJO PARA EL ACORTAMIENTO DEL ANESTRO POSPARTO

El objetivo de los criadores debería ser explotar al máximo el potencial reproductivo de las vacas, lo que se logra produciendo un ternero / vaca / año (intervalo inter-parto de 365 días). Para ello es necesario que el intervalo parto-concepción sea inferior a 85 días. La probabilidad de que los vientres queden preñados en ese período es función del largo del anestro posparto.

Existen diversas prácticas de manejo que apuntan al acortamiento del período del anestro posparto. Entre ellas se encuentra el manejo del estado nutricional, que consiste en mantener planes anuales de manejo del rodeo de cría de forma de hacerlo llegar con condición corporal 4 al parto e inicio de entore.

Otra práctica existente es la bioestimulación que -como se mencionó en el ítem de presencia del macho- acorta el intervalo parto - ovulación. El uso de dicha técnica produce un efecto favorable en el acortamiento del anestro si se aplica en el posparto temprano hasta 50 días (Fraser, 1968 citado por Chenoweth, 1983; Zalesky *et al.*, 1984; Burns y Spitzer, 1992) y en vacas de condición corporal no muy extremas (Monje *et al.*, 1983 citado por Stumpf *et al.*, 1992; Stumpf *et al.*, 1992; Larson *et al.*, 1994).

Otra herramienta es la inducción hormonal. Existe una amplia gama de posibilidades de control del ciclo estral por métodos hormonales de inducción de la actividad sexual. Inducción, se refiere al tratamiento hormonal que provoca la ovulación en animales en anestro. La inducción de los celos puede manifestarse en forma sincronizada, o simplemente agrupada. El objetivo de sincronizar celos es el de facilitar la realización de inseminación artificial (IA), en un período más concentrado y por ende la agrupación de las pariciones, permitiendo una mayor supervisión de las pariciones entre otros beneficios (Alberio, 1997). Dentro de las hormonas más comúnmente usadas

para la inducción de la ovulación en animales anéstricos, se encuentran diversos progestágenos, GnRH, eCG y PMSG y la combinación de ellas. Existe abundante información sobre estos métodos pero este tópico escapa al objetivo de la presente revisión bibliográfica.

Por último el control del amamantamiento es también una técnica utilizada para acortar del anestro posparto. Hay distintas modalidades de aplicación de la técnica, entre las que se encuentran la alimentación al pie de la madre, el amamantamiento restringido, destete temporario de corta duración, el destete temporario con tablilla nasal y el destete precoz. Todas estas modalidades serán desarrolladas más adelante poniendo énfasis en el destete precoz debido a que es la técnica utilizada en el presente experimento.

II.2.1.- Manejo del amamantamiento

Busca mejorar la eficiencia reproductiva de los vientres tratando de provocar el mínimo inconveniente a los terneros (Rovira, 1996). El destete le produce al ternero estrés nutricional y emocional, esto tiene como consecuencia pérdida de peso, susceptibilidad a parásitos y trastornos respiratorios y digestivos (Oliveira *et al.*, 1995).

Luego de los 3 meses de edad los terneros ya tienen capacidad de digerir forraje, pero tiene baja capacidad física de consumo en relación a sus requerimientos (mantenimiento y crecimiento), por lo que necesitan alimentos de alta calidad (alta digestibilidad, baja fibra y alta proteína) (Rovira, 1996). Por ello, junto con la técnicas de control de amamantamiento, se requiere el uso de raciones y/o pasturas de alta calidad. Esta baja capacidad de consumo, puede ser la causa de los malos resultados de crecimiento de terneros obtenidos por Preston y Willis, 1970 citados por Josifovich *et al.*, 1990). El campo natural uruguayo no es capaz de suministrar una pastura de la calidad que exige un ternero de 2 a 3 meses de edad e incluso adicionando alimentos concentrados puede no obtenerse los resultados esperados (Rovira, 1996). El consumo

de leche y el de forraje están inversamente relacionados. El ternero consume igual cantidad de energía metabolizable por unidad de peso vivo, independiente del sistema de alimentación (Le Du *et al.*, 1979 citados por Josifovich *et al.*, 1990). En la gráfica de la figura II.5 se aprecia claramente, como a medida que pasa el tiempo el ternero comienza a ser menos dependiente de la energía proveniente de la leche sustituyéndola por forraje.

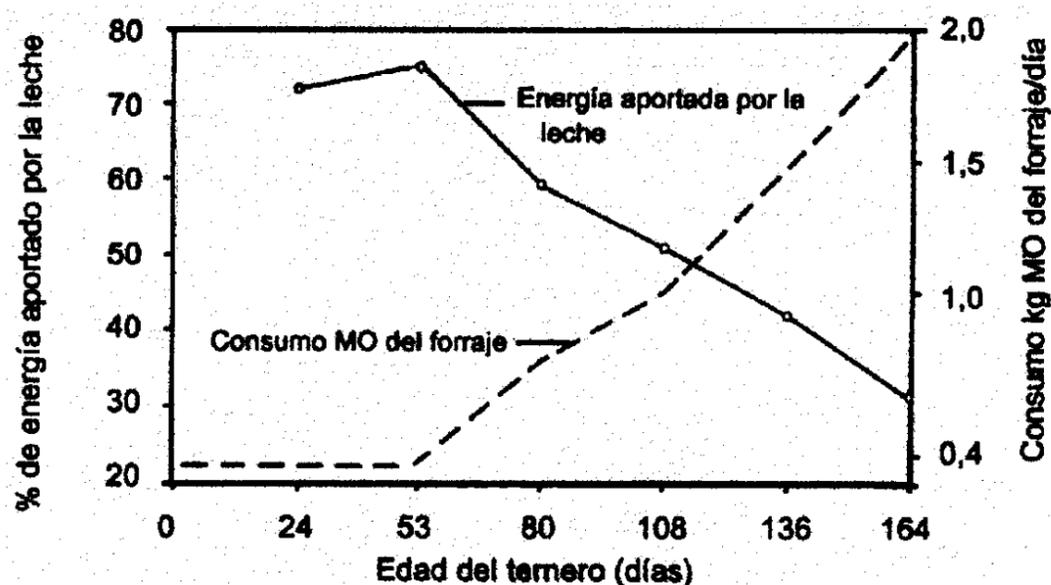


Figura II.5: Consumo de materia orgánica del forraje, y energía aportada por la leche en terneros recién nacidos hasta los 164 días.

Fuente: Rovira, 1996.

Las técnicas de control del amamantamiento se diferencian en la relación que se permite tener entre la madre y la cría. La relación madre-hijo se crea al nacimiento del ternero. En éste momento se crea un vínculo de preferencia irreversible con la ayuda de estímulos olfatorios, visuales, gustativos, auditivos y táctiles en la zona de la ubre. Esta relación se concreta dentro de los primeros 90 minutos de vida del ternero, la madre conoce su ternero durante la limpieza posnatal. A medida que transcurre la lactancia este vínculo se estrecha cada vez más (Oliveira *et al.*, 1995). El destete provoca además del estrés nutricional un estrés emocional. Terneras recién destetadas comparadas con terneras destetadas un mes antes, ambos grupos de la misma edad (7 a 8 meses)

presentaron reacciones de miedo más evidentes (intensa agitación y frecuentes mujidos en relación a las otras) (Veissier *et al.*, 1989^a citado por Oliveira *et al.*, 1995).

II.2.1.1- Alimentación al pie de la madre (creep-feeding y creep-grassing)

Consiste en la alimentación del ternero con ración (creep-feeding) o pasturas de alta calidad (creep-grassing), sin permitir el acceso de sus madres a estos alimentos, pero manteniéndolos al pie de la madre. Al contar el ternero con un alimento de alta calidad éste reduce a voluntad su consumo de leche.

La alimentación diferencial del ternero permite incrementar la dotación por hectárea ya que la producción de leche pierde relevancia, y por lo tanto puede restringirse la alimentación de la madre. La eficiencia de conversión de NDT de ésta técnica, respecto a la eficiencia lograda con madres con cría al pie comiendo lo mismo que los terneros, es mayor (7,3 vs. 12 Kg de NDT/ Kg de ternero destetado respectivamente) (Rovira, 1996). El resultado de esta técnica es muy dependiente de la condición nutricional de la madre, terneros en “creep feeding” cuyas madres están en bajas condiciones nutricionales presentan un aumento de 40 Kg. de peso al destete comparado con terneros testigos y terneros con “creep feeding” cuyas madres están bajo un mejor plano nutricional presentaron un aumento de 24 Kg más de peso (Furr y Nelson, 1959 citados por Oliveira *et al.*, 1995).

La suplementación con granos del ternero al pie, no tubo efecto sobre la ganancia diaria de las madres cuando éstas se hallaban en pasturas naturales a una carga de 0,8 vacas/ha (Monje *et al.*, 1976 a,b citados por Hofer, 1994). En el cuadro II.2 se aprecian los resultados obtenidos por los autores.

Cuadro II.2: Ganancia diaria de peso (Kg) de vientres con terneros suplementados o destetados a los 110 días.

Tratamiento	Periodo de tiempo			
	A	B	C	D
Testigo	-0,083	1,045	-0,949	-0,705
Creep-feeding	-0,043	1,068	-0,853	-0,652
Destete 110 días	0,179	0,819	-0,656	-0,525

Periodos de tiempo:

- A- Desde el destete precoz y comienzo de la suplementación del ternero hasta el destete convencional.
- B- Desde el destete convencional hasta el fin del otoño.
- C- Desde fin de otoño hasta comienzos de parición.
- D- Desde comienzos de parición hasta comienzos de entore.

Fuente: Hofer, 1994

II.2.1.2.- Amamantamiento restringido

Consiste en reducir la frecuencia del amamantamiento separando el ternero de la madre por algunos momentos del día.

Cuando se restringió la mamada durante 7 días a los 55 días posparto permitiendo mamar una vez al día durante 60 minutos, mejoraron las tasas de celo y preñez en 40% sobre el testigo a los 45 días de servicio y se concentraron los celos (Vergés, 1986). Fonseca *et al.*, (1981) y Cubas *et al.*, (1982) citados por Lobato y Barcellos, (1992) aumentaron significativamente la tasa de preñez de vacas de carne, restringiendo el amamantamiento a una vez al día para el primero de los autores y dos veces al día para el segundo. Por otra parte se ha reportado significativa reducción en el período desde el parto hasta la primera ovulación en vacas que tenían restringido el acceso de sus terneros a una vez por día y amamantando 10 minutos (38,5 vs 68,6 días para vacas con amamantamiento restringido y *ad libitum*, respectivamente, $P < 0,01$; Quintans, 1998)

II.2.1.3.- Destete temporario

La técnica elimina el estímulo de la mamada por un período de tiempo variable. Puede separarse al ternero por un período corto - desde 48 a 144 o más horas - (destete temporario a corral) o aplicarse tablilla nasal, permaneciendo el ternero al pie de la madre durante 7 a 14 días (destete temporario con tablilla) (Quintans, 2000).

La eliminación del estímulo de la mamada, inhibitorio del normal funcionamiento del eje hipotálamo-hipófisis-ovario, promueve una mejora en la fertilidad de la vaca (Williams, 1990). La remoción del ternero por un período corto de tiempo incrementó la frecuencia y pulsos de GnRH y LH a niveles similares a los que hay en el pro-estro (Edwards, 1985; Shiverly y Williams, 1989 citados por Geary *et al.*, 2001), e incrementó la cantidad de LH liberada en respuesta a las descargas de GnRH (Smith *et al.*, 1983 citado por Geary, 2001).

La reducción de la producción de leche y la consecuente mejora de la condición corporal puede también explicar el aumento de la fertilidad (Soca *et al.*, 1992 citado por Simeone, 2000). Resultados de experimentos realizados en el Sur de Brasil y en Uruguay mostraron aumentos en la tasa de preñez sobre el testigo que oscilan entre 16,2 y 40 % para destetes con tablilla de larga duración (Simeone 1995 a citado por Simeone, 2000). Orcasberro (1994) promediando varios trabajos nacionales (con destetes a corral y tablilla nasal desde 2 a 13 días) encuentra una mejora del 30% de la tasa de preñez.

Existe interacción entre el estado nutricional y el efecto del destete temporario. Vacas con baja condición corporal prácticamente no responden al destete temporario. En el otro extremo, vacas con estado corporal muy alto, que de por sí tienen períodos de anestro cortos, tampoco responden. Por debajo de 4 y encima de 5 de condición corporal (escala 1 a 8) la respuesta, si la hay, es mínima. La máxima respuesta es en el entorno

de condición corporal de 4 y mejor aún si las vacas están ganando peso (Orcasberro, 1994).

En ninguno de los trabajos evaluados en la revisión de Simeone, (1995 a.) citado por Simeone, (2000) se reportan efectos perjudiciales del destete temporario sobre el peso del ternero al destete.

Se ha comprobado que el peso al momento del destete definitivo no es afectado siempre y cuando los terneros sean destetados con más de 40 días de edad y pesen al menos 60 Kg (Alberio *et al.*, 1984; Soca y col, 1992 citados por Rovira, 1996).

II.2.1.4- Destete precoz

Consiste en la separación radical del ternero, produciendo una disminución de la edad de destete a 60-90 días en relación a la edad de destete convencional de 180 a 200 días. Numerosos trabajos han probado que esta técnica contribuye al aumento de la eficiencia del rodeo de cría.

La interrupción radical del amamantamiento temprano produce dos efectos importantes sobre los vientres: se elimina el efecto inhibitorio del amamantamiento y se reduce la demanda de nutrientes que requiere la producción de leche.

La vaca en un sistema de cría cumple dos funciones: productora de terneros y alimentadora de ellos. Esta segunda función no es ejercida con eficiencia desde el punto de vista energético. Reduciendo el período de lactancia se reduce el período de mayor demanda nutricional de los vientres (Hofer, 1994). El objetivo del destete es favorecer la vaca sin perjudicar al ternero. Esto significa acercar a la vaca a su máximo potencial reproductivo, sin afectar el normal crecimiento y desarrollo del ternero (Rovira, 1996).

La eficiencia global de producción de carne de un ternero lactando es menor a 4% (Cauhepé, 1978 citado por Hofer, 1994), o entre 5 y 9% (Rovira, 1996) ya que la eficiencia de conversión de pasto a leche a partir de la vaca y de leche a carne por parte del ternero son del orden del 30% cada una. Vacas desterneradas precozmente consumieron 45% menos heno que vacas desterneradas en época normal. La unidad vaca ternero con destete precoz fue 43% más eficiente en convertir los NDT en ganancia del ternero que la unidad vaca ternero con destete normal. El consumo de NDT fue 20,4% menor que la unidad vaca-ternero, con destete tradicional (Rovira, 1996). A medida que progresa la lactancia, la eficiencia de conversión va decreciendo. Por tanto, la cantidad de leche para producir un kilo de aumento de peso se va incrementando. Cada 100 kg. más de leche producidos en una lactancia, es de esperar que se logren terneros 10 kg. más pesados al destete (Rovira, 1996).

Al nacimiento, el ternero ya tiene el estómago dividido en cuatro compartimentos (retículo-rumen, omaso y cuajar), diferenciándose de un adulto en las proporciones de tejido de cada uno. A medida que el ternero ingiere alimentos sólidos, se va incrementando la proporción de tejido del rumen respecto al tejido de los otros compartimentos, y pasa de una digestión esencialmente enzimática a una esencialmente microbiana. Esta transición no solo depende de la edad sino del tipo de dieta ingerida. Esta transición puede suceder en menos tiempo, lo que no afecta al animal adulto (Oliveira *et al.*, 1995).

Cuadro II.3: Porcentaje de tejido estomacal total de cada compartimento en diferentes edades.

Compartimentos	Semanas de edad				
	0	4	8	12	16
Reticulo-Rumen	38	52	60	64	67
Omaso	13	12	13	14	18
Cuajar	49	36	27	22	15

Fuente: Warner y Flatt, adaptado por Oliveira *et al.*, 1995.

Desde el punto de vista del manejo del rodeo, luego de los 80 a 100 días de edad, debido a que el ternero tiene su capacidad rumiante completamente desarrollada, éste comienza a competir con la vaca por el forraje disponible (Monje *et al.*, 1993 citado por Simeone, 2000). Los terneros de más de 40 Kg de edad no necesitan sustitutos lácteos (Gayo, 1999). Desde que el ternero tiene una semana de vida ya comienza a pastorear algunos minutos. El tiempo de pastoreo aumenta linealmente. A los 4,5 meses de edad ya pastorean por un tiempo equivalente al de un rumiante adulto, aunque a menor tasa. La rumia comienza entre las 6 y 12 semanas de edad, ésta depende de la disponibilidad de alimentos sólidos (Oliveira *et al.*, 1995).

Para tener un efecto del destete sobre los vientres durante el entore luego de la parición es importante el momento de aplicación. No debería ser mucho más tarde que 60 días posparto. Destetes realizados una vez finalizado el entore (4 o más meses) tienen efecto sobre la performance reproductiva del próximo año. Según Guyer (1996) 3 a 5 meses ya es demasiado tarde para tener un efecto sobre la reactivación de la ciclicidad ovárica. Sin embargo es una alternativa viable para condiciones de escasez de forraje. Desde el punto de vista energético, el efecto de esta técnica será mayor cuanto más temprano se realice, también depende del estado corporal en el que se encuentran los vientres (Malaquin *et al.*, 1995).

II.2.1.4.1.- Efecto del destete precoz sobre la performance reproductiva

Se han reportado resultados de aumentos del 30 y 40 % de preñez. Este efecto es mayor en vacas primíparas y vacas con condición corporal inferior a 4 (Simeone, 2000).

En 14 de 16 experimentos realizados en el sur de Brasil sobre destete precoz (Simeone 1995 a citado por Simeone, 2000) se observó un aumento en el porcentaje de preñez de vacas tratadas variando entre 72, 75 % (Santana y Lobato, 1983 citado por Simeone, 2000) y 4,4 % (Pimentel *et al.*, 1979 citado por Simeone, 2000). En el

Uruguay se encontró un mayor efecto del destete precoz en vacas en condición corporal menor o igual a 4 (escala 1 a 8 puntos) y en primíparas respecto a vacas con mayor condición corporal y/o múltiparas.

La actividad cíclica ovárica posparto en *Bos indicus* fue restaurada más temprano en vaquillonas destetadas que en vaquillonas suplementadas amamantando, a pesar del más bajo peso y condición corporal (374 y 418 Kg y 4,3 y 4,8 unidades de CC para las vacas destetadas y suplementadas respectivamente). Vaquillonas con condición corporal más baja (3,3) no reanudaron la ciclicidad ovárica posdestete hasta que su peso y condición corporal mejoró (McSweeney *et al.*, 1993). En el cuadro II.4 se resumen los resultados de un conjunto amplio de experimentos.

Cuadro II.4: Resumen de resultados reproductivos (preñez y celo):

Variable	V. Destetadas	V. Testigos	Autor	Observaciones
% de celos en entore	2 años: 92 3 años: 97 4 años: 98	2 años: 63 3 años: 70 4 años: 81	Laster <i>et al.</i> , 1973 citados por Rovira 1996	DP: Una semana antes del comienzo del entore. (terneros de 75±21 días)
% de preñez	2 años: 71 3 años: 76 4 años: 71	2 años: 45 3 años: 60 4 años: 63		
% de preñez	64,5	21,5	Pimentel <i>et al.</i> , 1979 citados por Geymonat, 1985	D.P.: 90 días
% de preñez	97	59	Lusby y Wettermann, 1980 citados por Pordomingo, 1997	DP: 55 días. Vacas primíparas
% de preñez	100	83	Lusby y Parra, 1981 citados por Pordomingo, 1997	DP: 41 a 52 días. Vacas adultas
% de preñez	C.C. ≥ 4: 95,9 C.C. < 4: 91,0	C.C. ≥ 4: 81,8 C.C. < 4: 43,7	Vizcarra, 1989	DP: 60 días de edad de los terneros (75 Kg prom.). Vacas adultas.
	C.C. ≥ 4: 97,1 C.C. < 4: 83,2	C.C. ≥ 4: 85,4 C.C. < 4: 3,6		DP: 60 días de edad de los terneros (75 Kg prom.). Vacas primíparas.
% de celo en 60 días posparto	BE preparto: 63±12 AE preparto: 89±12	BE: 27±12 AE: 13±11	Houghton <i>et al.</i> , 1990	DP: 30 días posparto DT: 7 meses
% de preñez	Pastura: 93,1 CN: 57,1 Prom: 81,3	Pas: 63,3 CN: 9,0 Prom: 40,3	Lobato y Barcellos, 1992.	DP: 100 días posparto DT: 180 días Pastura (78%) o CN (28% preñez) 60 días posparto
% de preñez	100	53,8	Fernández y Succari, 1995 citados por Pordomingo, 1997	DP: 60 días. Vacas primíparas
% de preñez	28,0	11,7	Barcellos <i>et al.</i> , 1996	Primíparas, DP: 77 días
	81,2	41,1		Adultas, DP: 77 días
% de preñez	100	90	Pordomingo <i>et al.</i> , 1996 citados por Pordomingo, 1997	DP: 2 a 3 meses posparto (70 Kg de PV).
% de vacas ciclando	65,6	38,9	Simconc, 1996	D.P.: 78 días.
% de preñez	73,1	13,8	Simeone y Lobato, 1996	vacas primíparas DP: A mitad de entore
% de preñez	94,1	40,3		
% de preñez	73,1	13,8	Bejerez, Botello y Fonseca, 1997	DP: 78 días de edad.
% de preñez	89,0	31,0	Gayo, 1997	D.P.: 60 días. Región Este
% de preñez IIE-Concepción	93,62 a 25,31 a	68,75 b 43,04 b	Simeone, 1997	vacas multíparas y primíparas
% de preñez	73,1	13,8	Simeone <i>et al.</i> , 1997	DP: 78 días.
% de preñez	92,4	64,7	Arias <i>et al.</i> , 1998	-

V.: Vacas; IIE-Concepción: Intervalo inicio de entore a concepción; D.P.: Destete precoz; D.T.: Destete tradicional; B.E.: Dieta de baja energía; A.E.: Dieta de alta energía; C.N.: Campo natural; C.C.: Condición corporal.

Se encontró un efecto positivo sobre los parámetros reproductivos estudiados, en todos los experimentos revisados, siendo éste mayor en animales de baja condición corporal al parto (C.C. < 4) (Vizcarra, 1989), o en condiciones subóptimas de

alimentación posparto (Lobato y Barcellos, 1992), y en vacas primíparas respecto a adultas (Laster *et al.*, 1973 citados por Rovira, 1996; Vizcarra, 1989). Sin embargo no resultó así para Barcello *et al.*, (1996) quienes obtuvieron menor respuesta en vacas primíparas que en multíparas. Este experimento fue realizado en Brasil en una zona subtropical, con escasas lluvias mensuales (60 mm / mes en promedio). Es posible que la calidad del forraje disponible sea tan baja que este factor sea mucho más fuerte que el amamantamiento en vacas de primera cría. Sin embargo las adultas tienen menos requerimientos energéticos, y a esos niveles alimenticios igual responden muy bien al destete, demostrando que el amamantamiento es el factor que les está prolongando el anestro. En el presente experimento las condiciones nutricionales posiblemente no son tan severas como las presentadas.

El estímulo del amamantamiento y el estado nutricional de las hembras puede interactuar regulando la performance reproductiva (McSweeney *et al.*, 1993). Se ha comprobado que los efectos negativos que produce el amamantamiento en el posparto provocando una prolongación de éste período, pueden ser minimizados por una mejora del nivel nutricional (Alberio *et al.*, 1984; Lobato, 1985; Osoro, 1986 citados por Lobato y Barcellos, 1992). En vacas con alta dieta energética se reportó menor nivel de glucosa sanguínea en vacas destetadas que en vacas con ternero al pie, lo que fue debido a la producción de leche de estas últimas. No obstante, en este estudio, el destete tuvo un mayor efecto que la suplementación nutricional posparto en la reanudación de la actividad ovárica en la primer lactación de vaquillonas con nutrición moderada (McSweeney *et al.*, 1993). Sin embargo Jolly *et al.*, (1995) trabajando con vacas primíparas de muy pobre condición corporal y severas pérdidas de peso antes del destete, no obtuvieron respuesta al destete precoz (70 días). Después de que la condición nutricional mejoró, las vacas tardaron aproximadamente 30 días en reanudar la actividad ovárica. Los autores concluyen que vacas que paren con muy baja condición corporal, podrían reanudar la actividad ovárica si la lactación es interrumpida y hay una adecuada nutrición posdestete. Cuando las vaquillonas parieron en condiciones corporales

mayores a 5 las pérdidas de peso no afectaron la respuesta en actividad ovárica al destete precoz.

La técnica de destete precoz genera resultados diferentes para parición temprana y tardía. La parición temprana, sería menos dependiente del clima por tener un mayor intervalo destete-fin de entore (Malaquin *et al.*, 1995). En un estudio realizado por Bell *et al.*, (1998), hubo respuesta al destete precoz y al amamantamiento restringido (una vez por día) en vaquillonas primíparas (con una estación de partos dispersa) con muy buen condición corporal al parto, y de parición tardía (con un período parto-inicio de entore menor a 85 días). No hubo diferencias en el intervalo desde el parto hasta la reactivación ovárica entre ambos tratamientos. Sin embargo en las vacas que parieron temprano (período parto-inicio de entore mayor a 85 días), no se encontró respuesta a ninguno de los tratamientos.

En vacas con condición corporal ≥ 5 el intervalo desde el destete precoz hasta el reinicio de la actividad ovarica fue de 19 ± 2 días (destete precoz realizado a los 45 ± 3 días posparto) y en vacas con condición <5 fue de 27 ± 2 días (escala de condición corporal de 1 a 9) (Bishop *et al.*, 1994). En vaquillonas Bos indicus que parieron en condición corporal menor a 4, presentaron un anestro posparto mayor a 6 meses manteniendo peso vivo, mientras que las destetadas a los 70 días resultó en un retorno a la actividad ovárica dentro de los 50 días posdestete (Jolly *et al.*, 1995).

II.2.1.4.2- Efecto del destete precoz sobre la evolución de peso y condición corporal de los vientres

El acortamiento del período de lactancia puede tener alto impacto sobre el sistema de cría, especialmente en ambientes marginales donde la oferta de forraje de calidad es limitada. Con la reducción instantánea de requerimientos, aumenta la

capacidad del sistema para soportar la aleatoriedad climática o la marginalidad ambiental (Lusby y Wettermann, 1980 citados por Pordomingo 1997). Las vacas destetadas tuvieron sus requerimientos minimizados (Church, 1980 citado por Lobato y Barcellos, 1992) y tuvieron condiciones nutricionales suficientes para ganancia de peso, reflejándose en una mayor recuperación en el entore. Muchos trabajos confirman el efecto benéfico de la supresión de la lactancia sobre la ganancia de peso y/o condición corporal. El cuadro II.5 muestra los resultados de un conjunto experimentos del efecto del destete precoz sobre la C.C. y el peso de la vaca.

Cuadro II.5: Resultados de ganancia de peso o C.C. en vacas

Momento de destete	Diferencia en gan. peso o C.C. para destetadas	Diferencia en gan. peso o C.C. para testigos	Autores
41 a 56 días posparto	Dif peso: 116 Kg; D.Entore Dif C.C.: 1,2*	Dif peso: 48 Kg Dif C.C.: 0,7*	Lusby y Parra, 1981 citados por Pordomingo, 1997
D.P.: 3 meses.	0,216 Kg; D.Entore	0,078 Kg	Santana, 1985 citado por Lobato y Barcellos, 1992
D.P.: 101 días	GMD: 0,580 Kg. de DP a tradicional.	GMD: 0,298 Kg. de DP a tradicional.	Gomez <i>et al.</i> , 1994
	GMD: 0,352 Kg. D.Entore	GMD: 0,229 Kg. D.Entore	
D.P.: 77 días	Primiparas: 0,393 D.Entore Multiparas: 0,170	Prim: 0,170 Mult: 0,074	Barcellos <i>et al.</i> , 1996
D.P.: 2 meses.	C.C.: 0,5*; D.Entore	C.C.: 0,4 *; D. Entore	Pordomingo <i>et al.</i> , 1996 a; citado por Pordomingo, 1997
Sin información	C.C.: +0,5; Desde 10 d antes DP a 85 d pos-DP	C.C.: +0,2; Desde 10 d antes DP a 85 d pos-DP	Callejas <i>et al.</i> , 1997
D.P.: 60 días. Región Este	GMD: 0,565 Kg. C.C. +1,2 en todo el período del D.P. al 31 de mayo.	GMD: 0,038 Kg. C.C. -0,9 en el período del D.P. al 31 de mayo.	Gayo, 1997.
D.P.: 78 días	GMD 0,536 Kg.	GMD 0,419 Kg.	Simconc <i>et al.</i> , 1997

IE: Inicio de entore; FE: Fin de entore; CC: Condición corporal; * Escala 1 a 9; D.Entore: Durante el entore

El peso al inicio del entore parece afectar la ganancia de peso durante el entore. El destete a los 100 días parece anular el efecto de mejor alimentación previa ya que no presentó diferencias en la ganancia de peso durante el entore entre sistemas de manejo (pastura o campo natural) (Lobato y Barcellos, 1992). El cuadro II.6 muestra el efecto sobre el peso de la vaca de diferentes destetes.

Cuadro II.6: Efecto de diferentes destetes sobre el peso de la vaca.

Manejo		Destete 100 días	Destete 180 días	Promedio
Peso al inicio del entore (kg)	Pastura	398 aA	391 aA	392 a
	Campo Natural	376 bA	369 bA	372 b
	Promedio	387 A	380 A	-
Ganancia de peso durante el entore (kg/d)	Pastura	0,101 aA	0,179 aB	0,140 a
	Campo Natural	0,110 aA	-0,095 bB	0,007 b
	Promedio	0,105 A	0,042 B	-
Ganancia de peso al final del entore (kg/d)	Pastura	0,200 aA	-0,104 aB	0,096 a
	Campo Natural	0,538 bA	0,060 bB	0,229 b
	Promedio	0,396 A	-0,022 B	-

a- Medidas en la misma columna, seguidas de la misma letra minúscula no difieren significativamente ($P > 0,05$).

A- Medidas en la misma fila, seguidas de la misma letra mayúscula no difieren significativamente ($P > 0,05$).

Fuente: Lobato y Barcellos, 1992.

Los resultados demuestran que el destete a los 100 días proporcionó mejores resultados para las vacas que permanecieron todo el período en CN, confirmando así que la lactancia es más perjudicial en situaciones de alimentación limitante. Vacas ganando peso durante el entore presentaron mejores índices de preñez que vacas perdiendo peso (Lobato y Barcellos, 1992).

II.2.1.4.3.- Efecto del destete precoz sobre la performance de terneros

Los requerimientos energéticos de terneros de 100 Kg de peso vivo ganando 500 g/día son 7,7 Mcal/día de energía metabolizable y 416 g/día de proteína (igual o mayor a 16% de la dieta y de excelente valor biológico, (Malaquin *et al.*, 1995)). Los campos naturales de la Región Este tienen en promedio 1,7 Mcal/Kg de materia seca y 8% de proteína. Para cubrir sus requerimientos energéticos el ternero debería comer 4,5% de su peso vivo y para cubrir sus requerimientos proteicos 5,2% de su peso. Es claro entonces que los terneros destetados precozmente deben contar con otras fuentes de alimento (Gayo, 1999). Otro factor importante es el hecho de que los terneros son destetados en

verano donde baja la calidad de las pasturas y se afecta el consumo animal. El rango de temperatura termo neutral va de los 15 a 25 grados, por encima de ésta se produce estrés térmico. Lo primero que se afecta en situación de estrés es el consumo de alimento y la magnitud de la disminución del consumo está positivamente correlacionada con la temperatura y la humedad ambiental. La radiación solar directa (falta de sombra) también afecta al confort de los terneros perjudicando su producción. En síntesis, la performance en el verano es una resultante directa del menor consumo y la menor calidad del forraje consumido (Malquin *et al.*, 1995). El cuadro II.7 muestra el efecto del destete a diferentes edades sobre la ganancia diaria del ternero.

Cuadro II.7 Efecto del destete precoz sobre la performance de terneros

Edad de destete precoz, o peso.	Ganancia diaria de terneros destetados	Gan. diaria de terneros al pie de la vaca	Alimentación	Autor
41 a 56 días	0,800	0,580	D.P.: Criados a corral	Luzby y Parra, 1981 **
150 días.	0,93	1,10	Dig. del forraje 78,2 % en verano. Ración: trigo 1% PV	Harvey y Burns, 1988
60 días	a C.N.: 0,440 a Prad.: 0,371	0,731	Primeros 20 días. (Promedio de dos años)	Vizcarra, 1989
	a C.N.: 0,152 a Prad.: 0,388	0,481	de los 20 días posdestete a los 100. (Promedio de dos años)	
55-60 días	0,765	0,685	D.P: Suplementados	Josifovich <i>et al.</i> , 1990.
101 días	0,453	0,561	D.P.: Suplementados a corral	Gomez <i>et al.</i> , 1994
60 días	0,669	0,670	D.P: Pasturas mixtas con alfalfa y sup. 1Kg / animal / día.	Fernández y Zuccari, 1996**
	0,493	0,900	D.P: Pastura de festuca y balanceado al 1% PV de 40% maíz y 60% expeller de girasol.	Hidalgo <i>et al.</i> , 1996**
78 días	0,553 (entre 114 y 141 días)	0,590 (entre 114 y 141 días)	Lotus corniculatus. Concent. Energético y proteico 1,1 Kg/día.	Simeone <i>et al.</i> , 1996.
60 días	0,296	0,518	Mejoramiento y Ración c/18% PC al inicio y 15% luego.	Gayo, 1997
	0,482	0,817	CN más ración.	Simeone, 1997
90 días	0,566 (hasta los 180 días).	0,741	CN mejorado (Abundancia de P. dilatatum, T. repens)	Simconc y Lobato, 1998

PV: peso vivo; ** citados por Pordomingo, 1997;

Si bien en la mayoría de los casos revisados en el Cuadro II.7 hay una tendencia a mejores ganancias diarias de los terneros al pie de la madre, en muchos casos ésta

diferencia es mínima. La alimentación, el manejo y los costos condicionan la práctica de destete precoz. Se ha demostrado que no existen diferencias importantes en el crecimiento de terneros destetados con una base nutricional adecuada, respecto a los mantenidos al pie de sus madres (Monje *et al.*, 1993; Pordomingo *et al.*, 1996 a, b; Sciotti *et al.*, 1996; Fernández y Zuccari, 1996; Fernández *et al.*, 1997; Lusby y Parra, 1981; Lusby y Wettermann, 1980; Lusby *et al.*, 1990 citados por Pordomingo, 1997; Bell *et al.*, 1998). En el ensayo llevado a cabo por Vizcarra (1989) en dos años contrastantes, luego de los 40 días posdestete, los terneros al pie de la madre presentaron mejores ganancias que los de destete precoz, mantenidos en pradera, cuando las condiciones ambientales fueron favorables (0,570 g. vs. 0,435 g. respectivamente), sin embargo la situación se revierte en el año de condiciones ambientales adversas (testigo: 0,286 g. vs. destetados en pradera: 0,370 g.) ya que se puede inferir que la producción de leche baja y esto se ve reflejado en las ganancias de los terneros al pie de la madre. De estos resultados se concluye que si bien pueden haber diferencias a favor de los terneros mantenidos al pie de la madre la situación se puede revertir, cuando los terneros destetados tienen una alimentación adecuada y el año no es favorable para la producción de leche.

Dependiendo de la calidad y cantidad de la base forrajera y el suplemento, así como de la duración de la suplementación, el ternero de destete precoz, puede tener un crecimiento inferior (Hidalgo *et al.*, 1996; Pordomingo *et al.*, 1996; Sciotti *et al.*, 1996 citados por Pordomingo, 1997), similar (Pordomingo *et al.*, 1996; Fernández y Zuccari, 1996 citados por Pordomingo, 1997) o mayor a los que permanecen al pie de la madre (Pordomingo *et al.*, 1996; Lusby y Parra, 1981 citado por Pordomingo, 1997). Sin embargo Vizcarra, (1989) no encontró diferencia en la ganancia de peso de terneros en los primeros 20 días posdestete con acceso a forrajes de diferentes calidades (campo natural 0,440 Kg/d y pradera 0,371 Kg /d promedio de dos años). Esto fue debido a que el cambio brusco de alimentación produce un cambio de monogástrico a rumiante, modificación y desarrollo de la población microbiana del rumen y el estrés característico

del destete siendo estos efectos más poderosos que las diferentes calidades de las pasturas. Pasado este período a los 180 días las diferencias de alimentaciones de los terneros se traducen en pesos diferenciales (campo natural 81 Kg , pradera 104,5 Kg, pesos corregidos a 180 días).

El destete precoz no afecta el desarrollo de los terneros, por lo que aunque puedan diferir en peso al momento del destete tradicional, éstos tienen posibilidades de igualarse al año de edad (Guyer, 1996). En los ensayos de Vizcarra (1989) las diferencias entre los terneros alimentados a pasturas, campo natural o los que permanecieron con sus madres, al año desaparecen, cobrando importancia la alimentación posdestete.

II.2.1.4.4- Consideraciones prácticas

- Se debe contar con buena disponibilidad de pasturas de alta calidad con especies estivales (esto puede reducir el costo de la ración).
- La ración usada debe ser de alta palatabilidad (Guyer, 1996).
- Urea y otras fuentes nitrogenadas no proteicas no son aconsejables (Guyer, 1996).
- En rodeos de terneros heterogéneos es conveniente realizar lotes para homogeneizarlos evitando la dominancia (Gayo, 1999).
- Se debe disponer de por lo menos 30 cm. de comedero por ternero (Gayo, 1999).
- Contar con sombra y agua calculando 10 l/ternero/día (Gayo, 1999).
- Disposición de sales minerales y vitaminas *ad libitum*.
- El destete se debería de realizar con los terneros lo más pesados posibles para su mejor desempeño y lo más precoz posible para lograr los objetivos reproductivos (Gayo, 1999).
- Se debe seguir un plan de manejo sanitario que incluyan las afecciones más comunes en los terneros como ser parasitosis, clostridiosis, enfermedades de ojos, moscas.

- Algunos autores opinan que los terneros deben ser destetados repentinamente para que las vacas no puedan oírlos, olerlos, verlos ni tener contacto con ellos, la vocalización prolongada provoca dificultades respiratorias y adelgaza al ternero (O'Mary y Dyer, 1972 y Price, 1981 citados por Oliveira *et al.*, 1995; Gayo, 1999); Otros autores sugieren destetar en pasturas adyacentes ésta técnica pretende reducir el estrés del destete (Já Nicol, 1977; Dode *et al.*, 1987 citados por Oliveira *et al.*, 1995) sin embargo esta práctica puede reducir la efectividad de la técnica (Lamb *et al.*, 1997).
- Otra práctica que atenúa el estrés de separación de los terneros de sus madres es el amadrinamiento, que consiste en adicionar animales adultos al lote de terneros recién destetados (Oliveira *et al.*, 1995).
- Es conveniente dar preferencia al pastoreo directo en las horas más frescas y en las horas más calurosas los alimentos de mayor calidad como concentrados y henos.

II.2.1.4.5.- Ventajas y desventajas de la técnica

Ventajas:

Vacas:

- Aumenta los índices de preñez del rodeo de cría, aumentando y adelantando la cantidad de vacas que ciclan en un entore lo que aumenta la probabilidad de que una vaca se preñe dentro del período de servicio.
- La reactivación ovárica es menos dependiente de la disponibilidad de forraje.
- Disminuye los requerimientos de las vacas.
- Mejora la condición corporal de las vacas.
- Se concentra la aparición de celos, lo que produce una concepción más concentrada y por ende se obtiene una parición más concentrada facilitando el manejo.
- Mayor vida útil de las vacas, porque produce menos leche, se descalcifica menos y sufre menos desgaste dental.

Terneros:

- Mayor posibilidad de selección por más disponibilidad de terneros.
- Tienen la posibilidad de expresar su potencial genético de crecimiento en función de la alimentación que reciban e incluso en épocas de sequía o escasez de forraje.
- El ternero destetado precozmente enfrenta el invierno con un rumen más desarrollado y con mayor flora bacteriana con capacidad celulolítica.

Desventajas:

- Se requiere excelente manejo y nutrición de los terneros.
- Exige más trabajo
- El ternero de destete podría presentar menor peso en otoño.
- El momento de destete coincide con condiciones climáticas desfavorables que afecta la calidad del forraje, así como también al consumo voluntario (verano).

II.2.1.4.6.- Efectos sobre el sistema

Uso sistemático:

Si se usa el destete precoz sistemáticamente en todo el rodeo de cría, éste tiene implicancias diferentes sobre el sistema de producción:

- A la vez que aumenta el índice de preñez (efecto buscado), baja la variación de este índice entre años (Pordomingo, 1997).
- El destete precoz concentra los celos, lo que facilita el uso de otras herramientas reproductivas, como inseminación artificial masiva y manejo racional de pastoreo.
- Se aumenta la eficiencia de usos de alimentos del sistema ya que son mas eficientes las conversiones de vacas y terneros por separado que la pieza de cría.
- Al reducirse la lactancia, se puede aumentar la carga del sistema.(Hofer, 1994; Simeone 1995 b citado por Simeone, 2000).
- Permite producir terneros fuera de zafra, lo que desestacionaliza la producción.

- El ternero de destete precoz podría llegar con menor peso en otoño respecto al ternero que se desteta en esa fecha. Esto sería perjudicial para un sistema criador, pero no así para uno de ciclo completo siempre que estos pesos se igualen al año de edad (Gayo, 1997).

Uso estratégico:

El destete precoz también puede ser usado estratégicamente en alguna categoría o momento particular. La rentabilidad de la técnica puede depender, entre otras, de la correcta elección de las vacas y del momento en que se aplicará:

- En vacas con menor probabilidad de quedar preñadas (primíparas y vacas que llegan con pobre condición corporal al parto y/o inicio de entore).
- Se puede realizar destetes estratégicos de vacas a refugar, de última cría, para engordarla y venderla antes del invierno cuando el forraje escasea.
- Años donde la situación forrajera sea particularmente escasa y no se puedan satisfacer los requerimientos del rodeo de cría durante la lactancia, poniendo en riesgo los resultados del entore.
- Esta técnica se puede realizar sobre los vientres de parición tardía para asegurarse un aceptable índice de procreo. Sin embargo, en general, estos terneros tendrán menos desarrollo que lo esperado.

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

III.1- MATERIAL EXPERIMENTAL

III.1.1- Localización espacial y temporal del experimento.

El experimento fue realizado en la Estación Experimental Palo a Pique de INIA Treinta y Tres, 7a. Seccional Policial del departamento de Treinta y Tres, y comenzó el 4 de septiembre de 1998, finalizando el 31 de Marzo de 1999.

III.1.2- Clima

Las precipitaciones durante el período experimental se muestran en la gráfica de la figura III.1. En rojo está indicado el promedio de precipitaciones del período (91 mm).

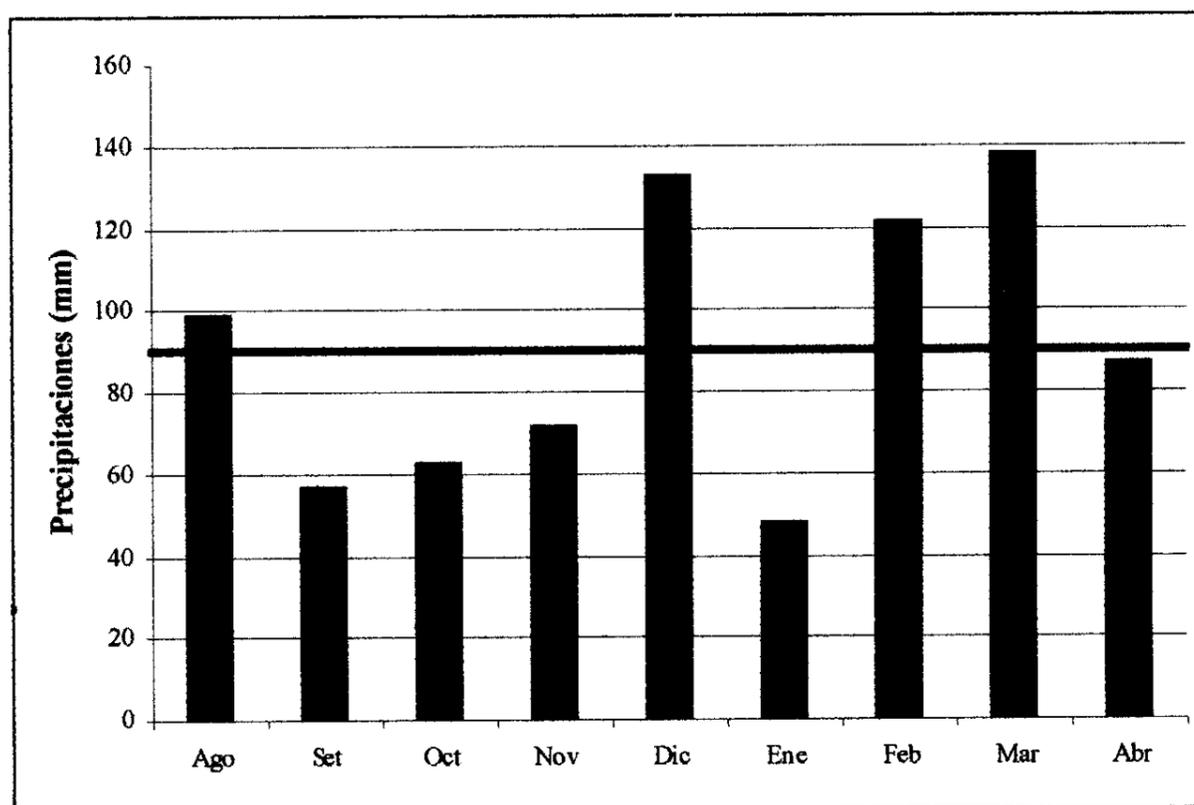


Figura III.1: Total de precipitaciones mensuales durante el período Agosto de 1998 a Abril de 1999.

III.1.3- Suelo

En los potreros donde permaneció el rodeo de cría y los terneros de destete existe una asociación de Planosoles Subéutricos, Argisoles Subeutricos y Brunosoles Subeutricos desarrollados sobre la Unidad Alferez de origen Sedimentario.

III.1.4.- Animales

Se utilizan treinta y seis vacas Hereford primíparas, con cría al pie, de condición corporal al parto entre 3,5 y 5 pertenecientes al rodeo de cría de la Estación Palo a Pique. Estas vacas fueron entoradas con un macho Aberdeen Angus (período de entore 1/12 – 31/1 1998 – 1999).

III.1.5- Area experimental

III.1.5.1- Potrero del rodeo de cría

La vaca de cría pastorearon un potrero de 50 hectáreas de tapiz natural agresivo y entramado con una marcada predominancia de especies estivales en especial la asociación *Paspalum notatum*-*Axonopus affinis*. Dicho potrero fue pastoreado a una carga promedio de 0,85 UG/ha. Los animales tuvieron acceso a una aguada artificial.

III.1.5.2- Potrero de los terneros destetados

Los terneros destetados precozmente pastoreaban 6 hectáreas de mejoramiento de *Trifolium repens*, *Lotus* *corniculatus* y *Festuca arundinacea* de 5° año, con bebederos.

III.2- TRATAMIENTOS

El experimento combina dos factores con dos niveles cada uno: Condición corporal (CC) al parto en donde los niveles fueron: Moderada (M) \geq a 4 y Baja (B) $<$ a 4 y control de amamantamiento con: Testigos (T) amamantamiento *ad libitum* y destete precoz (D).

Luego del parto se seleccionaron 18 vacas para el tratamiento CC Baja y 18 para CC moderada. El 15 de diciembre dentro de los animales de CC moderada y baja, se les asignó el tratamiento de destete precoz o testigo, teniendo en cuenta la fecha de parto.

De esta manera quedaron conformados los tratamientos con las distribuciones de peso y condición corporal que se ven en el cuadro III.1 y la gráfica de la figura III.2.

Cuadro III.1: Media y desvío estándar del peso y condición corporal de los cuatro tratamientos.

Tratamiento	Peso		Condición corporal	
	Promedio	Desvío estandar	Promedio	Desvío estándar
D – B	325,4	33,4	3,5	0,00
D – M	348,6	25,8	4,3	0,36
T – B	300,6	19,6	3,5	0,00
T – M	343,6	32,3	4,2	0,26

D-B: Destete precoz y CC $<$ 4; D-M: Destete precoz y CC \geq 4; T-B: Testigos de CC $<$ 4; T-M: Testigos de CC \geq 4.

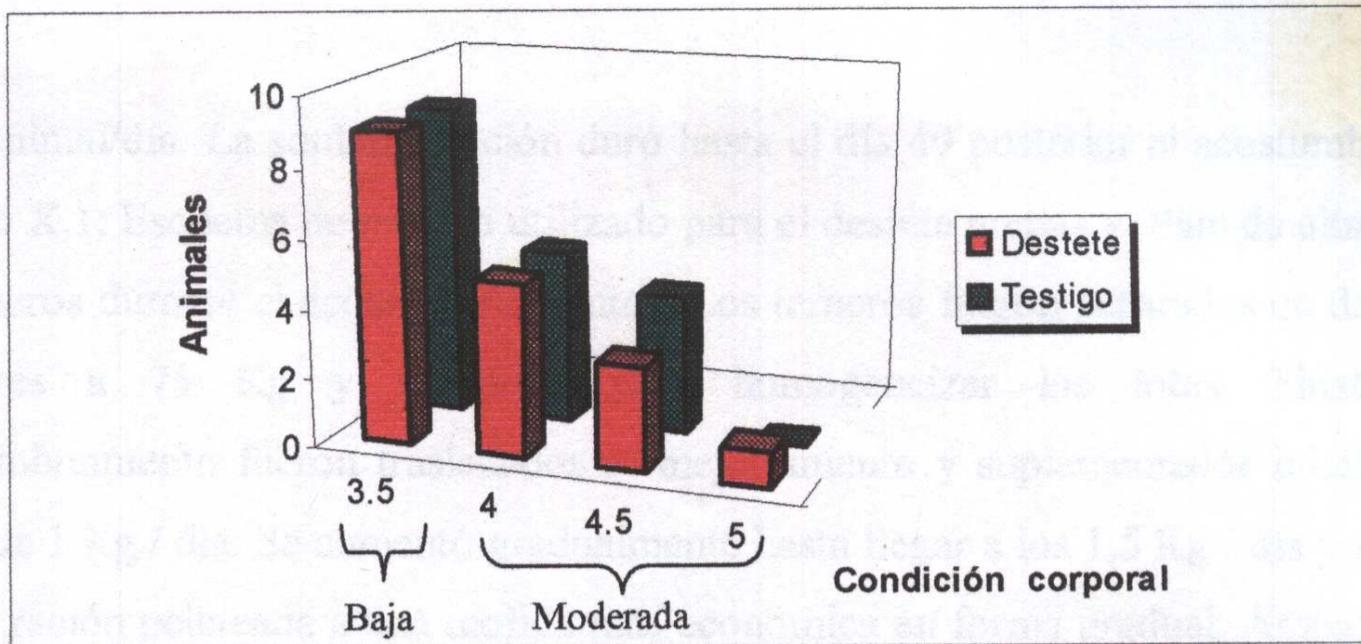


Figura III.2. Rango de condición corporal que presentaron las vacas en el parto, y tratamientos que conformaron

III.3- PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En el esquema de la figura III.3 se presenta el cronograma seguido durante el experimento.

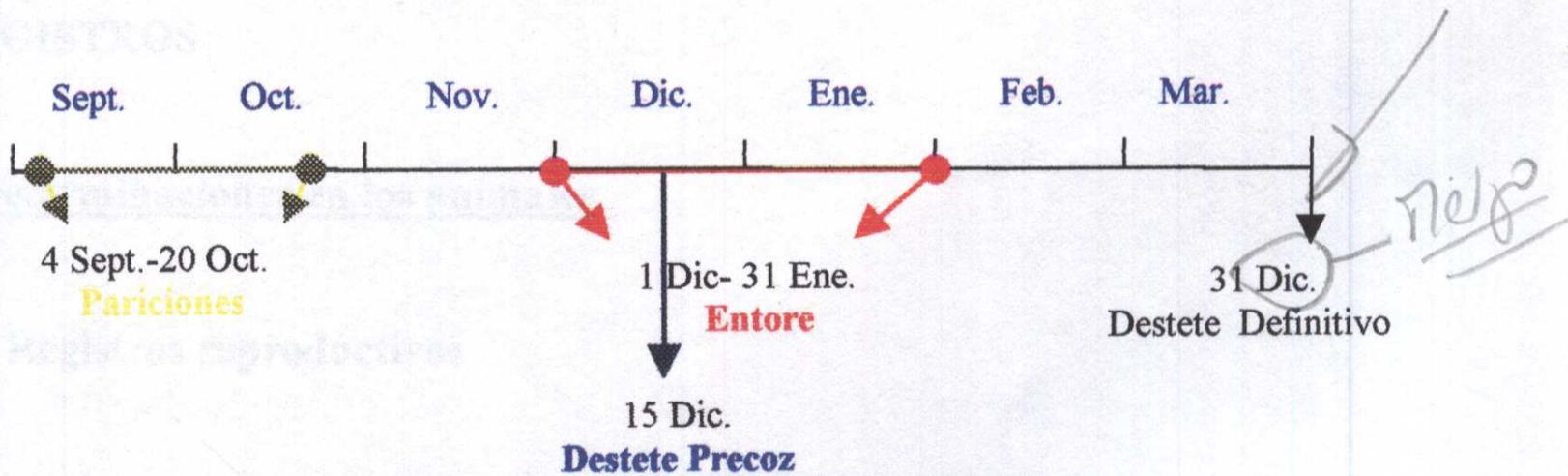


Figura III.3: Cronograma de los principales eventos del experimento.

Todo el rodeo se manejó sobre campo natural, el 15 de diciembre se retiraron los terneros del destete precoz. Los terneros destetados tuvieron un acostumbramiento de 10 días a corral. Se les suministró fardo de alfalfa y ración en forma creciente hasta llegar a

1 Kg/animal/día. La suplementación duró hasta el día 49 posterior al acostumbramiento (Anexo X.1: Esquema de manejo utilizado para el destete precoz y Plan de alimentación de terneros durante el acostumbramiento). Los terneros fueron separados en dos grupos (mayores a 75 Kg y menores) para homogeneizar los lotes. Finalizado el acostumbramiento fueron trasladados al mejoramiento y suplementados inicialmente a razón de 1 Kg / día. Se aumentó gradualmente hasta llegar a los 1,5 Kg / día y se cambió de una ración peleteada a una molida más económica en forma gradual. Ambas raciones tenían entre 19 y 20 % de proteína. (Anexo X.2: Composición de raciones). Se racionaron los terneros hasta el 13 de febrero totalizando un período de suplementación de 59 días. Tuvieron disposición de sal *ad libitum*.

Tanto en los terneros de destete como en las vacas de cría se siguieron los planes sanitarios rutinarios de la Estación Experimental Palo a Pique.

III.4- REGISTROS

III.4.1- Determinaciones en los animales

III.4.1.1- Registros reproductivos

Durante el entore se sangraron las vacas con punción yugular, dos veces por semana en las primeras horas de la mañana con el objetivo de medir progesterona en suero. Dentro de las dos horas posteriores al sangrado las muestras fueron centrifugadas y congelado el suero a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta el momento de realizar la medición hormonal. La concentración de progesterona fue medida utilizando la técnica de radioinmunoanálisis (RIA) de fase sólida. La curva estándar fue de 0.1 a 20 ng de progesterona /ml de suero, con una variación intra-ensayo e inter-ensayo de 4.8 y 8.6%, respectivamente. Cuando en nivel de progesterona superó a 1 ng/ml, se asumió que la ovulación se produjo 5 días antes de dicho pico (Peter y Ball, 1995) por lo que se asume que se inició la actividad

ovárica. Diariamente, al amanecer y al atardecer, se controló presencia de celo, observando el rodeo por períodos mayores a 45 minutos. El 8 de marzo de 1999 se hizo el diagnóstico de gestación por ecografía.

III.4.1.2- Evolución del estado nutricional.

Indicadores evaluados:

1. Determinación de peso de vacas y terneros al parto, y durante el entore cada 14 días. Todas las pesadas fueron realizadas a primera hora de la mañana.
2. Determinación de condición corporal en vacas, al parto y durante el entore cada 14 días. Se utilizó una escala de 1 a 8 por apreciación visual (Orcasberro, 1994).

III.4.2- Determinaciones en las pasturas

Potrero del rodeo de cría:

Se realizaron mediciones mensuales de disponibilidad y calidad de forraje desde el inicio del entore hasta el final del ensayo. Se tomaron nueve muestras, tres en las zonas bajas, tres en la ladera y tres en las zonas altas de la topografía. Las muestras se tomaron tirando un rectángulo (20 por 50 cm.) en sitios elegidos al azar, con corte al ras del suelo. Se tomó el peso fresco, se mezclaron las 3 muestras de cada zona y se separaron 200 g. (quedando 1 muestra, de cada zona). Se separó cada una de las muestras de 200 g. en verde y seco, y fueron llevadas a estufas a 60°C por 48 h. Se tomó el peso seco, obteniéndose así información de las proporciones de verde y seco y del porcentaje de materia seca. En las muestras secas se determinó porcentaje de digestibilidad de la materia orgánica, porcentaje de proteína cruda y porcentaje de ceniza.

Potrero de los terneros de destete:

Se realizaron mediciones mensuales de disponibilidad, calidad y composición a partir del momento en que ingresaron los terneros hasta fines del ensayo. Se tomaron cinco muestras aleatorias de la misma manera que en el campo natural. Se registró el peso fresco de las cinco muestras, se mezclaron y se separaron submuestras de 200 gramos. En éstas se realizó porcentaje de forraje verde y seco, y sobre el material verde se realizó análisis botánico. Estas muestras se secaron en estufas al igual que las de campo natural, obteniéndose información de porcentaje de materia seca, proporción de material verde y seco, y composición botánica de la proporción verde. En estas muestras secas se determinaron los mismos parámetros de calidad que en las de campo natural.

III.5- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño utilizado en el ensayo fue un factorial 2x2. Las variables utilizadas son continuas, excepto las proporciones que son categóricas.

Las variables medidas en las vacas fueron:

- intervalo parto-ovulación
- intervalo destete-ovulación
- intervalo parto-celo
- intervalo destete-celo
- proporción de animales con reactivación ovárica /totales
- proporción de animales con presencia de celo/totales
- evolución de peso y condición corporal

La variable medida en los terneros fue:

- evolución de peso

Las variables de intervalos de tiempo tienen distribución exponencial truncada por la derecha, y se analizaron con el test de supervivencia. El análisis de supervivencia tiene por característica común la presencia de observaciones truncadas por la derecha, debido al retiro de unidades experimentales o la terminación del experimento, éste último caso se ajusta a lo que sucedió en el experimento. En una primera instancia podría pensarse que los datos podrían ser truncados también por izquierda ya que los registros de progesterona no se iniciaron inmediatamente después del parto. Sin embargo la observación cuidadosa de los registros de progesterona permiten afirmar con una certeza relativamente alta que en ninguna unidad experimental sucedió el evento analizado (ovulación o celo) antes del inicio de la toma de registros. Ante este supuesto se hace válido y ajusta muy bien este tipo de análisis estadístico. Por otro lado es requerimiento del análisis que la función de distribución de los datos sea del tipo Exponencial o Weibull (SAS, 1993). La función de distribución de los datos de esta tesis se ajusta a un modelo Weibull. En los tratamientos con datos censurados el tiempo exacto del anestro permanece desconocido. Lo que si se conoce es que la longitud del anestro seguramente es más largo que el tiempo entre el parto y el momento en que el dato fue censurado (fin de entore). La metodología de este análisis utiliza tanto los datos que no fueron censurados y que presentan una fecha para el evento (ovulación o celo), como aquellos censurados.

El modelo utilizado para variables de intervalos de tiempo:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + CC_j + E_{ijk} \quad (*)$$

- μ : Intercepto
- Y_{ijk} : Intervalo de tiempo (según la variable: intervalo parto-ovulación, intervalo parto-celo, intervalo destete-ovulación o destete-celo).
- A_i : Control del amamantamiento en el i-esimo nivel de factor (i=1 destete precoz, i=2 testigos)
- CC_j : Condición corporal al parto en el j-estimo nivel de factor (j=1: Condición corporal menor a cuatro, j=2: Condición corporal mayor o igual a cuatro).
- E_{ijk} : Error experimental aleatorio asociado al i-esimo nivel de factor A, j-esimo nivel de factor CC y k-esima observación.

Las proporciones se analizaron con pruebas de chi-cuadrado. El modelo utilizado para estas variables categóricas es:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + CC_j + E_{ijk} \quad (*)$$

- μ : Intercepto
- Y_{ijk} : Proporción de animales (según la variable: animales con pico de progesterona / totales, animales con presencia de celo / totales, animales preñados/totales).
- A_i : Control del amamantamiento en el i-esimo nivel de factor (i=1 destete precoz, i=2 testigos)
- CC_j : Condición corporal al parto en el j-estimo nivel de factor (j=1: Condición corporal menor a cuatro, j=2: Condición corporal mayor o igual a cuatro).
- E_{ijk} : Error experimental aleatorio asociado al i-esimo nivel de factor A, j-esimo nivel de factor CC y k-esima observación.

Las variables continuas de evolución del estado nutricional se analizaron con análisis de varianza. El modelo utilizado para evolución de peso y condición corporal es:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + CC_j + D_k + E_{ijkl}$$

- μ : Intercepto
- Y_{ijkl} : Ganancia diaria de peso o condición corporal (según la variable: ganancia de peso diaria de terneros, ganancia diaria de vacas, ¿evolución diaria de condición corporal?).
- A_i : Control del amamantamiento en el i-esimo nivel de factor (i=1 destete precoz, i=2 testigos)
- CC_j : Condición corporal al parto en el j-estimo nivel de factor (j=1: Condición corporal menor a cuatro, j=2: Condición corporal mayor o igual a cuatro).
- D_k : Día de parto, días desde el 1° de setiembre hasta el parto.
- E_{ijkl} : Error experimental aleatorio asociado al i-esimo nivel de factor A, j-esimo nivel de factor CC, k-esima efecto y l-esima observación.

(*): Estos modelos también se probaron con la variable días al parto así como todas las interacciones de los modelos. Ninguno de estos efectos fue significativo por lo que se retiraron del modelo.

IV- RESULTADOS

IV.1- PARÁMETROS DE EVOLUCIÓN DE PESO Y CONDICIÓN CORPORAL DE LAS VACAS

IV.1.1 Análisis de calidad y disponibilidad de campo natural

Como se vio en la revisión bibliográfica, la nutrición posparto es uno de los factores que más afecta el resultado reproductivos del entore, junto con la condición corporal al parto y el control del amamantamiento. Dentro de los objetivos de este estudio están los de medir los efectos de la condición corporal al parto y el control del amamantamiento, así como su interacción sobre la performance reproductiva. No se tuvo por objetivo evaluar diferentes niveles de nutrición post-parto; sin embargo, se consideró relevante obtener información sobre la evolución en cantidad y calidad del forraje disponible para las vacas de cría. En la gráfica de la figura IV.1 se puede apreciar dicha evolución.

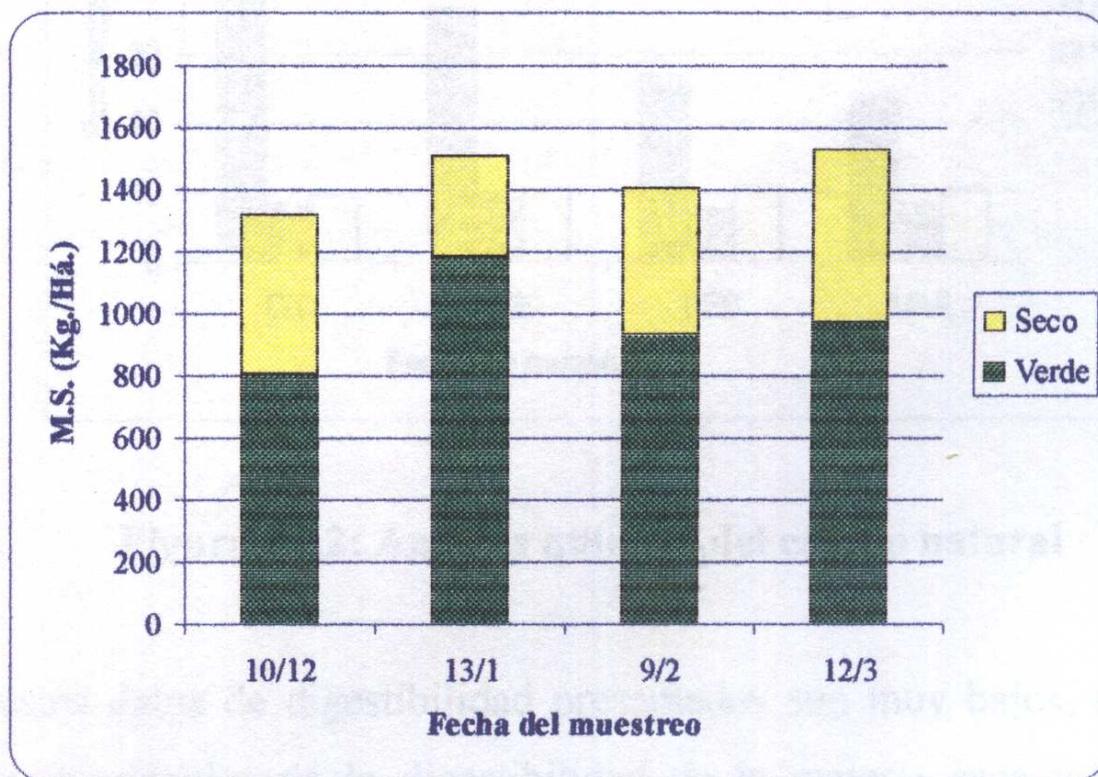


Figura IV.1: Disponibilidad de forraje verde y seco en el potrero de cría.

Los resultados obtenidos de los muestreos del campo natural se presentan detallados en el Anexo IX.6.

Las unidades ganaderas totales en el potrero de cría fueron 42,5 para todo el período, disponiendo cada unidad ganadera de 1,18 hectáreas. Para el mes de diciembre, que fue el de menor disponibilidad y considerando solo el forraje verde, cada unidad ganadera tuvo 944 Kg de MS disponible, lo que son 31,5 Kg de M.S./día de forraje verde. Con una utilización del 50% serían aproximadamente 16 Kg de M.S. utilizable. Esto se aproxima a la capacidad de consumo de la vaca de cría. Por esto se podría pensar que la disponibilidad de forraje no limitó el consumo de las vacas. En la figura IV.2 se presentan los datos de digestibilidad, proteína y cenizas del campo natural promedio de cada mes.

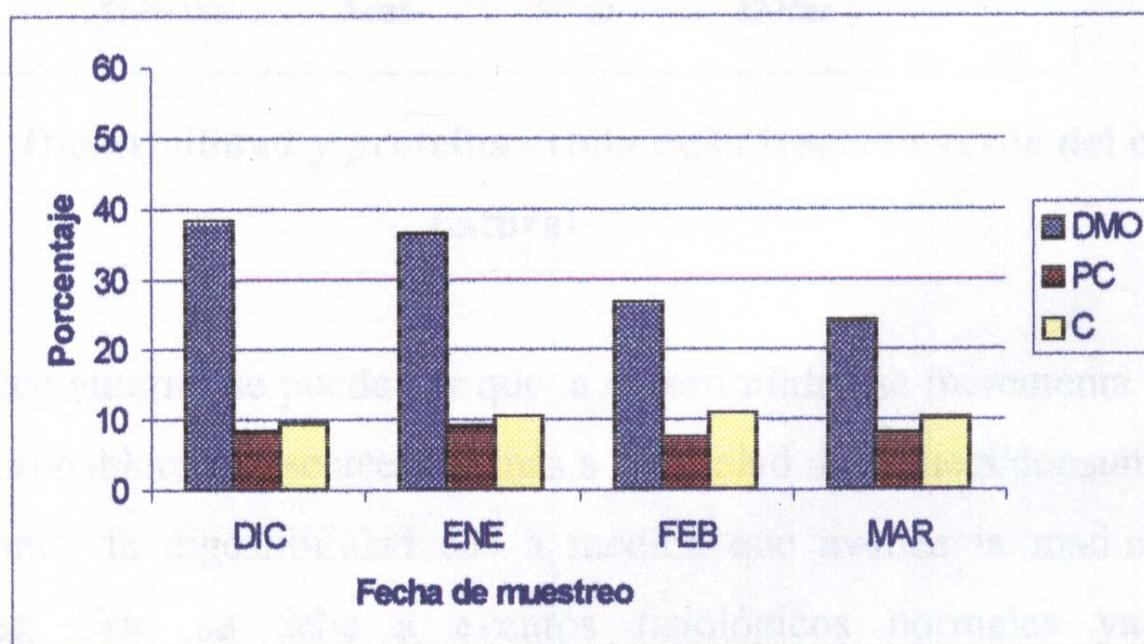


Figura IV.2: Análisis químico del campo natural

Si bien estos datos de digestibilidad presentados son muy bajos, se calcularon como promedios ponderados de la digestibilidad de la materia seca y la verde. No consideran la selección que realiza el animal durante el pastoreo. Por los altos niveles de

disponibilidad sabemos que tiene oportunidades de realizar selección. En la figura IV.3 se presentan los datos de digestibilidad solo de la materia verde, es conocido que al realizar selección el animal prefiere consumir materia verde que seca. No se registraron mediciones como para conocer la selección de algunas especies botánicas u órganos dentro de plantas y de esta forma poder estimar mejor la digestibilidad de la dieta consumida. Probablemente la dieta consumida sea de mayor calidad incluso que la calidad (digestibilidad y proteína) de la materia verde total.

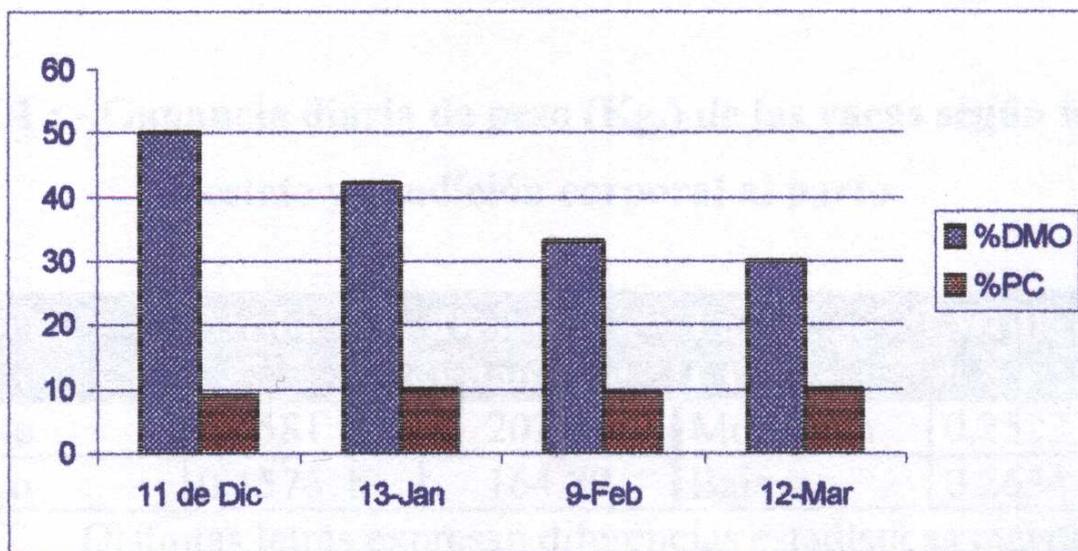


Figura IV.3 : Digestibilidad y proteína cruda de la fracción verde del campo natural

En el gráfico anterior se puede ver que la digestibilidad se incrementa respecto a la gráfica IV.2 y probablemente se acerque más a la calidad de la dieta consumida por el animal. No obstante, la digestibilidad cae a medida que avanza la madurez de las especies estivales. Esto se debe a eventos fisiológicos normales ya que las precipitaciones no fueron limitantes durante el verano.

IV.1.2- Ganancia media diaria, evolución de peso y Condición Corporal de las vacas

El modelo utilizado para analizar ésta variable fue: $Y = \mu + \text{Destete} + \text{C.C. al parto} + \text{Dest.} * \text{C.C. al parto} + \epsilon$. El modelo es altamente significativo para la predicción de ganancia media diaria de vacas ($P < 0,0002$). El único factor significativo fue el destete ($P < 0,0001$), siendo CC al parto y la interacción destete por CC, no significativos ($P = 0,79$ y $P = 0,16$ respectivamente)(cuadro IV.1).

Cuadro IV.1 : - Ganancia diaria de peso (Kg.) de las vacas según los factores destete y condición corporal al parto

Factor: Destete	Media	Desvío estandard	Factor: CCP	Media	Desvío estandard
Destete	0.3581 a	202.24	Moderada	0.2523 a	146.37
Testigo	0.1576 b	164.79	Baja	0.2634 a	174.11

Distintas letras expresan diferencias estadísticas mayores al 1%.

CCP: Condición corporal al parto

En las figuras IV.4 y IV.5 se puede observar la evolución del peso y CC de las vacas de cría durante el experimento, según el tratamiento correspondiente. De los resultados obtenidos en los análisis estadísticos, se destaca que respecto a la ganancia media diaria (GMD) se encontraron diferencias solamente entre vacas destetadas y testigos (las vacas destetadas presentaron una mayor recuperación de peso y CC respecto a las testigo).

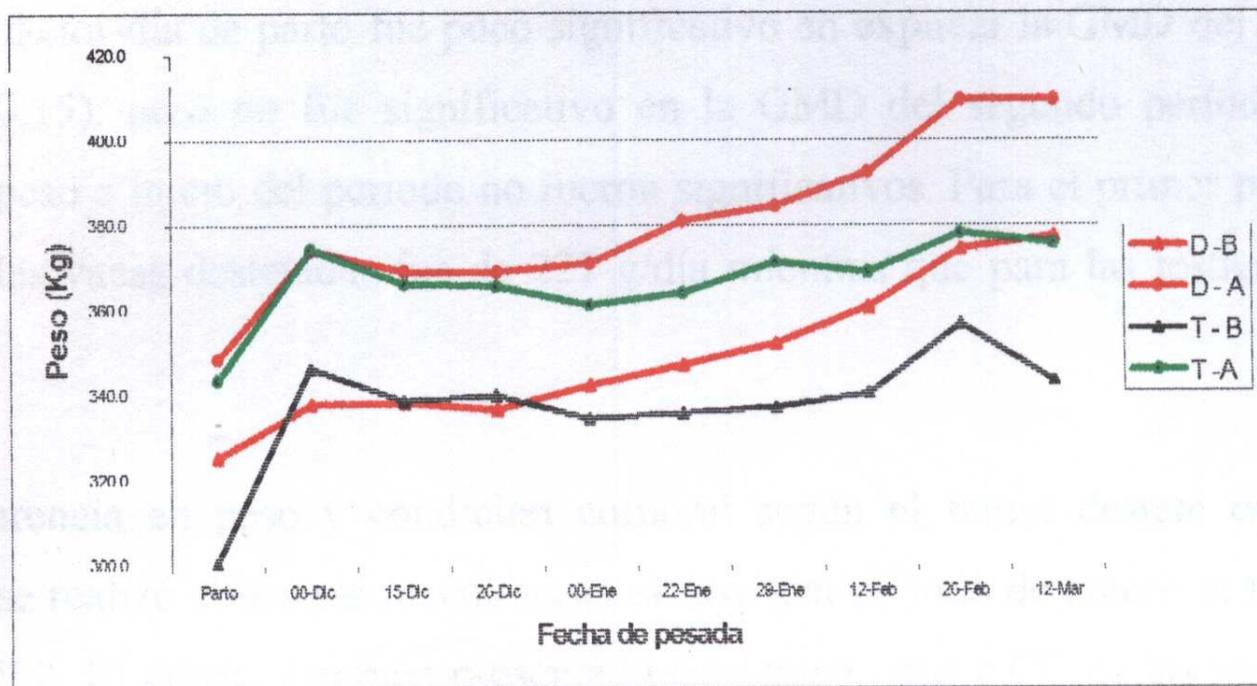


Figura IV.4: Evolución de peso de las vacas durante el período de estudio

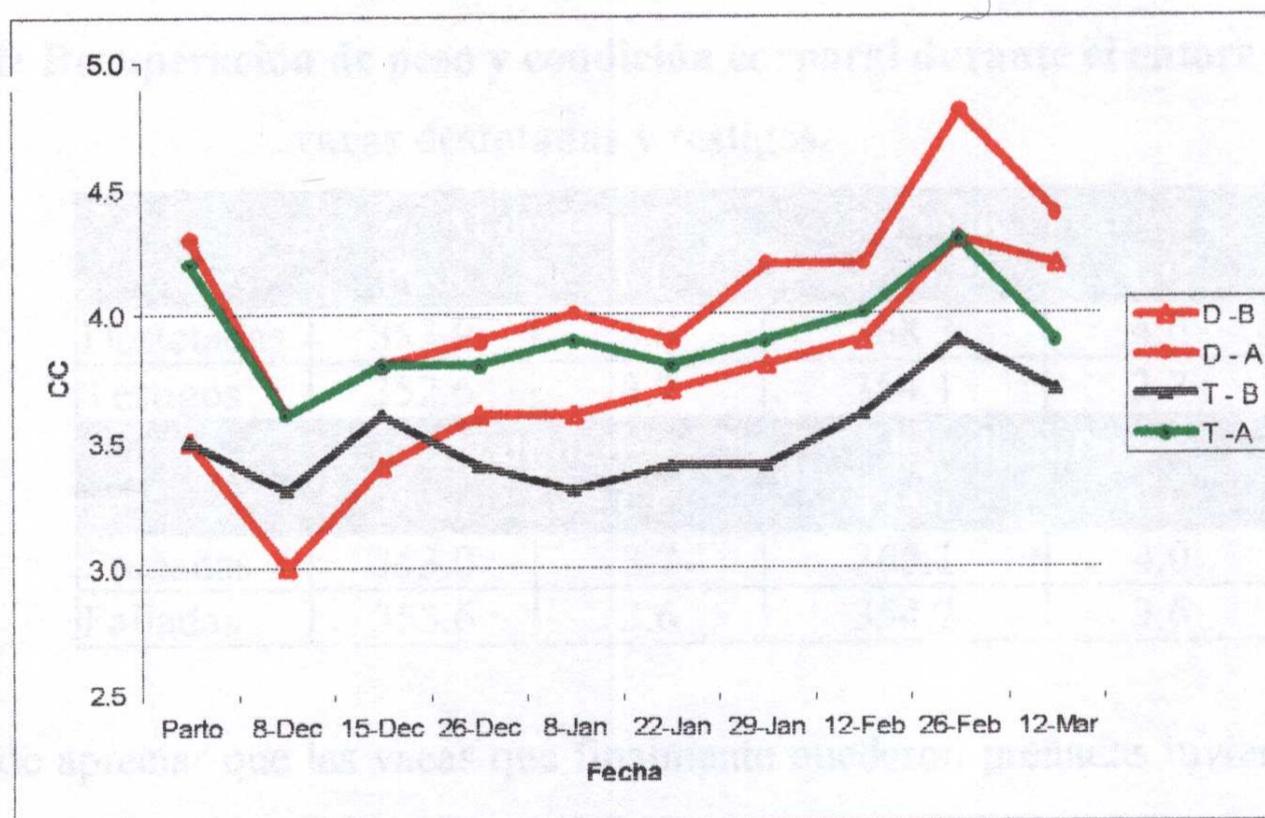


Figura IV.5: Evolución de la condición corporal de las vacas durante el período de estudio

A los efectos de visualizar mejor los eventos fisiológicos durante el entore se analizaron dos períodos: uno durante el entore y otro desde el fin del entore hasta el destete tradicional. El modelo utilizado fue significativo en explicar la GMD en ambos períodos ($P < 0,01$). El factor destete del modelo fue significativo para los dos períodos ($P < 0,01$). La CC al parto fue significativa para el segundo período ($P < 0,05$) y no para

el primero. El factor día de parto fue poco significativo en explicar la GMD del primer período ($P < 0,15$), pero no fue significativo en la GMD del segundo período. Los factores CC y peso a inicio del período no fueron significativos. Para el primer período, la GMD para las vacas destetadas fue de 227 g/día mientras que para las testigo -117 g/día.

La diferencia en peso y condición corporal según el factor destete desde el momento que se realizó el destete precoz hasta el final del período de entore se muestra en el cuadro IV.2. El cuadro también presenta la evolución peso y CC de las vacas que finalmente quedaron preñadas y las que fallaron según el diagnóstico de preñez realizado a los dos meses de finalizado el entore.

Cuadro IV.2: Recuperación de peso y condición corporal durante el entore para vacas destetadas y testigos.

	Al destete		Fin de entore	
	Peso	CC	Peso	CC
Destetadas	353.9	3.6	368.3	4.0
Testigos	352.6	3.7	354.1	3.7
	Al destete		Fin de entore	
	Peso	CC	Peso	CC
Preñadas	353.0	3.7	365.1	4.0
Falladas	353.6	3.6	354.2	3.6

Se puede apreciar que las vacas que finalmente quedaron preñadas tuvieron una mejor evolución de peso y CC que las falladas que mantuvieron CC y peso. La evolución de peso de los vientres destetados y preñados es similar así como la evolución de peso de las vacas testigos y falladas.

La correlación entre CC al inicio del entore con la CC al parto fue moderada (0,5063) y un r^2 de (0,2562). Esta asociación se puede ver en la figura IV.6. La

asociación entre día de parto y CC al entore es nula, a pesar de haber un amplio rango de variación en la variable día de parto.

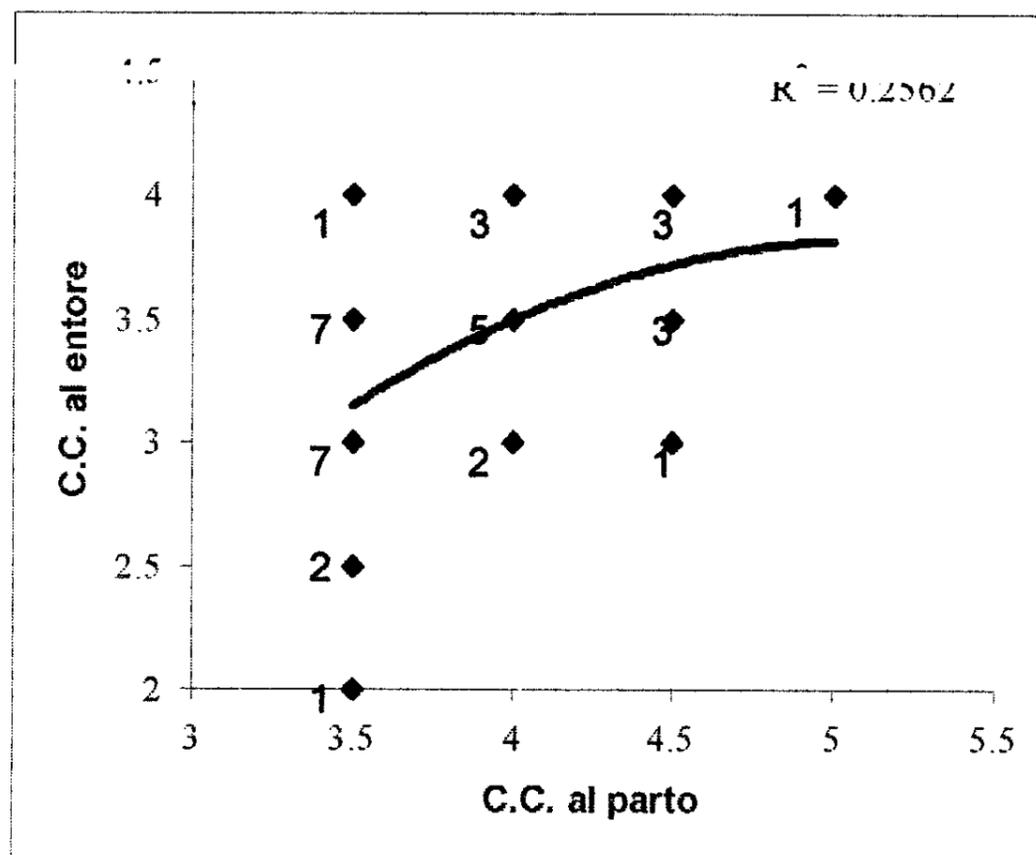


Figura IV.6: Asociación entre condición corporal al entore y condición corporal al parto (los números indican la frecuencia de animales)

La CC al inicio del entore se puede explicar por el modelo: $Y = \mu + \text{Peso al parto} + \text{C.C. al parto} + \text{Día de parto} + \epsilon$. El modelo explica la CC al inicio del entore ($P < 0,01$). Los factores que tienen significancia son CC al parto ($P < 0,01$) y peso al parto ($P < 0,1$). La variable día de parto no fue significativa.

IV.2- RESULTADOS REPRODUCTIVOS

Los perfiles individuales de progesterona según cada tratamiento se muestran en las figuras IV.7, IV.8, IV.9 y IV.10. En el posparto temprano la progesterona se encuentra en niveles basales. El aumento por encima de 1 ng/ml de sangre se considera

que es debido a la existencia de un cuerpo lúteo funcional (la primera vez que se pasa este umbral en el entore se marca con una flecha). Éste indicaría la ocurrencia de ovulación aproximadamente entre 5 y 7 días antes de dicho pico de progesterona. Se observa un efecto sincronizador del destete. En el tratamiento de vacas destetadas paridas en moderada CC, en 10 días las 9 vacas quedaron preñadas (entre el 2 y el 12 de enero, recordando que el destete fue el 15 de diciembre). Dentro de las vacas destetadas paridas en CC baja, 7 presentaron preñeces y 2 presentaron aumentos de progesterona pero no resultaron preñadas indicando una recuperación del funcionamiento normal del eje hipotálamo-hipófisis-ovario en 17 días (desde el 5 de enero al 22). En las vacas que permanecieron con cría al pie de CC moderada quedaron preñadas 4 en los últimos 19 días del entore (desde el 12 al 31 de enero). La vaca n° 5206 (figura IV.9) mostrada de este grupo se preñó en el celo del 27 de enero por lo que el aumento de progesterona se dio fuera del entore y no aparece al graficar su perfil. En el grupo de vacas testigos de baja CC se preñaron 3 vacas desde el 29 de diciembre al 26 de enero.

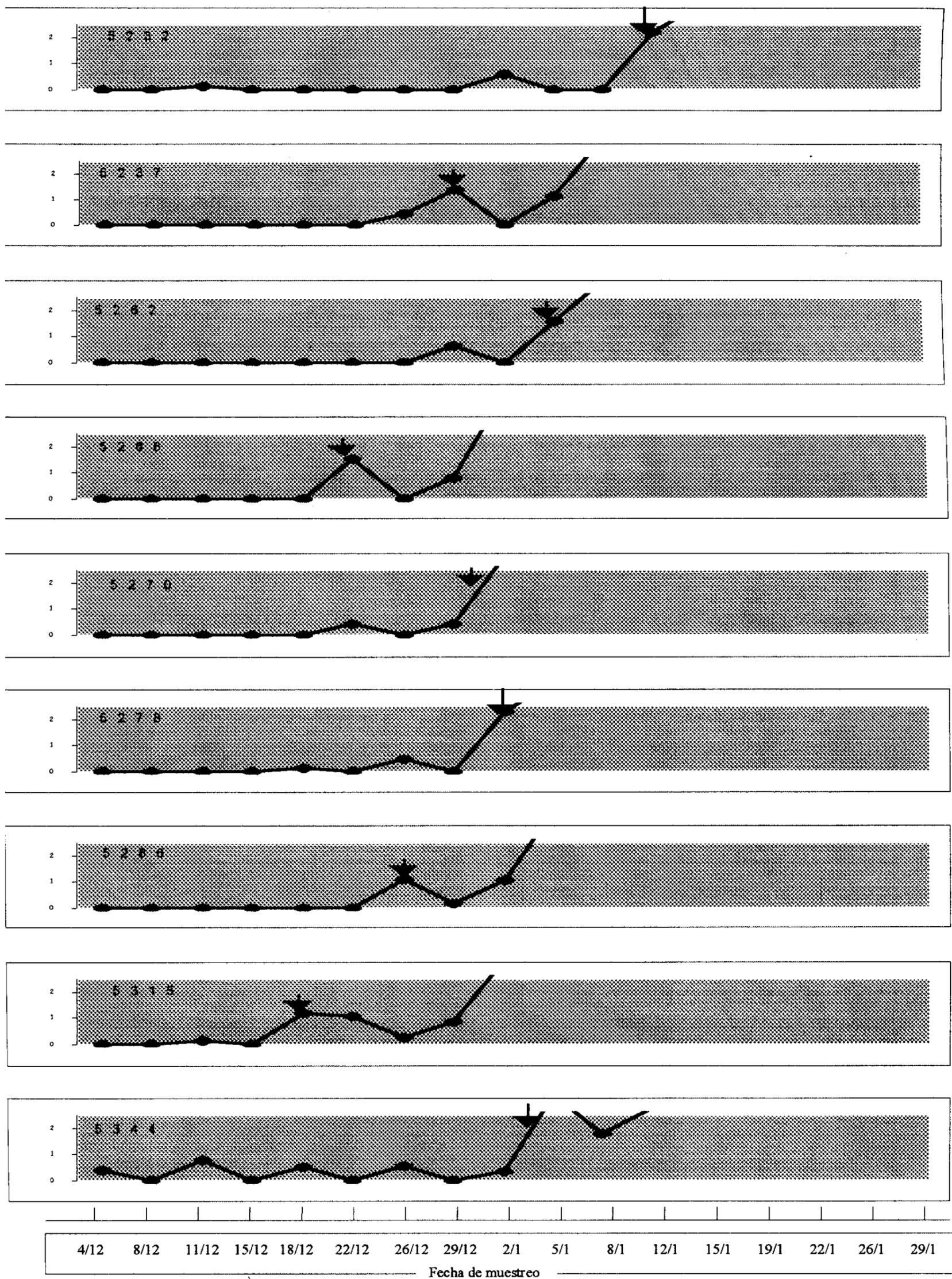


Figura IV.7: Perfiles de secreción de progesterona (ng/ml) a lo largo del período de muestreo en vacas destetadas con CC moderada (la flecha indica el comienzo de la actividad ovárica).

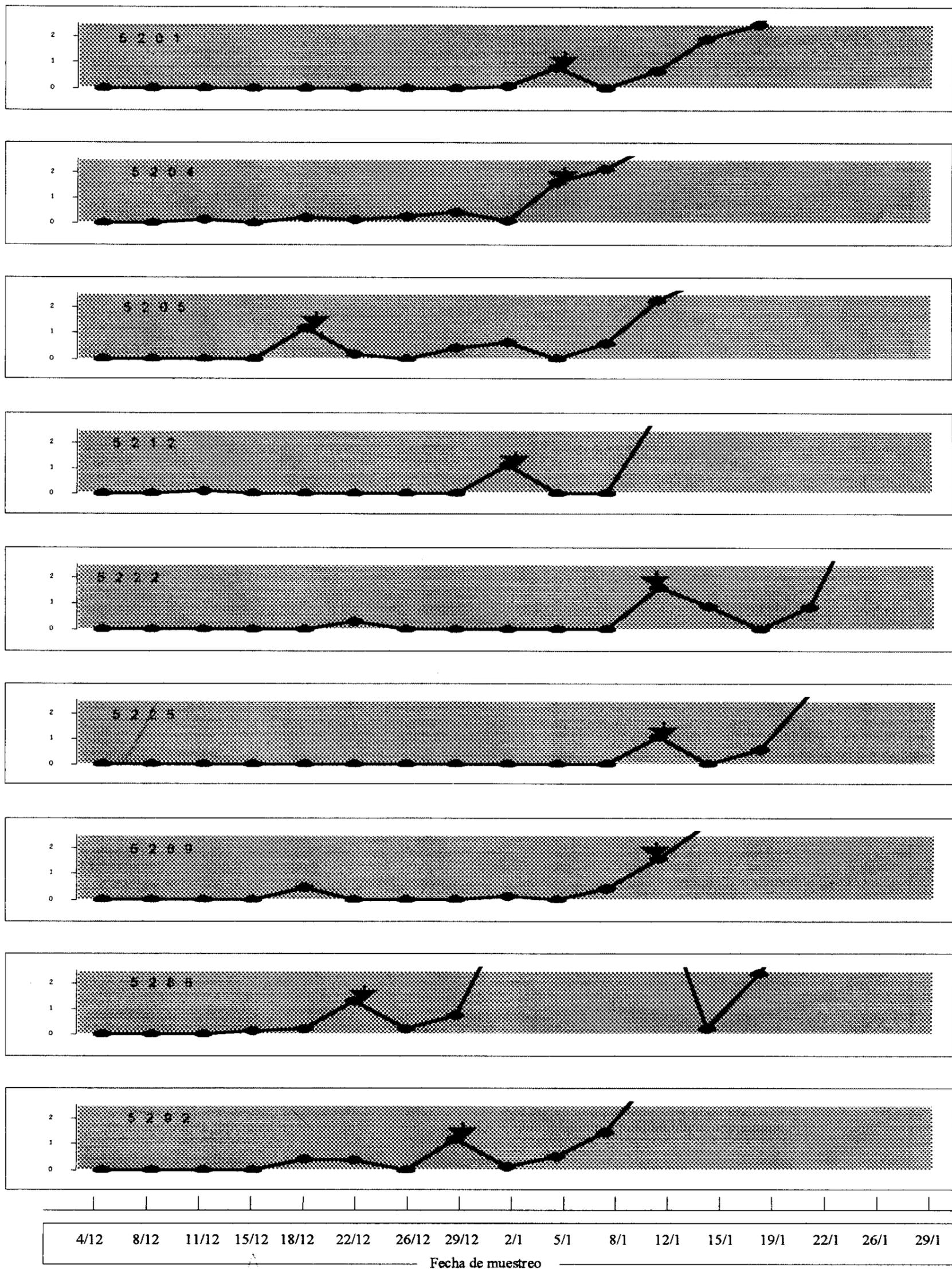


Figura IV.8: Perfiles de secreción de progesterona (ng/ml) a lo largo del período de muestreo en vacas destetadas con CC baja (la flecha indica el comienzo de la actividad ovárica).

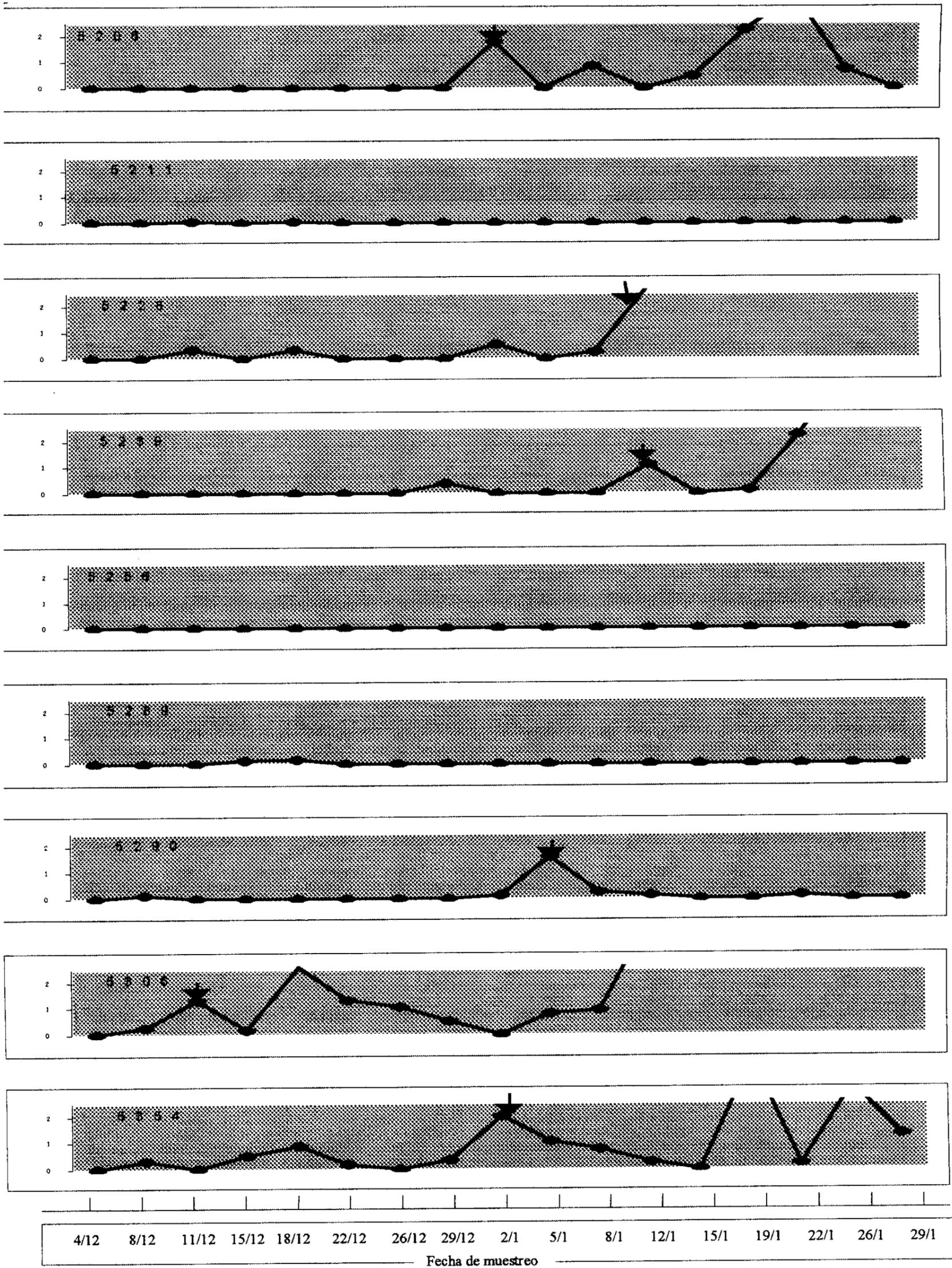


Figura IV.9: Perfiles de secreción de progesterona (ng/ml) a lo largo del período de muestreo en vacas testigo con CC moderada (la flecha indica el comienzo de la actividad ovárica).

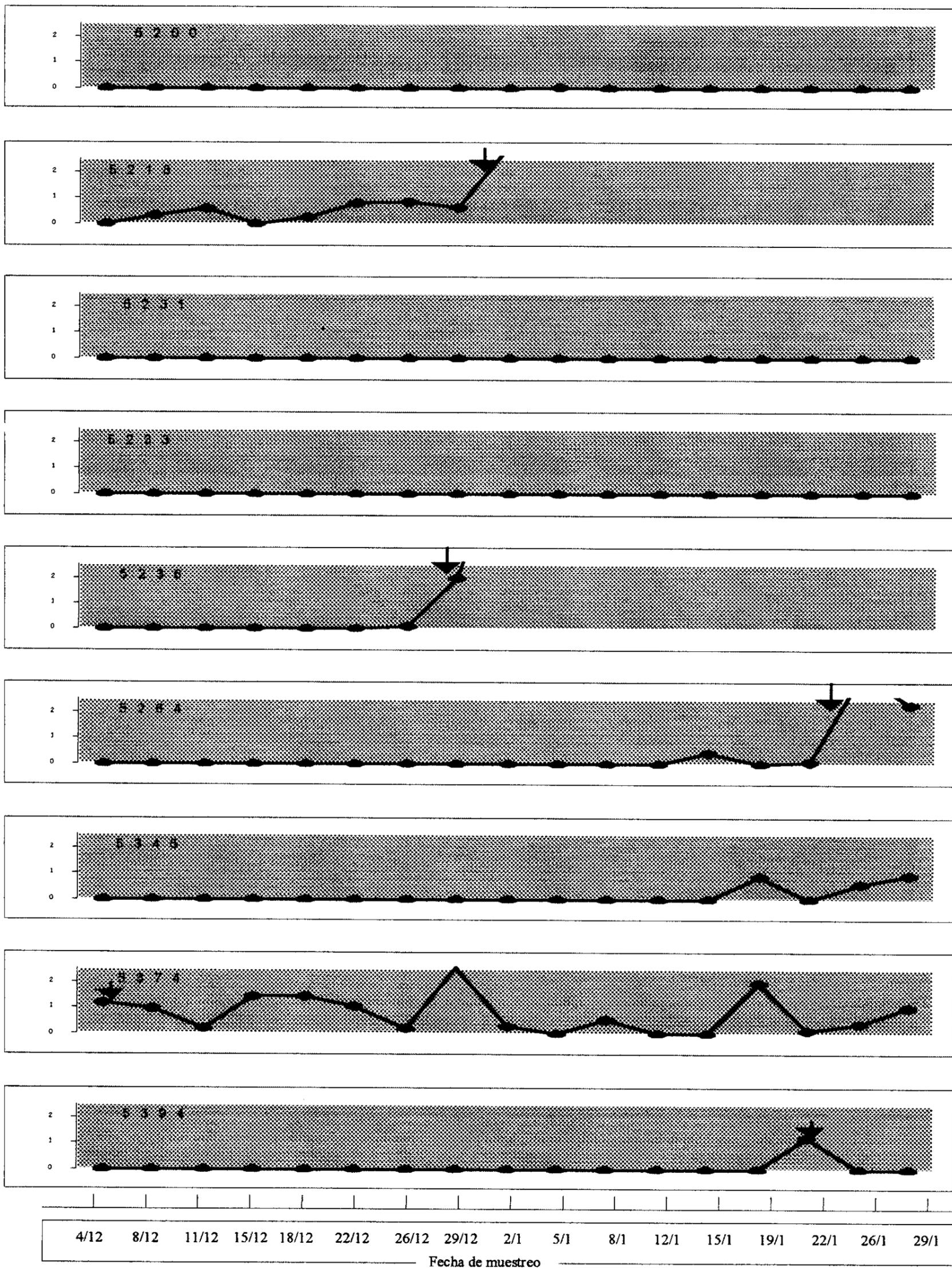


Figura IV.10: Perfiles de secreción de progesterona (ng/ml) a lo largo del período de muestreo en vacas testigo con CC baja (la flecha indica el comienzo de la actividad ovárica).

IV.2.1- Cantidad de animales que presentaron reactivación ovárica, celo y preñez en relación al total, finalizado el entore

A continuación se presentan los datos obtenidos sobre la cantidad de vacas que reanudaron la actividad ovárica, que presentaron celo y que quedaron preñadas sobre el total de vacas según tratamiento, así como sus diferencias estadísticas. El control del amamantamiento produjo un efecto muy superior al producido por la condición corporal al parto. El efecto del destete fue significativo estadísticamente para todas las variables estudiadas (vacas que ovularon sobre totales, vacas con presencia de celo sobre totales y preñadas sobre totales siempre presentaron $P < 0,01$). La condición corporal con la que la vaca parió tuvo una tendencia a producir mejores resultados en vacas paridas con CC moderada que con baja (no significativos estadísticamente) (cuadro IV.3).

Cuadro IV.3 : Presencia de al menos un pico de progesterona, celo y preñez según tratamiento (en número de animales)

Trat.	N° de animales	Pico de progesterona		Celo		Preñez	
		Si	No	Detectado	No detectado	Preña- das	Falla- das
D-M	9	9 a	0	9 (7) *	0 a	9 a	0
D B	9	9 a	0	9 (8) *	0 a	7 a,b	2
T-M	9	6 a,b	3	4	5 b	4 b	5
T-B	9	5 b	4	3 (2) *	6 b	3 b	6
Total	36	29	7	25	11	23	13
α		0,10		0,005		0,05	
D	18	18	0	18	0	16	2
T	18	11	7	7	11	7	11
α		0,005		0,001		0,005	
M	18	15	3	13	5	13	5
B	18	14	4	12	6	10	8
α		0,90		0,75		0,50	

P.P: Pico de progesterona. Diferentes letras representan diferencia estadística menor al 10 % para la variable pico de progesterona y menor al 1% para celo y resultado de preñez.

La probabilidad de cometer error tipo I se estimó con la prueba: Chi-cuadrado de Fisher's Exact Test (2-Tail).

* Las vacas con manifestación de celo en estos tratamientos fueron 7 en D – M, 8 en D – B y 2 en T – B. Sin embargo por los resultados de preñez y progesterona (se mantuvieron en altos niveles, lo que indica preñez y fueron confirmadas por el diagnóstico de preñez) es claro que hubieron manifestaciones de celos que no fueron detectadas. Por tanto ésta prueba estadística se realizó con los celos reales mas los cuatro celos estimados no detectados que fueron 9 en D – M, 9 en D – B y 3 en T – B.

Para visualizar los efectos de las interacciones se realizaron pruebas de Chi-cuadrado parciales. Por ejemplo dentro de vacas destetadas se buscó diferencias entre paridas con CC moderada y baja; y en el sentido inverso dentro de vacas paridas con C.C. moderada se buscó diferencias entre vacas de destete precoz y testigos. En estos análisis las diferencias encontradas por los efectos de los factores fueron menores ya que se tienen menos grados de libertad. Los resultados se presentan con letras en el cuadro anterior, diferentes letras expresan diferencia estadística significativa. Para las variables presencia de un pico de progesterona y celo, se encontró diferencias entre los tratamientos de destetadas (paridas con cualquier CC) con las testigos de baja CC al parto ($P < 0,1$ y $P < 0,01$ para pico de progesterona y celo respectivamente) y para la variable celo hay diferencias también entre los grupos de destetadas y testigos paridas con moderada CC ($P < 0,01$). Para los datos de preñez, no hay diferencias entre destetadas paridas con baja CC y testigos ($P < 0,25$).

Al comparar las proporciones de vacas con reanudación de actividad ovárica, para observar el efecto del destete y condición corporal juntos se vio que solo dentro de los tratamientos de baja condición corporal hay un efecto relativamente importante ($P < 0,1$) del destete. Es así que respecto a la reactivación ovárica, 9 de 9 vacas destetadas con baja condición corporal al parto, contra 5 de 9 no destetadas, también de baja condición, reanudaron su actividad ovárica. En cambio no es significativo el efecto del destete cuando la condición es moderada, aunque hay una tendencia a mejorar (9/9 y 6/9 para vacas que parieron en C.C. moderada y fueron destetadas y vacas que parieron en C.C. moderada y mantuvieron el ternero al pie, respectivamente; $P < 0,25$).

Los datos de celo contienen restricciones ya que la primer semana del entore no se tomó este registro, además existen errores intrínsecos del método de detección de celo, de todas formas estos datos ayudan a la visualización de los procesos de reactivación del eje hipotálamo-hipófisis-ovario. En esta variable es muy claro el efecto del destete, todas las vacas destetadas presentaron celo (18/18) mientras que dentro de las testigos solo 7 de 18 lo hicieron ($P < 0,01$). La diferencia entre vacas destetadas y vacas con ternero al pie continúa siendo grande dentro de las paridas con moderada CC, como en el grupo parido con baja CC y con fuerte diferencia estadística ($P < 0,01$ para ambos casos). Sin embargo no hay diferencias entre CC al parto, ni efectos de interacción entre control del amamantamiento y CC al parto significativos.

Dentro de las vacas destetadas, todas presentaron un pico de progesterona y celo. Por su parte, en las vacas testigo, la presencia de un pico de progesterona y de celo fue algo más elevada en las vacas paridas con moderada CC respecto de las paridas en baja CC (para presencia de pico de progesterona 6/9 y 5/9 para testigos de moderada y baja CC respectivamente mientras que para la variable presencia de celo fueron 4/9 y 3/9 para testigos de moderada y baja CC respectivamente). Tal comportamiento podría sugerir la

existencia de interacción entre la CC y el destete. No obstante, ni las diferencias ni la interacción resultaron estadísticamente significativas. Por tanto la CC produjo efecto mayor en animales testigos que en destetadas (a favor de las vacas paridas en moderada condición corporal respecto a las de baja), aunque en ningún caso dicho efecto fue significativo.

El análisis de los resultados de preñez confirman la superioridad de las vacas destetadas respecto a las testigo. Nuevamente, la CC no mostró tener un efecto significativo sobre los niveles de preñez, se mantuvo la tendencia de mayores niveles de preñez en vacas paridas con mayor CC. Sin embargo, en el caso de esta variable las diferencias registradas entre vacas paridas con diferente CC, aún cuando no significativas, fueron mayores en las destetadas que en las testigo. Para esta variable no se encontró interacción entre control del amamantamiento y CC al parto.

IV.2.2- Duración del anestro posparto

Para poder cuantificar el efecto del destete, en principio se realizó un análisis de la variable intervalo entre el destete y el primer pico de progesterona y de la variable intervalo entre el destete y el primer celo, ya que la variable días desde el parto al destete tiene un rango de variación amplio. Sabemos que el efecto destete comienza a actuar desde el momento que se realizó el destete (15 de dic.) mientras que la C.C. al parto actúa desde el parto (figura IV.8). Posiblemente ésta sea la variable más correcta para medir el efecto del destete, ya que no considera los días previos que el ternero estuvo con la madre donde podría haber influencia del día de parto. Se debe recordar que este efecto está corregido en el diseño. De esta forma se analizan solo los tramos representados en la figura IV.11 como “b” y no los “a” + “b”.

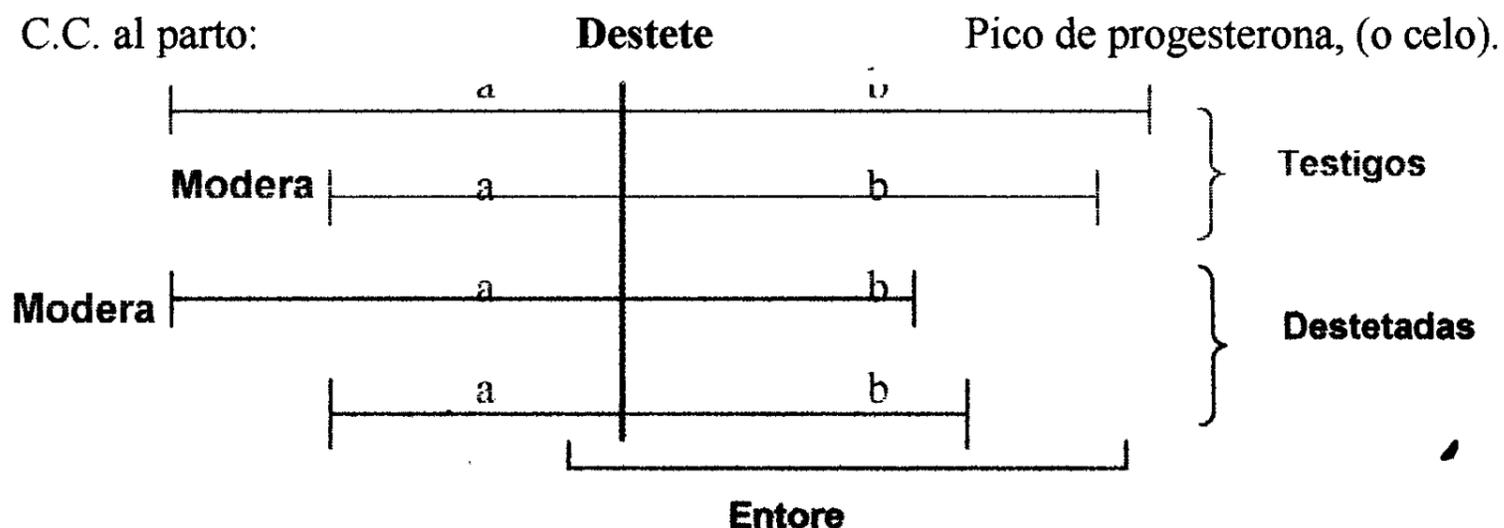


Figura IV.11: Relación entre los intervalos parto destete y destete pico de progesterona (o celo)

Para la realización de estos análisis estadísticos se utilizó el modelo $Y = \mu + \text{Destete} + \varepsilon$; Al probar el modelo con la variable día de parto como covariable no fue significativa, por lo que se retiró del modelo ($P = 0,615$ Test-Wilcoxon). Tampoco la variable CC al parto como covariable fue significativa ($P = 0,297$ Test-Wilcoxon). La distribución de la variable intervalo desde el destete hasta el primer pico de progesterona se representa en la figura IV.12. En ella se puede ver que el destete produce por sobre todo un efecto de concentración de ovulaciones y celos resultando en una ovulación del total de vacas destetadas en el entore de 60 días. Para llegar a un 50% de ovulaciones fue necesario 18 días para vacas destetadas y 33 días para las vacas testigos, habiendo una diferencia de 15 días entre ambas. En las vacas que permanecieron con su cría al pie, nunca se logró alcanzar un 75% con presencia de ovulación durante el entore (cuadro IV.4).

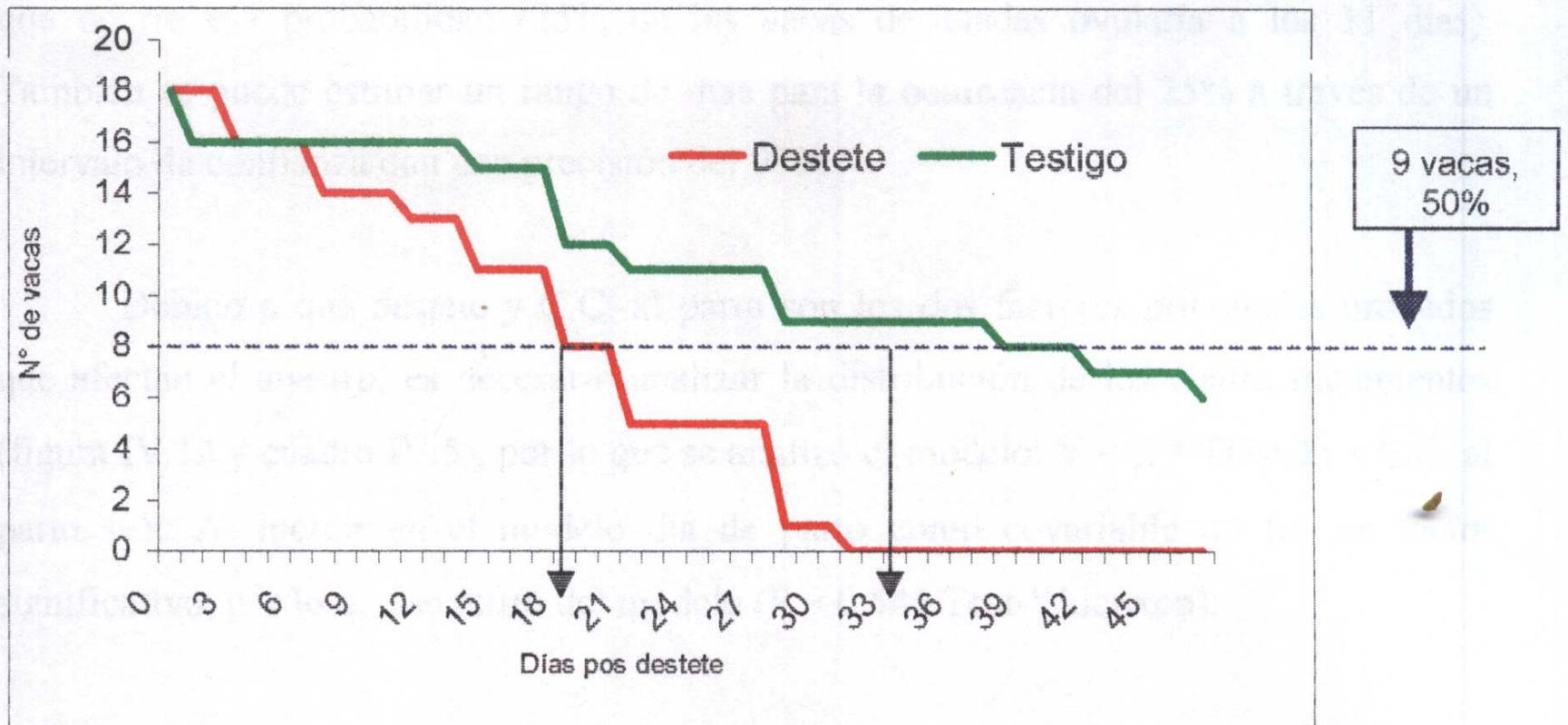


Figura IV.12: Número de vacas (en 18) que no presentaron pico de progesterona desde el destete, durante el entore

Cuadro IV.4: Días luego del destete que tarda en presentar pico de progesterona el 25, 50, 75 y 100 % de las vacas y la validez estadística.

% de vacas que presenta pico de progesterona (Quantiles)	Días desde el destete al el primer pico de prog.	
	Destetadas	No destetadas
25	11	18
50	18	33
75	28	-
100	31	-

Los niveles de significancia para la comparación de destetadas vs. no destetadas fueron 0,0183 Wilcoxon y 0,0024 Log-Rank.

Los cuantiles dan la probabilidad de ocurrencia del evento y se estima el día en que ocurre esa probabilidad (25% de las vacas destetadas ovularía a los 11 días). También se puede estimar un rango de días para la ocurrencia del 25% a través de un intervalo de confianza con una precisión del 95%.

Debido a que destete y C.C. al parto son los dos factores principales probados que afectan el anestro, es necesario analizar la distribución de los cuatro tratamientos (figura IV.13 y cuadro IV.5), por lo que se analizó el modelo: $Y = \mu + \text{Destete} + \text{C.C. al parto} + \varepsilon$. Al incluir en el modelo día de parto como covariable no fue un factor significativo, por lo que se retiró del modelo ($P = 0,546$ Test-Wilcoxon).

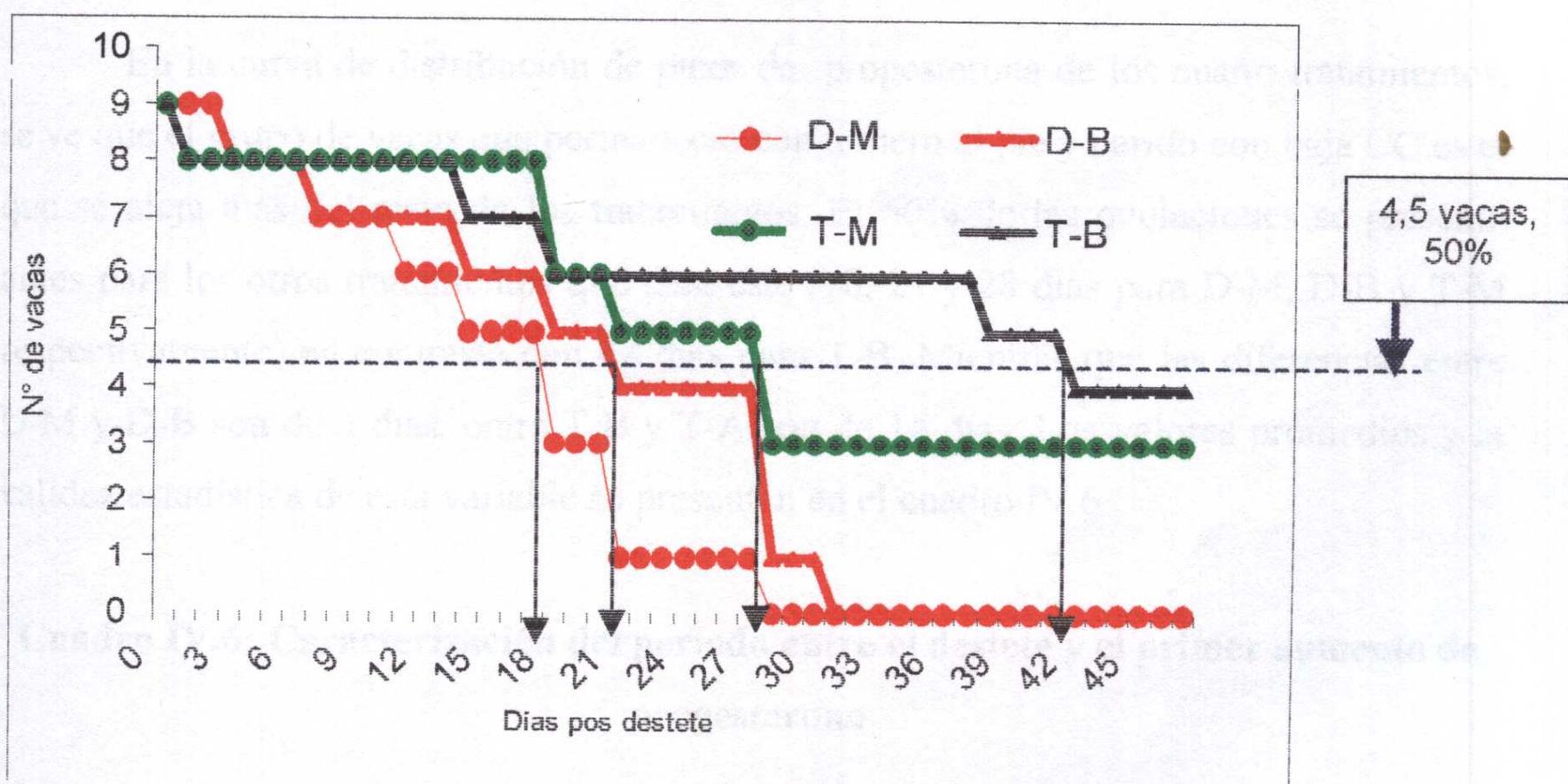


Figura IV.13: Número de vacas (en 9) que no presentaron pico de progesterona desde el destete, durante el entore

Cuadro IV.5: Días desde el destete hasta pico de progesterona del 25, 50, 75 y 100 % de las vacas y la validez estadística.

% de vacas que presenta pico de progesterona	Días desde el destete hasta el primer pico de progesterona			
	Destetadas		No destetadas	
	CC Moderada	CC Baja	CC Moderada	CC Baja
25	11	14	18	18
50	18	21	28	42
75	21	28	-	-
100	28	31	-	-

Los niveles de significancia para la existencia de alguna diferencia entre los cuatro tratamientos fue 0,0809 Wilcoxon y 0,0136 Log-Rank

En la curva de distribución de picos de progesterona de los cuatro tratamientos, se ve que el grupo de vacas que permaneció con ternero al pie y parido con baja CC es el que se aleja más del resto de los tratamientos. El 50% de las ovulaciones se presentó antes para los otros tratamientos que para éste (18, 21 y 28 días para D-M, D-B y T-M respectivamente) en contraste con 42 días para T-B. Mientras que las diferencias entre D-M y D-B son de 3 días, entre T-B y T-A son de 14 días. Los valores promedios y la validez estadística de esta variable se presentan en el cuadro IV.6

Cuadro IV.6: Caracterización del período entre el destete y el primer aumento de progesterona

Factor	Período destete- primer aumento de P ₄	Desvío estándar	N	N que ovulan durante el entore	Pr. > F
Destete	18	9	18	18	1,8
Testigo	30	18	18	11	
C.C. Moderada	22	14	18	15	40,4
C.C. Baja	26	17	18	14	
Destete * C.C.	-	-	-	-	99,1

Para el cálculo de los promedios y desvíos estándares de los períodos de tiempo (intervalo parto a primera ovulación o a primer celo, e intervalo destete a primera ovulación o primer celo) se considera el modelo $Y = \mu + \text{Destete} + \text{C.C. al parto} + \varepsilon$. Las pruebas de hipótesis fueron realizadas asignándoles el último día de entore como día de ovulación (o celo) a las que no lo habían mostrado (31 de enero). Sin embargo el hecho de no tener los 18 datos de las testigos (ya que muchos caen fuera del entore) reduce el valor del promedio de estos grupos (testigos de moderada y baja CC). El valor del promedio sería en realidad mayor, ya que todas las ovulaciones que no suceden en el entore se les asigna el día 31 de enero (hay 47 días entre el destete y el último día del entore). En realidad son datos mayores a 47 días pero no se conocen (datos censurados). Se comete el error de no encontrar diferencia estadística (aceptada la hipótesis nula) sin poder probar si realmente la habría o no. Otro problema ocurre al analizar el intervalo destete a primer ovulación (o primer celo) ya que éste período de tiempo es fijo y la varianza disminuye artificialmente (todos los datos censurados toman el valor 47).

El método de detección visual de celo, como se mencionó anteriormente contiene errores. De todos modos la cuantificación de esta variable ayuda a la visualización de los procesos fisiológicos, pero su validez estadística, en el capítulo de discusión será relativizado por conocer esos errores. Para el análisis del período entre el destete y el celo así como para el período entre el parto y el primer celo se consideran los celos registrados y se conoce la existencia de cuatro celos más (dos en el tratamiento D - M, uno en el D - B y uno en el T - B) que no fueron correctamente registrados. Aunque no se conoce el día que sucedieron, a partir de los demás datos se sabe que el período desde el primer celo hasta el primer aumento de progesterona fue en promedio 6,61 días por lo que los celos se estimaron 7 días antes del pico de progesterona en el que las vacas se preñaron. La distribución de ésta variable se presenta en las gráficas representadas en las figuras IV.14 y IV.15.

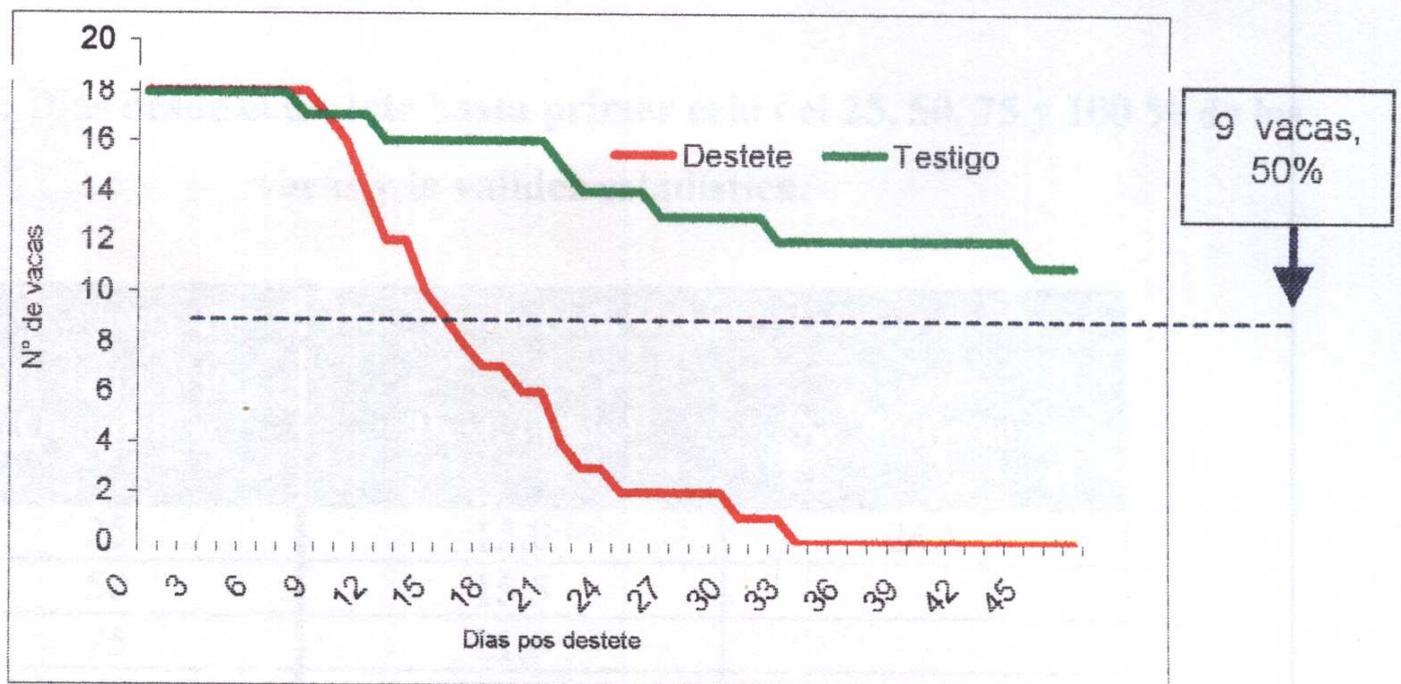


Figura IV.14: Número de vacas (en 18) que no presentaron celo durante el entore desde el destete

Al igual que para la variable período entre el destete y el primer pico de progesterona el modelo utilizado fue $Y = \mu + \text{Destete} + \varepsilon$. La variable día de parto como covariable no fue significativa, y se retiró del modelo ($P = 0,233$ Test-Wilcoxon). La variable CC al parto como covariable tampoco fue significativa ($P = 0,337$ Test-Wilcoxon). En el cuadro IV.7 se presentan los días desde el destete hasta el primer celo del 25, 50, 75 y 100 % de las vacas.

Cuadro IV.7: Días desde el destete hasta primer celo del 25, 50, 75 y 100 % de las vacas y la validez estadística.

% de vacas que presenta celo (Quantiles)	Días desde el destete hasta el primer celo	
	Destetadas	No destetadas
25	12,0	26,0
50	15,5	-
75	21,0	-
100	33,0	-

Los niveles de significancia para la comparación de destetadas Vs. no destetadas fueron de 0,0001 tanto para el test de Wilcoxon como para el Log-Rank.

La distribución de la variable para los cuatro tratamientos se muestra en la gráfica de la figura IV.15. El modelo analizado fue $Y = \mu + \text{Destete} + \text{C.C. al parto} + \varepsilon$. Día de parto como covariable no fue significativa al 5% ($P = 0,09$ Test-Wilcoxon).

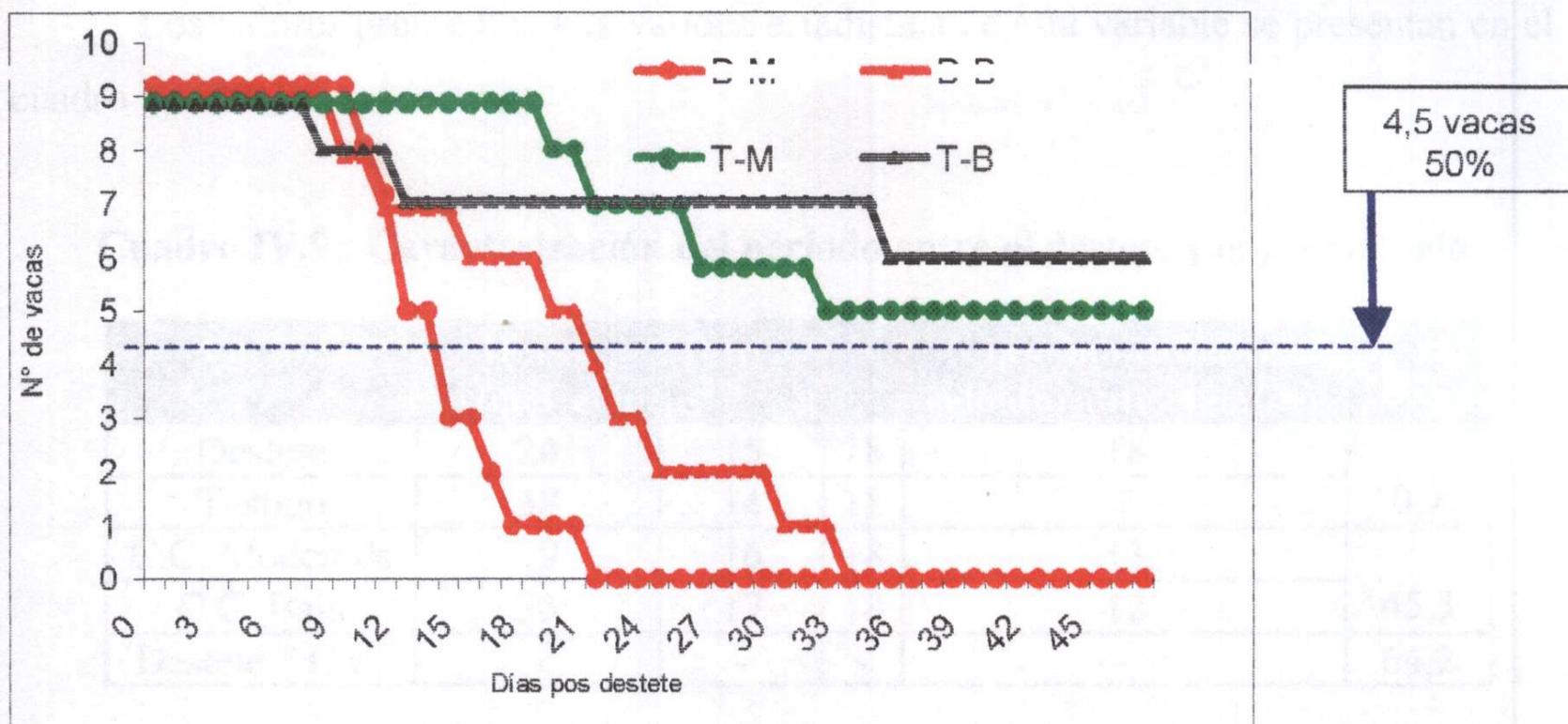


Figura IV.15: Número de vacas (en 9) que no presentaron celo desde el destete, durante el entore

En el cuadro IV.8 se presentan los días desde el destete precoz hasta que manifiesta celo el 25, 50, 75 y 100% de las vacas.

Cuadro IV.8: Días desde destete a primer celo del 25, 50, 75 y 100 % de las vacas y la validez estadística.

% de vacas que presenta primer celo (Quantiles)	Días desde el destete hasta el primer celo			
	Destetadas		No destetadas	
	CC Moderada	CC Baja	CC Moderada	CC Baja
25	12	15	26	35
50	14	21	-	-
75	16	24	-	-
100	21	33	-	-

Los niveles de significancia para la existencia de alguna diferencia entre los cuatro tratamientos fue 0,0002 para el test de Wilcoxon y 0,0002 para el de Log-Rank.

Los valores promedios y la validez estadística de esta variable se presentan en el cuadro IV.9

Cuadro IV.9: Caracterización del período entre el destete y el primer celo

Factor	Días a primer celo	Desvío	N	N que manifiestan celo durante el entore	Pr.> F
Destete	24	15	18	18	0,7
Testigo	38	14	18	7	
C.C. Moderada	29	16	18	13	45,3
C.C. Baja	33	17	18	12	
Destete * C.C.	-	-	-	-	64,2

Los valores promedio del intervalo parto a primer pico de progesterona y primer celo se muestra en los cuadros IV.10 y IV.11:

Cuadro IV.10: Caracterización del período entre el parto y el primer pico de progesterona

Factor	Días a primer pico	Desvío estándar	N	N que ovulan durante el entore	Pr.> F
Destete	101	18	18	18	4,2
Testigo	115	22	18	11	
C.C. Moderada	101	18	18	15	4,7
C.C. Baja	115	22	18	14	
Destete * C.C.	-	-	36	-	100

Cuadro IV.11: Caracterización del intervalo desde el parto al primer celo

Factor	Días a primer celo	Desvío estándar	N	N que manifiestan celo durante el entore	Pr.> F
Destete	107	22	18	18	1,4
Testigo	123	16	18	7	
C.C. Moderada	108	18	18	13	4,0
C.C. Baja	121	21	18	12	
Destete * C.C.	-	-	36	-	69,8

Para todos estos datos hay que considerar que no son comparables los promedios por el efecto que producen los datos censurados disminuyendo algunos valores promedios. Así por ejemplo el promedio del intervalo comprendido entre el parto y el primer pico de progesterona, en las vacas destetadas es de 101 días, este promedio está constituido por 18 datos de 18 vacas destetadas y no sería comparable con el promedio de vacas que parieron en condición corporal moderada que da 101 días. Podría pensarse que el efecto del destete y el de parir en CC moderada son de igual magnitud, pero esa sería una conclusión errónea ya que el dato promedio de CC moderada está construido con 15 datos reales y 3 datos no reales, asumidos y más bajos que los reales. Eso también sucede con el promedio del grupo de vacas testigos, que resulta en 115 días, construido con 11 datos reales y 7 datos "acortados". El promedio de los 11 datos solos, sería más corto aún que el presentado, por lo que contendría más error, los 7 datos asumidos permiten buscar diferencias corriendo el riesgo de no encontrar diferencias. En caso de encontrarse diferencias, es claro que éstas existen y son mayores aún. Por esto es que los promedios presentados han sido usados para realizar pruebas de hipótesis buscando efectos en el acortamiento del anestro pero no para cuantificar el largo del anestro según los factores usados. Para ello se cometen menos errores utilizando las distribuciones de datos durante el entore, y cuantificando los días en que el 25, 50, 70 y 100% de las vacas ovulan.

IV.2.3- Caracterización de la primer ovulación y primer ciclo estral posparto

Al cuantificar la presencia de la actividad ovárica y celo durante todo el entore según el tratamiento, se reafirma la diferencia entre vacas destetadas y testigos (figura IV.16). Dentro de las vacas testigos se ve que en las de baja CC se obtienen peores resultados (más vacas sin actividad ovárica y menos vacas con celo y actividad ovárica).

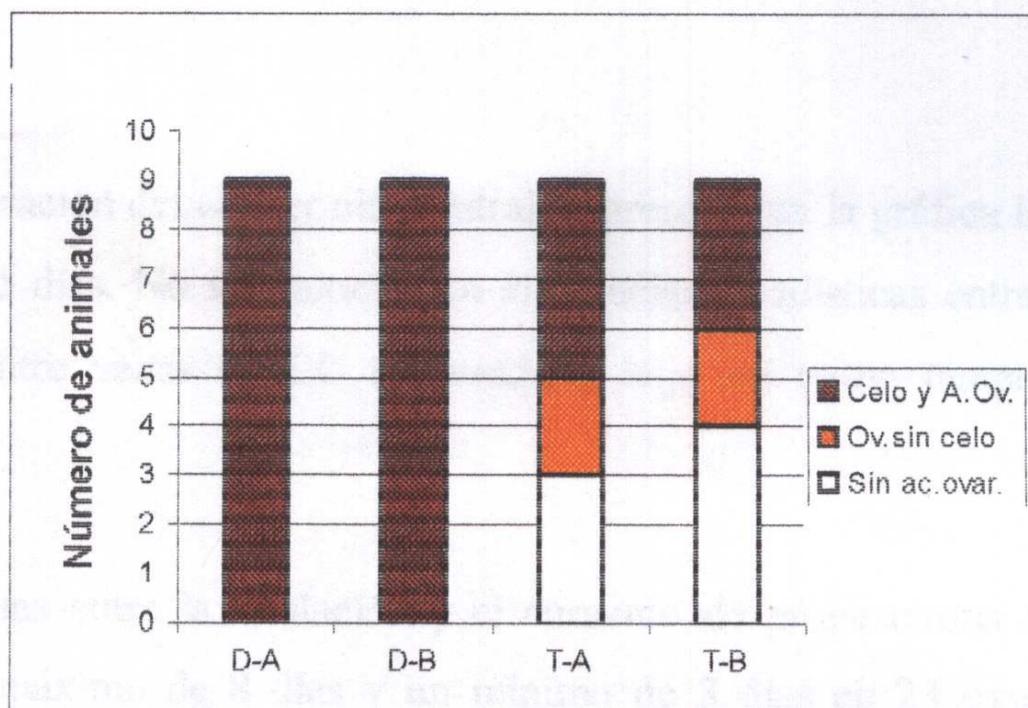


Figura IV.16: Presencia de actividad ovárica y celo durante el entore

Muchas vacas no presentaron celo en la primera ovulación, más allá de que luego lo hallan presentado, y ese celo halla sido considerado en el análisis de presencia de celo sobre totales. En la gráfica de la figura IV.17 se comparan las proporciones de vacas con primera ovulación y celo, primera ovulación silente y sin actividad ovárica.

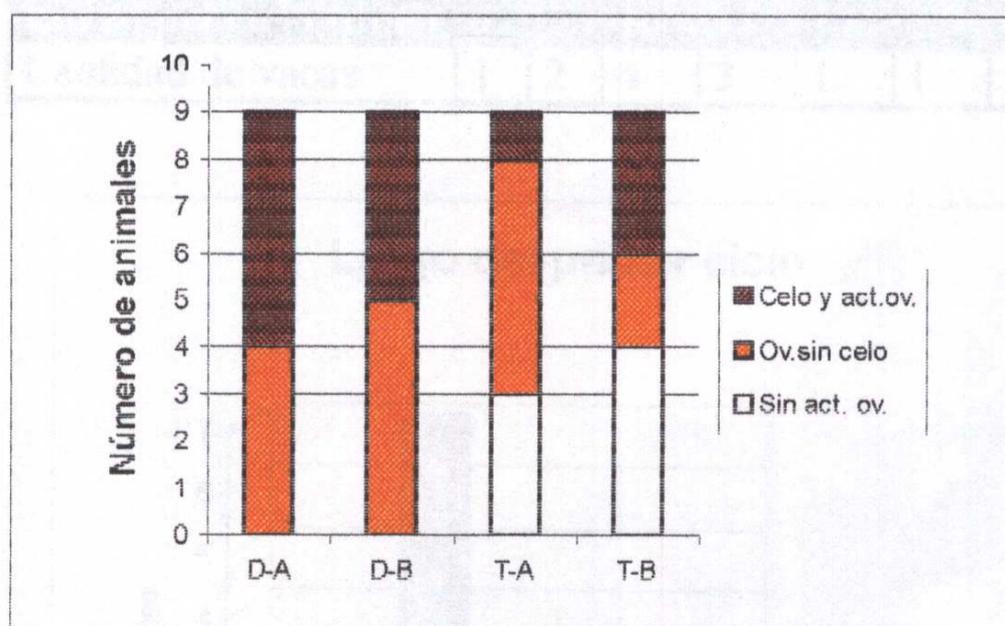


Figura IV.17: Presencia de primer pico de progesterona y primer celo durante el entore

Celo y act. ov.: Cantidad de animales que presentaron primer actividad ovárica con celo.

Ov. sin celo: Primer actividad ovárica sin celo

Sin act. ov.: No presentaron actividad ovárica ni celo durante el entore.

La duración del primer ciclo estral se presenta en la gráfica IV.18 y en promedio fue de 12 ± 5 días. No se encontraron diferencias estadísticas entre vacas destetadas y testigos ni entre vacas en CC moderada y baja así como tampoco hubo efecto de interacción.

Los días entre la ovulación y el aumento de progesterona fueron en promedio 5,61 con un máximo de 8 días y un mínimo de 3 días en 23 ovulaciones registradas durante el entore.

El largo del primer ciclo estral se detalla en el cuadro IV.12:

Cuadro IV.12: Largo del primer ciclo

Largo del ciclo (días)	6	7	10	11	14	15	17	23
Cantidad de vacas	1	2	4	3	1	1	2	1

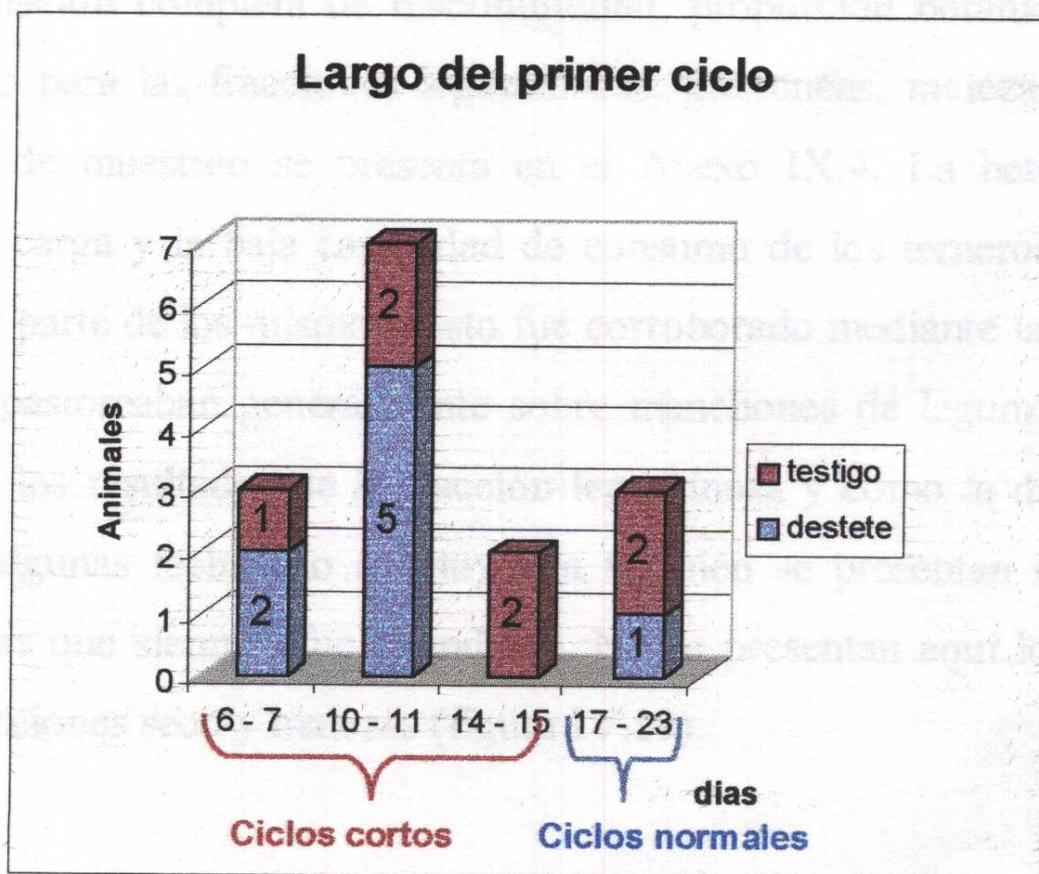


Figura IV.18: Frecuencias de primer ciclo estral, según su duración

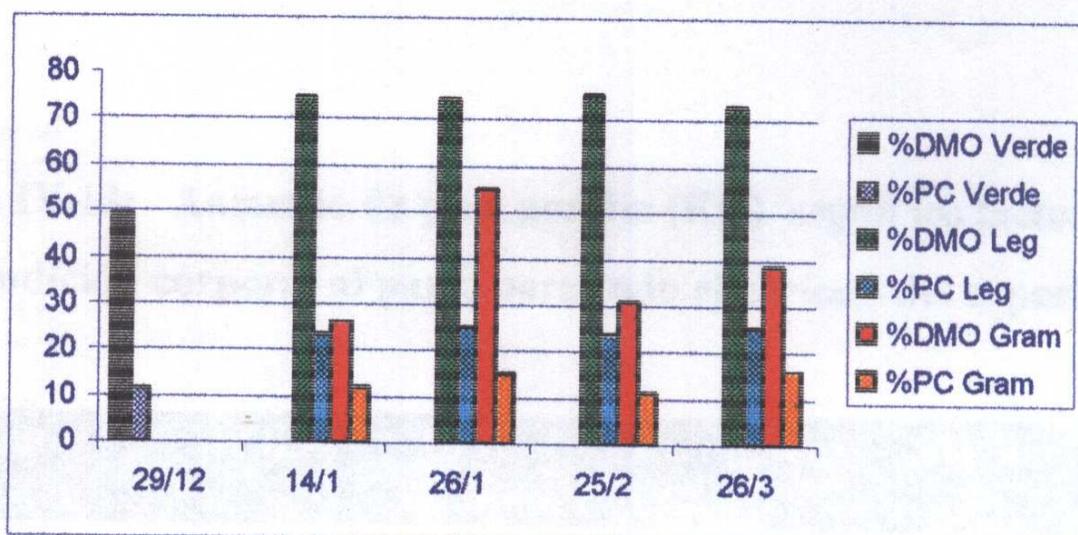
Es de destacar que de 18 vacas destetadas con reactivación ovárica, 9 presentaron ciclos estrales cortos (0,5), mientras que en 11 vacas testigos con reactivación ovárica 3 tuvieron ciclos cortos (0,28). También es notorio que la mayoría de las vacas destetadas que presentaron primer ciclo estral, éste fue corto (7 vacas presentaron ciclo corto de 8). Al observarse los perfiles de progesterona de las vacas destetadas que presentaron celo en la primera ovulación posparto (9/18) en 7 animales se ve un pequeño aumento de progesterona que no llega a considerarse ovulación ya que en todos los casos es inferior a 1 ng/ml. Como se verá en el capítulo de discusión, es difícil discernir si hay presencia de un cuerpo lúteo de vida corta o no.

IV.3.- EVOLUCIÓN DE PESO DE LOS TERNEROS

IV.3.1 Análisis de disponibilidad de pasturas en el mejoramiento pastoreado por los terneros de destete precoz

La información completa de disponibilidad, proporción botánica, DMO, PC y cenizas, así como para las fracciones leguminosas, gramíneas, malezas y forraje seco para cada fecha de muestreo se presenta en el Anexo IX.4. La heterogeneidad del mejoramiento, la carga y la baja capacidad de consumo de los terneros determinó una alta selección por parte de los mismos. Esto fue corroborado mediante la observación de que los terneros pastoreaban generalmente sobre manchones de leguminosa. Debido a esto se presentan los resultados de la fracción leguminosa y como la disponibilidad de leguminosas en algunas fechas no es muy alta también se presentan resultados de la fracción gramíneas que siempre fue abundante. No se presentan aquí los resultados de calidad de las fracciones seco y malezas (figura IV.19).

a



b

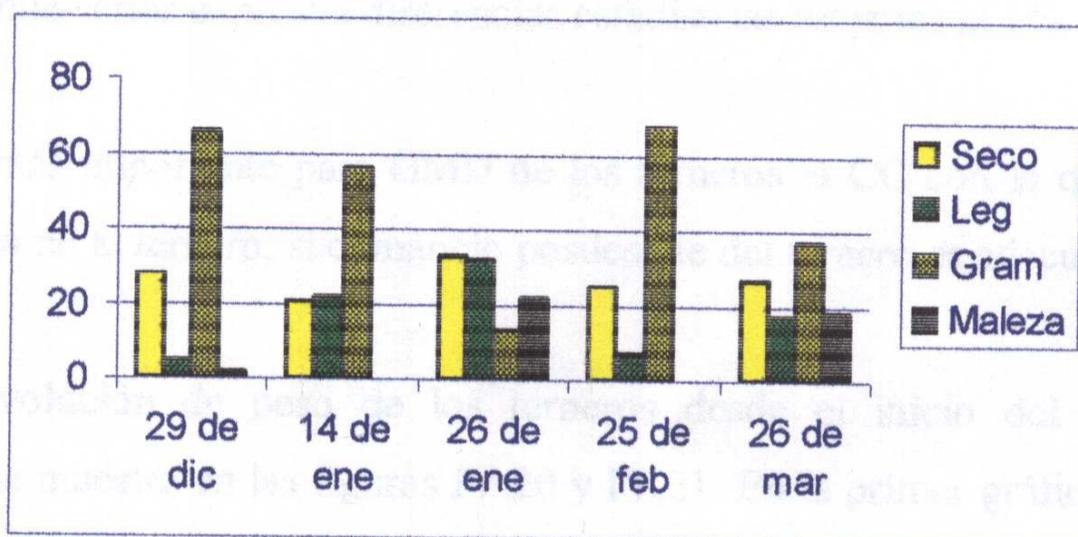


Figura IV.19 Evolución de la DMO, PC de las fracciones leguminosa y gramínea (a), y composición de la pastura (b)

El modelo utilizado para analizar la ganancia media diaria de los terneros, fue:

$Y = \mu + \text{Edad} + \text{Destete} + \text{C.C. al parto} + \text{Dest.} * \text{C.C. al parto} + \epsilon$. El modelo resulto altamente significativo ($P = 0,001$). Los factores que explicaron la GMD fueron edad ($P = 0,001$) y C.C. con la que parió la madre ($P = 0,0024$). El factor destete y la interacción de destete * CC al parto no fueron significativos ($P = 0.6444$ y $P = 0.9726$ respectivamente) (cuadro IV.13).

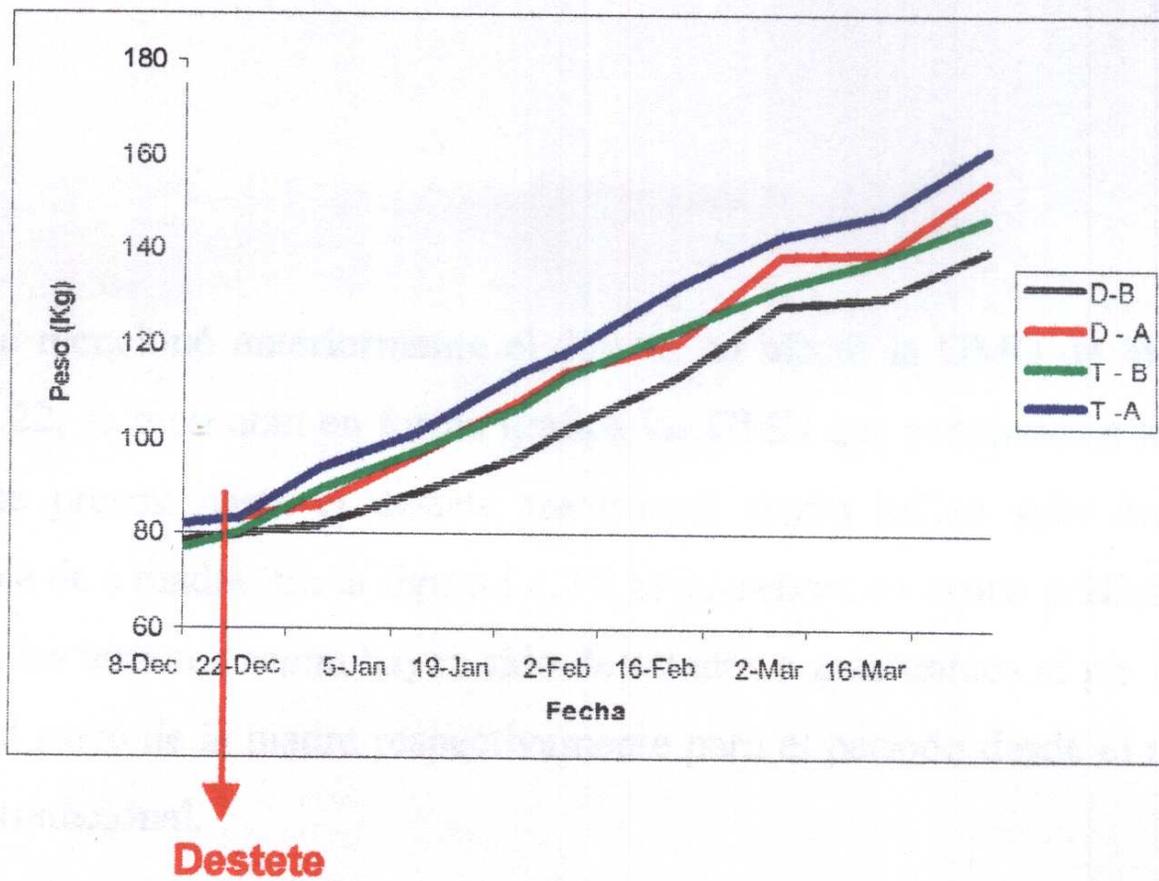
Cuadro IV.13: Aumento de peso por día (Kg.) según los factores destete y condición corporal al parto para todo el período del experimento

Factor: Destete	Media	Desvío estándar	Factor: CCP	Media	Desvío estándar
Destete	0,6652 a	115,0	Moderada	0,7326 a	146,4
Testigo	0,6811 a	138,2	Baja	0,6138 b	174,1

Distintas letras expresan diferencias estadísticas mayores al 1%.

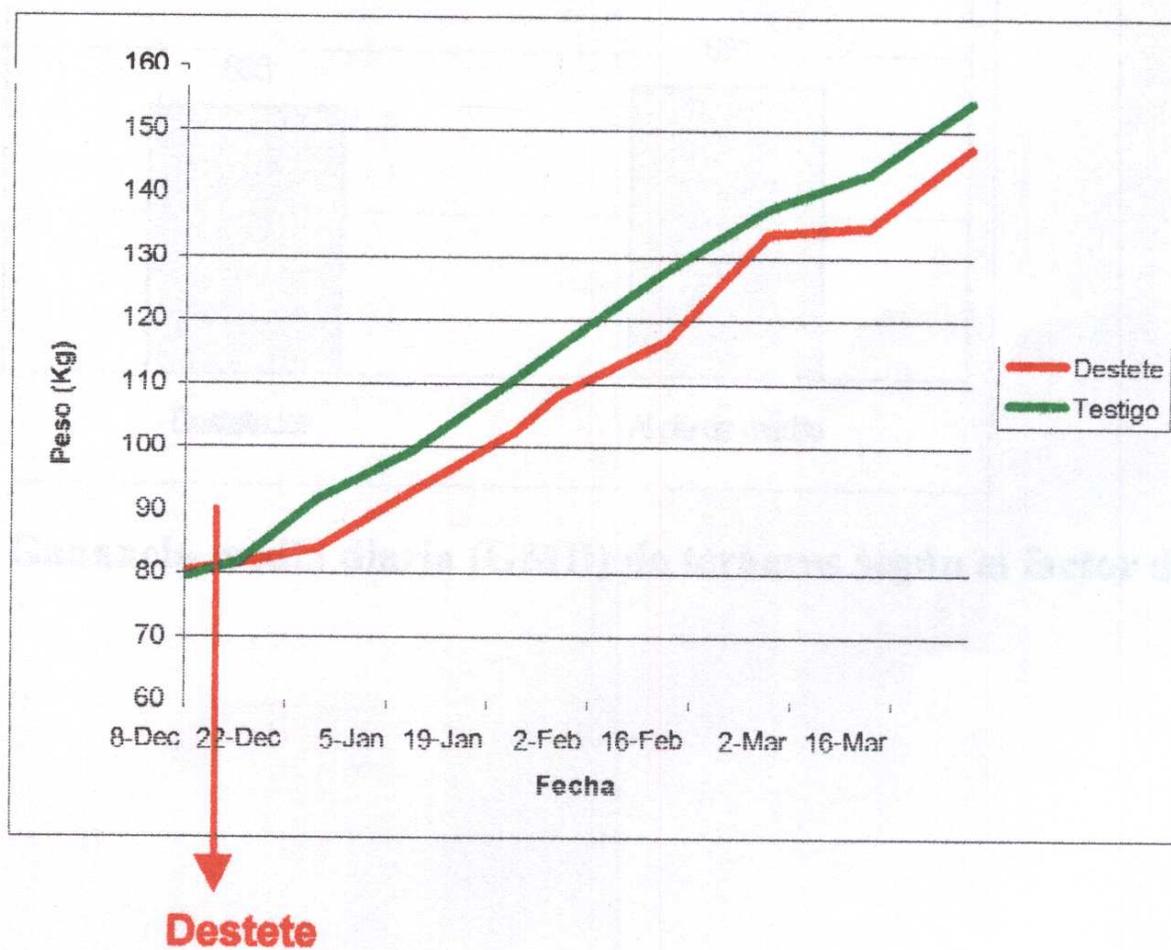
Fue más importante para GMD de los terneros la CC con la que la vaca parió, que destetar o no al ternero, si el manejo posdestete del ternero es adecuado.

La evolución de peso de los terneros desde el inicio del entore según el tratamiento se muestra en las figuras IV.20 y IV.21. En la primer gráfica se observa que los terneros hijos de madres paridas con baja CC tienen una evolución algo inferior a los hijos de madres paridas en moderada CC. En la gráfica IV.18 se aprecia que no hay diferencia en la GMD como lo indica el cuadro anterior. Las pendientes de evolución de peso de los grupos destete y testigos son iguales manteniendo una diferencia que se generó pocos días después del destete.



Destete

Figura IV.20: Evolución de peso de los terneros desde inicio de entore hasta destete tradicional



Destete

Figura IV.21: Evolución de peso de los terneros destetados y testigos

Como se mencionó anteriormente el destete no afectó la GMD de los terneros. En la figura IV.22, se presentan en forma gráfica las GMD que presentaron los terneros desde el destete precoz hasta el destete tradicional según hallan sido destetados o mantenidos al pie de a madre. En la figura IV.24, se presentan en forma gráfica las GMD que presentaron los terneros según hayan sido destetados o mantenidos al pie de a madre y según la CC al parto de la madre respectivamente para el período desde el nacimiento hasta el destete tradicional.

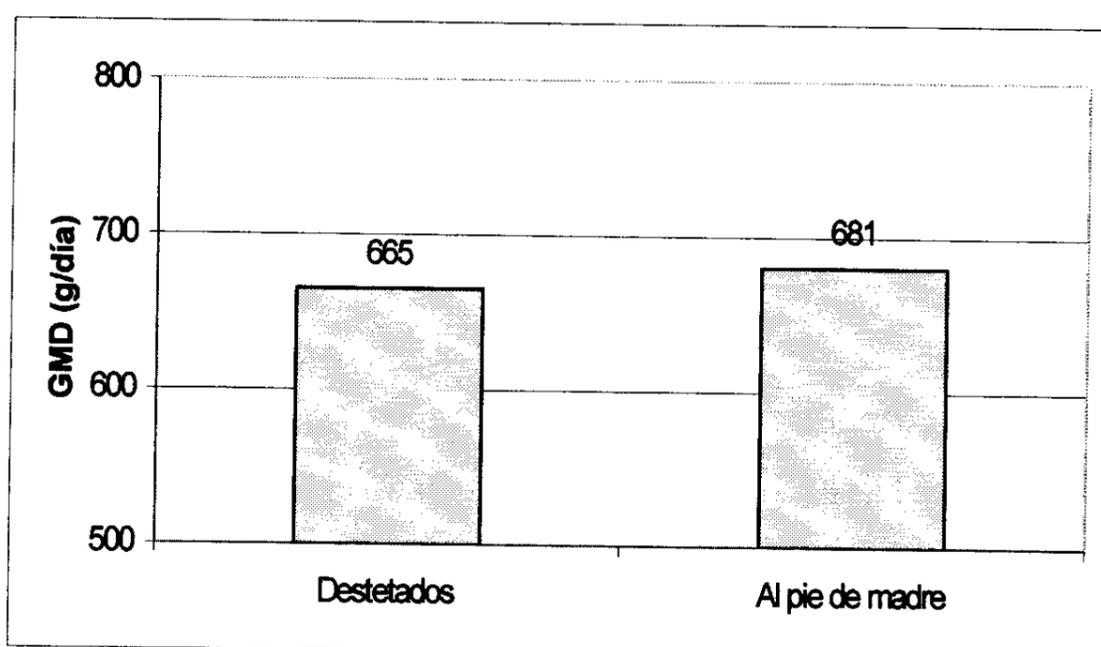


Figura IV.22: Ganancia media diaria (GMD) de terneros según el factor destete

Sin embargo la GMD de los terneros si se vio afectada por la CC al parto de la madre, en la Figura IV.23 se presentan estos resultados para todo el período considerado (desde inicio del experimento hasta el destete definitivo).

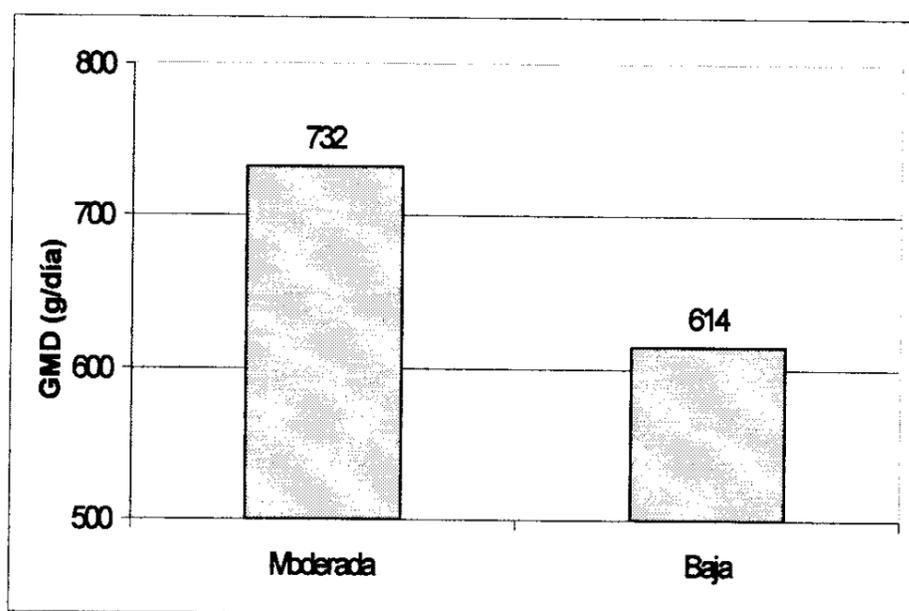


Figura IV.23: Ganancia media diaria (GMD) de terneros según el factor condición corporal al parto de la madre

Por otro lado la CC al parto de las vacas resultó ser el único factor significativo, cuando se analizó la GMD de los terneros desde el parto hasta el destete precoz (período 1, $P < 0,05$) y desde el destete precoz hasta el destete tradicional (período 2, $P < 0,004$). La época de nacimiento del ternero (invierno o primavera) y el sexo del mismo no fueron significativos y tampoco las interacciones entre estos factores. En la figura IV.24 se muestran las GMD de los terneros según la CC al parto de las madres, para los dos períodos considerados.

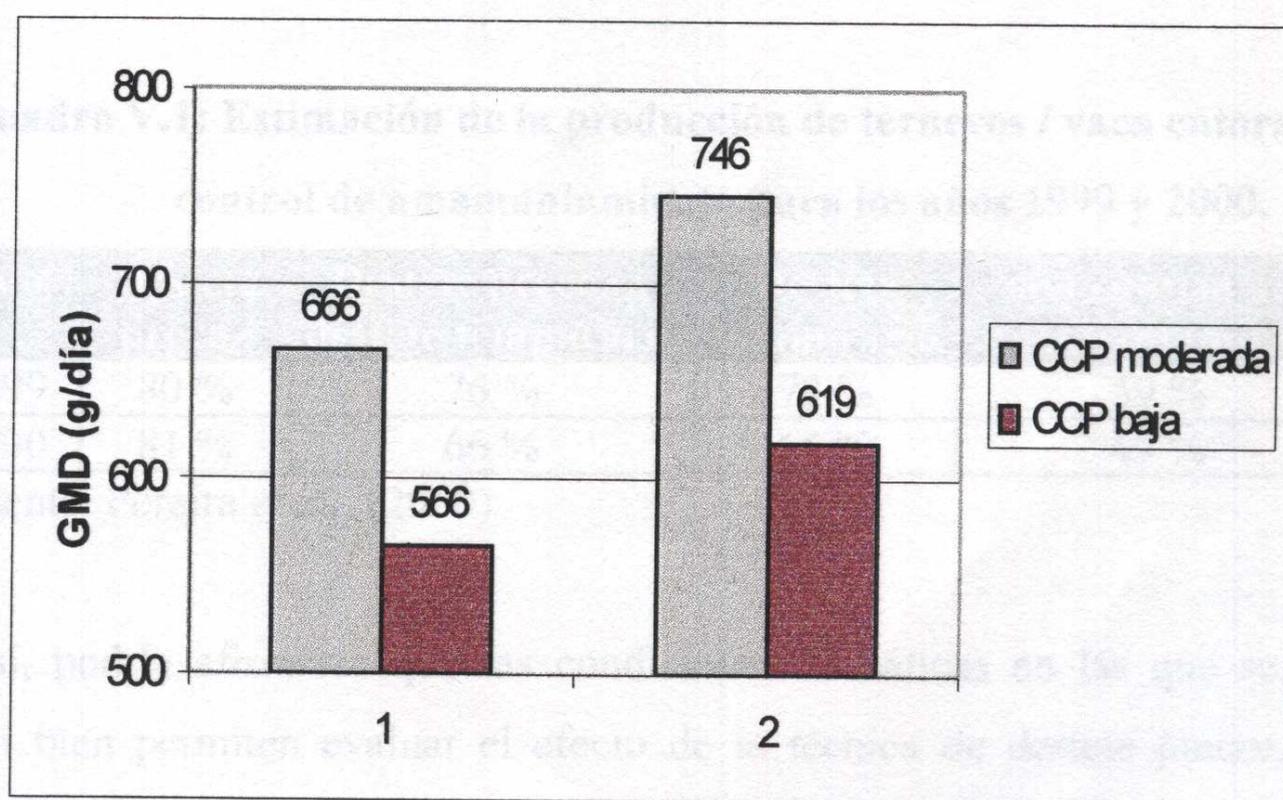


Figura IV.24: Ganancia media diaria (GMD) de terneros desde el parto hasta el destete precoz (período 1) y desde el desde el destete precoz hasta el destete tradicional (período 2) según el factor CC al parto (CCP) de la madre.

V- DISCUSIÓN

Climáticamente el año en el que se realizó la tesis no fue un año perjudicial para el crecimiento del forraje (figura III.1). Estudios realizados por DIEA donde se estimó la producción de terneros al finalizar los diagnósticos de gestación en los años 1999 (año en el que se realizó el experimento de tesis) y 2000 (Cuadro V.1) muestran resultados muy dispares por las diferentes situaciones climáticas registradas (se registró un período de sequía desde agosto de 1999 a marzo de 2000). También se aprecia el diferente resultado de aplicar la técnica en un año normal y en uno con sequía. La mejora en el porcentaje de preñez fue relativamente mayor en la situación de sequía habida cuenta de la restricción nutricional a la que estaban sometidas las vacas.

Cuadro V.1: Estimación de la producción de terneros / vaca entorada, según control de amamantamiento para los años 1999 y 2000.

Año	Destete precoz	Destete precoz y destete temporario	Destete temporario	Sin control del amamantamiento
1999	80 %	76 %	72 %	59 %
2000	81 %	66 %	65 %	47 %

Fuente: Pereira *et al.*, (2000)

Así, podría afirmarse que las condiciones climáticas en las que se realizó el estudio, si bien permiten evaluar el efecto de la técnica de destete precoz, quizá no muestren el potencial de la misma. Sin embargo, la CC utilizada en el experimento se considera menor que la adecuada para la categoría de vaca primípara, y por lo tanto el resultado en términos reproductivos luego de aplicado el destete precoz fue altamente satisfactorio.

V.1- EVOLUCIÓN DEL PESO Y LA CONDICIÓN CORPORAL DE LAS VACAS

La evolución de peso y CC después del parto son indicadores del estatus nutricional durante ese período. No obstante, sólo proporciona información parcial del mismo en la medida en que la nutrición afecta diversas funciones --que compiten entre sí por los recursos nutricionales-- y no únicamente la acumulación de tejidos (Short et al., 1990). Un análisis más ajustado de la condición nutricional exigiría la estimación de requerimientos y consumo, y permitiría analizar cómo la nutrición afectó las diversas funciones. Sin embargo, la metodología y la información recabada no permiten realizar dichas estimaciones en forma precisa.

El cuadro V.2 muestra una estimación de requerimientos de energía metabolizable (EM) para vacas destetadas y testigo durante el entore. La misma fue realizada siguiendo la metodología propuesta por NRC y AFRC (ver Anexo IX.4: Estimación de requerimientos). La información colectada en el ensayo, si bien no permite realizar una estimación del consumo en condiciones de pastoreo (ver Anexo IX.5 Estimación de consumo), sí permite visualizar la evolución de la calidad del forraje, el cual, según NRC (1996), es uno de los factores que afecta el consumo de energía metabolizable (cuadro V.2 digestibilidad de la fracción verde).

Cuadro V.2. Estimaciones de oferta y consumo de nutrientes para vacas con ternero al pie, y destetadas durante el entore.

	Vacas c/ternero		Vacas destetadas	
	Diciembre	Enero	Diciembre	Enero
Oferta de nutrientes				
Digestibilidad de la fracción verde (%)	50,1	41,9	50,1	41,9
Requerimientos				
Energía para mantenimiento (Mcal/día)	10.338	10.750	10.440	10.407
Cambio de peso diario (Kg/día)	-0.406	0.196	0.015	0.564
Energía para cambio de peso (Mcal/día)	-1.553	0.890	0.098	2.562
Energía para lactación (3,5 l/día) (Mcal/día)	4.181	3.658	1.829	0
EM Requerida/día (Mcal)	12.967	15.298	12.352	13.568

En la figura IV.3 puede observarse que durante el verano ocurrió una caída de la digestibilidad de la fracción verde de la pastura.

De la información presentada en los gráficos IV.4 y IV.5 surge claramente que mientras las vacas que permanecieron con su cría al pie mantuvieron peso y CC corporal durante el entore, las destetadas registraron ganancias. La explicación de este comportamiento diferente es la caída de requerimientos que ocurre como consecuencia del destete. La estimación de requerimientos formulada (asumiendo una producción de leche de 3,5 l/vaca/día con 3,5 % de grasa) indica que el destete redujo los requerimientos energéticos en un 25%. Esta información indica una reducción de requerimientos menor que la citada por Rovira (1996), quien reporta que vacas primíparas destetadas y ganando 250 g/día requieren, a los 5 meses pos parto 11 Mcal de EM, mientras que en igual período, vacas con ternero al pie y produciendo 3 a 4 Kg. de leche por día requieren 18 Mcal de EM. La forma de cálculo para estimar los

requerimientos utilizada por este autor no están especificadas, por lo cual no es posible saber el origen de las diferencias. No obstante lo principal es que los requerimientos de vacas con cría al pie tanto para Rovira (1996) como los calculados en esta tesis son mayores a los de las vacas destetadas.

Todos los autores revisados tuvieron resultados similares respecto a una mejor recuperación de peso y CC de vacas destetadas respecto a las testigos (Santana, 1985 citado por Lobato y Barcellos, 1992; Siemone et al., 1997; Barcellos et al., 1996; Gómez et al., 1994; Gayo, 1997;). En el trabajo de Gomez et al.(1994) las vacas testigos lograron menores ganancias, tan solo 38 g/día mientras que las destetadas lograron 565 g/día; este trabajo fue el que obtuvo mayor diferencia entre destetadas y testigos en ganancia diaria. En el otro extremo, Simeone et al, (1997) encontraron que las vacas con cría al pie lograron altas ganancias de peso, respecto a las destetadas (419 vs 536 g/día), siendo la diferencia menor.

En el presente estudio la energía disponible durante el entore fue superior a la requerida para mantenimiento de peso de la categoría. Esto se confirma con la evolución de peso de los vientres en dicho período (figura IV.4 y IV.5), logrando una GMD de 358 y 158 g/día para vacas destetadas y testigos respectivamente ($P < 0,0001$). Por otra parte, las diferencias de peso y CC entre las vacas que parieron con CC alta respecto a las de moderada se mantuvieron durante el entore e incluso hasta el destete tradicional (figuras IV.4 y IV.5).

Del análisis de los resultados del modelo utilizado para interpretar la GMD de las vacas durante el período del experimento se desprende que el factor más significativo fue el destete precoz. Éste afecta el resultado obtenido en el período de entore bajo estudio y podría estar afectando el resultado del siguiente entore (por el estado corporal en el que las vacas entran al invierno). Tanto la CC al parto como la interacción entre

este factor y el control del amamantamiento durante el entore no tuvieron efecto sobre la evolución de peso y CC de las vacas. La CC al parto, por motivos que se desconocen, tuvo efecto sobre la recuperación de estado luego del entore llegando con mejor CC al otoño (4,3 y 3,8 unidades para vacas destetadas y con cría al pie respectivamente). Esto podría reflejarse en una mejor CC al próximo parto y mejor producción por el resto de su vida productiva.

Las vacas que resultaron preñadas en el diagnóstico por ecografía tuvieron una mejor recuperación de peso que las falladas desde el destete precoz hasta fin de entore (257 g/día vs 13 g/día respectivamente). Gayo, (1997) obtuvo tendencias similares comparando vacas destetadas preñadas y falladas, también a favor de las preñadas (580 g/día para las preñadas y 435 g/día para las falladas). En ambos casos es posible que el grupo que lograba mejor recuperación durante el entore, también estuvo en mejores condiciones para reiniciar su actividad sexual. Por otro lado, los resultados que surgen de comparar preñadas y no preñadas son similares a los obtenidos al comparar destetadas y testigos (306 g/día y 32 g/día respectivamente), lo que se explica por el hecho de que una elevada proporción de las preñadas corresponde a vacas destetadas (16/18 preñadas en las destetadas y 7/18 en las testigo).

Los resultados reproductivos indican que en vacas primíparas, con ternero al pie y que ingresaron al entore con una CC de entre 3,5 y 4,5 unidades, el mantenimiento de peso y CC no es suficiente para asegurar una buena performance reproductiva. Por su parte, en la misma categoría, el destete tuvo como una de sus consecuencias, una reducción de requerimientos, lo que repercutió en aumento de peso y CC. La diferente evolución de peso y CC posiblemente explique, junto con otros efectos como la eliminación de la inhibición en el eje hipotálamo-hipófisis que provoca el amamantamiento, la mejor performance reproductiva de las vacas destetadas.

V.2- COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO

V.2.1- Comportamiento reproductivo de vacas con cría al pie vs vacas destetadas precozmente

Los efectos de la aplicación de la técnica de destete precoz dependen del momento del anestro en el que se aplica, ya que éste pasa por diferentes fases. La primer fase no está influenciada por el amamantamiento sino que la limitante son los niveles de LH y FSH en la pituitaria y su duración es de aproximadamente 20 días (Nett, 1987; Williams et al, 1996). Esta fase ya estaba superada al momento del destete precoz. Esto es evidenciado por dos razones: el hecho de que halla habido respuesta al tratamiento destete y que al momento del destete se encontraban en un anestro de 8 a 15 semanas. La segunda fase del anestro es donde el amamantamiento está produciendo un efecto inhibitorio que no permite la reanudación del ciclo estral (Acosta, 1983; Zalesky, 1990 citado por Williams et al., 1996). En la tercer fase aumenta la frecuencia de pulsos de GnRH, desencadenando una ovulación normal (Nett, 1987) produciéndose un escape al efecto del amamantamiento (Williams et al., 1996).

Durante el entore algunas vacas testigos podrían haber pasado a la tercer fase naturalmente, la que consiste en el escape al efecto inhibitorio del amamantamiento (Williams et al., 1996), ya que algunos animales con cría al pie retomaron la actividad ovárica. Las vacas destetadas, que se encontraban en fase 2 o en transición a la 3, el destete provocó una inmediata salida del anestro. **Todas** las vacas destetadas tuvieron reactivación ovárica durante el entore, mientras que en las vacas testigos la reactivación ocurrió solo en **11 de las 18** vacas. Simeone et al. (1996) obtuvo resultados similares cuando analizó el porcentaje de vacas ciclando (65,4 % vs 38,9% para destetadas y testigos respectivamente). Estos resultados evidencian que para el rango de CC en el que se trabajó, el evento que más limitó la reanudación de la actividad ovárica fue el amamantamiento. Este estímulo actúa en parte aumentando la sensibilidad al efecto

negativo que producen los estrógenos sobre el hipotálamo (Acosta, 1983). Por otra parte el reconocimiento del ternero produce una prolongación del período del anestro a través de mecanismos aún poco claros (Viker *et al.*, 1993; Stevenson *et al.*, 1994; Hoffman *et al.*, 1996; Wettemann *et al.*, 1978; Lamb *et al.*, 1997). En las vacas con destete precoz, la frecuencia de pulsos de GnRH se incrementa, produciendo aumentos en la frecuencia de pulsos de LH (Nett, 1987).

El escape hormonal al efecto del amamantamiento y la ausencia del ternero que tuvieron las vacas destetadas precozmente también se reflejó en un adelanto de la ovulación. Las grandes diferencias entre los tratamientos se pueden ver en las gráficas de perfiles de progesterona individuales (figuras IV.7). Se observa un gran efecto de sincronización producido por el destete, especialmente en las vacas que parieron en moderada condición corporal. Esto también se refleja en la figura IV.9 donde se presenta la cantidad de vacas que ovularon a lo largo del anestro. Bell *et al.*, (1998) encontraron en la misma categoría y con largo de anestro, CC al parto y nutrición posparto similares a la de este experimento, resultados similares a los obtenidos en el presente trabajo en lo referido al acortamiento del anestro posparto, indicado como la ovulación (ver cuadro V.3.)¹.

Cuadro V.3: Porcentaje de vacas con inicio de la actividad ovárica durante el entore, para vacas destetadas a los 85 días y vacas con ternero al pie.

	Días durante el entore				
	Inicio	10	20	30	40
Control	25	58	75	75	92
Destete precoz	21	86	100	100	100

Fuente: Bell *et al.*, 1998.

¹ Primíparas. Iniciaron el entore con menos de 85 días de paridas (el período desde el parto al inicio de entore en esta tesis fluctuó entre 42 y 88 días). CC al parto ≥ 5 (escala de 1 a 9) (similar a las vacas paridas en moderada CC al parto usadas en la tesis). Nutrición posparto de mantenimiento de peso y CC.

Si se observan la cantidad de vacas con reactivación ovárica obtenidas por Bell *et al.*, (1998) cada 10 días, se puede ver que hay una fuerte sincronización causada por el destete. En las vacas testigos no solo no hay sincronización sino que además no todas las vacas llegan a ovular dentro del período de entore en concordancia con los resultados obtenidos en esta tesis.

Esta mayor proporción de las vacas destetadas con actividad ovárica durante el entore, se refleja también en la proporción de vacas con presencia de celo durante el mismo. Se observó mayor proporción de preñez de vacas destetadas (**16 de 18**) respecto a testigos **7 de 18**, lo que es coherente con la mayor proporción de reactivación ovárica y celo. Diecisiete trabajos revisados en diversas condiciones obtienen mayores proporciones de vacas preñadas y/o porcentaje de vacas con manifestación de celo en el grupo destetado respecto al testigo (cuadro II.4), coincidiendo con el resultado obtenido en el presente experimento. El adelantamiento de la reactivación ovárica y manifestación de celo aumentan las probabilidades de que un vientre quede preñado durante el entore ya que tiene más oportunidades para concebir. Dado que el entore finalizó el 31 de enero y el ciclo estral normal es en promedio de 21 días (Mc Donald, 1991) se consideró que tienen probabilidades de repetir celo aquellos animales que presentan su primer celo al menos 21 días antes de finalizar el entore. Bajo este supuesto podrían repetir celo (de las vacas que lo presentaron) todas (9) las vacas del tratamiento D-M, 7 de 9 vacas de D-B, 3 de 4 vacas de T-M y 2 de 3 de T-B. Por lo tanto es claro que el porcentaje de preñez es dependiente tanto de la presencia de celo como del momento en que éste sucede. Hay que tener en cuenta que el porcentaje de preñez no depende solamente de la duración del anestro sino también de otros factores como por ejemplo la fertilidad del toro, la fertilidad de la vaca (hay un 20 a 30 % de infertilidad natural en cualquier ciclo (Short et al, 1990) así como también del mantenimiento de la preñez.

La única diferencia es que el experimento involucró diferentes biotipos (Hereford, Angus, Simmental y cruza Angus x Simmental).

A modo de síntesis los resultados evidencian un fuerte efecto sincronizador y de acortamiento del anestro posparto que ocurre a consecuencia de la eliminación del amamantamiento.

Laster *et al.*, (1973) citados por Rovira, (1996) y Vizcarra (1989) encontraron mejores respuestas en parámetros reproductivos al destete precoz en vacas primíparas que en adultas. Sin embargo Barcellos *et al.*, (1996), obtuvo mejor respuesta al destete precoz en vacas adultas que en primíparas (mostrando un aumento en la tasa de preñez de 40,1% contra 16,3% para adultas y primíparas respectivamente). Es posible que la calidad del forraje disponible que tenían las vacas en tal experimento sea tan baja, que este factor sea mucho más fuerte que el amamantamiento en vacas de primera cría. Sin embargo las adultas tienen menos requerimientos energéticos, y a esos niveles alimenticios responden bien al destete, o quizá las primíparas partieron de una inferior CC respecto de las multíparas.

Al observar los perfiles de progesterona individuales las conclusiones extraídas sobre el efecto sincronizador del destete son más fuertes aún. En el tratamiento de vacas destetadas paridas con CC moderada la primera ovulación posiblemente fue más sincronizada y antes de lo que lo indican los datos de primer pico de progesterona. Varias de las vacas destetadas presentaron aumentos de progesterona (incluso algunas por más de un muestreo consecutivo, como se ve en la figura IV.7); debido a la frecuencia de sangrado utilizada, puede no haberse captado la presencia de un cuerpo lúteo. En 4/9 vacas hubo ovulación silente, luego se presentó un ciclo estral corto y la siguiente ovulación con celo (durante el descenso de progesterona), momento en que se produjo la concepción (Las vacas 5237, 5266, 5286 y 5315, ver figura IV.7). En el resto, aunque no se puede decir que ocurrió una ovulación silente ya que el primer aumento del nivel de progesterona fue menor a 1 ng/ml, éste hace sospechar que hubo un cuerpo lúteo que no fue detectado. Si este aumento de progesterona hubiera sido causado por un

cuerpo lúteo la secuencia de eventos hubiera sido igual a la de las otras vacas descritas. Esto hace pensar que la primera ovulación de este grupo de animales puede haberse dado aún con anterioridad a los resultados obtenidos y en forma más sincronizada. Por tanto es posible que todas las vacas del tratamiento hayan presentado ovulación silente, ciclo corto y finalmente ovulación con celo.

Las vacas destetadas paridas con CC baja tuvieron una situación similar a la anterior, excepto en dos casos, ya que hubieron 5/9 vacas con ciclo corto (las vacas 5212, 5222, 5225, 5288, ver figura IV.7) y 2/9 con posible ciclo corto con ovulación silente (las 5201 y 5205²). Estas 7 vacas ovularon menos sincronizadamente que las 9 de destete de moderada CC. Las otras dos vacas tienen aumentos menores de progesterona (una llega a 1 ng/ml) y comienzan con un ciclo normal días después (5204 y 5269). En síntesis este grupo presentó una total reactivación ovárica y fuerte sincronización, aunque en menor grado que las destetadas, paridas en moderada CC. Es posible que 7 de 9 vacas hayan presentado un primer ciclo estral corto y 7 de 9 hayan presentado primera ovulación silente.

Del grupo de vacas que permanecieron con cría al pie (testigos) una proporción baja de animales presentó reactivación ovárica dentro del período evaluado. La sucesión de eventos no fue siempre igual y no se presentó en forma consistente la ovulación silente seguida de un ciclo estral corto, para luego ovular con presencia de celo. Cuatro vacas con cría al pie y paridas en CC moderada (T-M) podrían haber presentado un ciclo estral corto (las vacas 5206 y 5239 presentaron ovulación silente y luego ciclo corto y las vacas 5228 y 5354 se podría presumir que tuvieron un primer ciclo corto³). A lo sumo tres vacas del grupo (T.B) podrían haber presentado ciclo estral corto, habiendo solo una

² La 5205: aparentemente presenta dos ciclos cortos seguidos.

³ La 5354: presenta un aumento de progesterona menor a 1 ng/ml, durante dos muestreos y a los 15 días un aumento de progesterona mayor a 1 ng/ml. Teniendo luego un comportamiento atípico ya que tiene un ciclo de duración normal (17 días) y luego un ciclo corto.

que seguramente lo presentó ³ y ⁴. En algunos casos hay una ovulación silente y la siguiente ovulación sucede varios días después, pero el perfil de progesterona no hace pensar que es un ciclo normal de acuerdo con la descripción de un cuerpo lúteo de un ciclo corto realizada por Short *et al.*, (1990). En este grupo, un animal luego de reiniciar la actividad ovárica, presenta un comportamiento reproductivo atípico ya que los ciclos estrales no continúan siendo normales ⁵.

Para sintetizar los eventos observados en los perfiles de progesterona se concluye que en las vacas con cría al pie hay una gran irregularidad en la secuencia de eventos, que conducen o no a la reiniciación de la actividad ovárica y celo; no hay un patrón de reanudación de la actividad ovárica definido y menos aún un acortamiento del anestro ni sincronización de ovulaciones. Esto contrasta con la ordenada y sincronizada secuencia de eventos sucedidos en el grupo destetado (figura IV.7). Considerando los perfiles de progesterona más atípicos cabría la hipótesis que respondan a la existencia de folículos luteinizados (Wettemann *et al.*, 1980).

Las primeras ovulaciones silentes durante el posparto están reportadas como fisiológicamente normales (Zemjanis, 1980 citado por Savio *et al.*, 1990 b). Las ovulaciones silentes han sido registradas en una frecuencia de 43% (Whitmore *et al.*, 1974 citados por Wettemann *et al.*, 1980), 50% (King *et al.*, 1976 citados por Wettemann *et al.*, 1980), 52% (Schams *et al.*, 1978) y hasta 79 % (Morrow *et al.*, 1966 citado por Rovira, 1996). Al cuantificar el número de ovulaciones con celo así como el intervalo desde el parto al primer celo el método de detección de celo debe ser evaluado

La 5228: presenta un aumento de progesterona menor a 1 ng/ml solo en un muestreo y a los 10 días un aumento de progesterona mayor a 1 ng/ml.

⁴ La 5264: presenta un aumento de progesterona menor a 1 ng/ml solo en un muestreo y a los 7 días un aumento de progesterona mayor a 1 ng/ml.

La 5345: Presenta un aumento de progesterona menor a 1 ng/ml en un solo muestreo y a los 10 días otro aumento menor a 1 ng/ml durante más de un muestreo. Resultando fallada.

(Wettemann *et al.*, 1980). King *et al.*, (1976) citado por Cavestany, 2000 encontró observando las vacas 24 horas al día, que en la primera ovulación post-parto solo el 50% de las vacas manifestó celo; pero cuando tomaron éstos registros observadoras 2 veces por día solo se detectó el 20%, una vez levantado el anestro, por el método de observación visual los autores encontraron el 60% de los celos existentes. Según Rovira (1996) generalmente el primer celo no coincide con la primera ovulación ya que la actividad ovárica comienza bastante antes. El nivel de progesterona sistémico se incrementa levemente antes del inicio de la actividad cíclica normal, entre 2 a 4 días (Donaldson *et al.*, 1970; Arije *et al.*, 1974; Humphrey *et al.*, 1976; La Voie y Moody, 1976; Dobson, 1978 citados por Wettemann *et al.*, 1980) y hasta 9 días antes en vacas lecheras (Mather *et al.*, 1978). Dicho incremento es frecuentemente debido a un cuerpo lúteo en formación (Donaldson *et al.*, 1970; Castenson *et al.*, 1976 citados por Wettemann *et al.*, 1980).

Todos los animales con cría al pie presentan celo durante el período de estudio (figura IV.13), sin embargo hay una alta proporción de primeras ovulaciones silentes (al menos el 50 %; ver figura IV.14). En el grupo de las vacas con cría al pie muchas no reinician la actividad ovárica o no tienen conducta de celo (más del 50%). Por ello no se puede estimar qué proporción de casos hubieran presentado su primera ovulación sin manifestación de celo.

Sólo 3 de las 18 vacas del grupo que permaneció con cría al pie tuvieron una segunda ovulación con celo. En cambio por lo menos 9 de las 18 vacas destetadas presentaron segunda ovulación con celo. Esto se debe a dos razones: por un lado la reactivación más temprana de la actividad sexual les permite, como se cuantificó anteriormente, tener una segunda ovulación con celo dentro del período de muestreo. Por

⁵ La 5374 presenta un perfil de progesterona atípico con dos ciclos cortos seguidos, luego uno de 21 días en el cual si bien no presenta celo tiene comportamiento característico de animales que están por entrar en celo, aunque no se le registró celo, y luego otro ciclo corto resultando vacía.

otro lado, la presencia de ciclos cortos, altamente frecuente en las destetadas, hace que ésa segunda ovulación ocurra, en promedio a los 12 días y no a los 21 como en un ciclo normal (aumentando las oportunidades de que el celo se manifieste dentro del entore).

Las ovulaciones silentes registradas, en general produjeron luego ciclos cortos (para este ensayo 11 ovulaciones silentes fueron seguidas de ciclos cortos y 3 ovulaciones silentes fueron seguidas de ciclos mayores a 17 días). El primer ciclo ovárico posparto es caracterizado por ser de longitud variable (Savio *et al.*, 1990 b) y la primera ovulación silente (Morrow *et al.*, 1966 citado por Rovira, 1996; Rovira, 1996; Mc. Donald, 1991). No obstante Rivera y Alberio, (1991) consideran que generalmente el primer ciclo estral es de corta duración.

Es de destacar que al menos 50 % de las vacas destetadas con reactivación ovárica presentaron ciclos estrales cortos frente a un 27 % de las vacas testigos (3 de 11). Sobre esto no se podría concluir por la diferente proporción de animales con presencia de ovulación. En este sentido, Schams *et al.*, 1978, (citado por Wettemann *et al.*, 1980) observó que un 28% de las vacas presentó un primer ciclo estral normal, un 52% ciclo estral corto y un 8% se mantenían acíclicas. Al faltar los datos de ovulación de vacas que nunca lo hicieron (grupo testigo) la proporción de ovulaciones con celo podría estar sesgada. Otro posible error deriva de la metodología de muestreo de dos veces por semana, con la consiguiente posible pérdida de registros de aumentos de progesterona mayores a 1 ng/ml derivados de un cuerpo lúteo de corta duración (ciclos de aproximadamente 9 días). Sin embargo en promedio los ciclos cortos son mayores y en esta tesis se obtuvo en promedio ciclos cortos de 12 días (fluctuando entre 6 y 15 días). Wettemann *et al.*, (1980) reportan que el largo de la fase luteal del ciclo en vacas con ciclo corto promedió 7,3 días (resultando en un ciclo corto de aproximadamente 12 días).

de eventos, sino que es más desordenado y no sincronizado en los animales que presentaron reactivación (11 de 18 vacas; ver figura IV.7).

V.3.2- Comportamiento reproductivo de vacas según condición corporal al parto

Los resultados reproductivos dependen de la nutrición pre y pos parto y de la CC al parto (Hill *et al.*, 1970 citados por Peters y Ball, 1995; Zurek *et al.*, 1995). Estos efectos son más marcados en vacas primíparas que en multíparas (Grimar *et al.*, 1995; Petit y Agabriel, 1993). Es sabido que el estado nutricional pre parto, es más importante que el del período posparto en la determinación de la longitud del anestro posparto (Dunn y Colin, 1980; Peters y Riley, 1982 a citados por Peters y Ball, 1995). En el cuadro V.4 se presentan los resultados reproductivos obtenidos según CC. La CC al parto no produjo un efecto muy notorio (cuadro V.4).

Cuadro V.4: Resultados reproductivos de vacas paridas con moderada y baja condición corporal al parto

	Condición corporal al parto	
	Moderada	Baja
Presencia de pico de progesterona	15/18 a	14/18 a
Celo detectado	13/18 a	12/18 a
Proporción de preñadas	13/18 a	10/18 a

Según Orcasberro, (1994) trabajando en condiciones nacionales, cuando las vacas multíparas llegan al parto en CC 4 (en una escala de 1 a 8) la duración del anestro varía entre 35 y 50 días, dependiendo del plano alimenticio posparto entre otros factores. Cuando llegan al parto en CC 3 es difícil que logren una salida del anestro antes de los 80 días, pudiendo llegar hasta anestros de 100 días. Si las vacas llegan al parto con CC 2 los anestros serían superiores a los 3 meses aún en buenas condiciones de alimentación posparto (Orcasberro, 1994). En vacas primíparas, los efectos de la CC al parto sobre el

los anestros serían superiores a los 3 meses aún en buenas condiciones de alimentación posparto (Orcasberro, 1994). En vacas primíparas, los efectos de la CC al parto sobre el largo del anestro son los mismos, aunque para alcanzar similares resultados se requiere mejor CC al parto que las mencionadas por Orcasberro para multíparas.

Quizá la CC moderada usada en este estudio en vacas primíparas, no sea suficiente para una nutrición posparto como la ofrecida (campo natural de verano que tuvo como consecuencia mantenimiento de peso), como se vio anteriormente el crecimiento es una función prioritaria dentro de la partición de nutrientes (Short *et al.*, 1990). Un indicador de que esto ha sucedido son los malos resultados reproductivos obtenidos en las vacas no destetadas. Es posible que necesiten CC más alta al parto para obtener mejores resultados reproductivos. Rovira (1996) recomienda hacer parir a esta categoría en el rango de 5 a 6 unidades de CC (escala de 1 a 8 Orcasberro, 1994). Esto no descarta que el destete precoz continúe teniendo un efecto positivo sobre la reactivación ovárica de vacas primíparas en ese rango de CC; sin embargo en condiciones de Uruguay esa información no existe. Quintans *et al.*, (2001) observaron una diferencia de 11 puntos porcentuales trabajando con vacas con 4,5 unidades de CC, Para ello se debería probar la técnica en dicho rango.

Perry *et al.*, (1991) encontró un mayor efecto de la CC sobre los resultados reproductivos (mayor pulso generador de GnRH) en vacas sin efecto inhibitorio del amamantamiento sobre la liberación de GnRH. Sin embargo en este ensayo no se encontró mayor respuesta a la CC en vacas destetadas que en testigos. Es probable que el rango de CC con el que los autores trabajaron, sea sobre valores más extremos que los usados para el trabajo de esta tesis.

La CC al inicio del entore podría ser explicada por la CC y peso al parto y por la fecha de parto. No obstante, en este estudio sólo se halló una correlación moderada con las dos primeras y baja a nula con fecha de parto. Estos resultados serían consecuencia

del acotado rango de CC evaluado en el experimento. En esta tesis la mejor CC al destete no marco diferencias en los resultados de preñez, lo que podría explicarse por el reducido número de vacas evaluadas en el ensayo.

Se concluye entonces que la CC al parto no produjo un alto efecto en los parámetros reproductivos, explicado por el rango de CC utilizado y porque posiblemente para vacas primíparas la CC moderada no fue suficiente, para la reactivación ovárica .

Se observó cierta interacción entre los efectos del destete y la CC al parto sobre el intervalo entre el destete y la primera ovulación. En las vacas paridas con moderada CC al parto el efecto de acortamiento del anestro fue menor que en vacas paridas con baja CC al parto (10 días vs 21 días para CC moderada y baja respectivamente) (ver figura IV.10, donde el 50% de las D-M ovuló a los 18 días, a los 28 días en las T-M, mientras que el 50% de las D-B ovuló a los 21 días mientras que las T-B a los 42 días).

V.3- CRECIMIENTO DE LOS TERNEROS

Los terneros de vacas testigo permanecieron al pie de las mismas sobre CN, mientras que los de las vacas destetadas fueron trasladados a una pastura mejorada de buena calidad, ofreciéndosele un suplemento adecuado para esta categoría. Bajo estas condiciones, no ocurrieron diferencias en la GMD entre los terneros destetados y los mantenidos al pie de la madre. Algunos autores en la región han obtenido resultados similares (Fernández y Zuccari, 1996 citados por Pordomingo, 1997; Simeone *et al.*, 1996). Sin embargo otros autores han encontrado diferencias a favor de los terneros que se encuentran al pie de la madre (Harvey y Burns, 1988; Vizcarra, 1989; Gómez, 1990; Gayo, 1997; Simeone, 1997; Simeone y Lobato, 1998) y otros autores encontraron diferencias a favor de los destetados (Luzby y Parra, 1981 citados por Pordomingo, 1997; Josifovich *et al.*, 1990). El objetivo del destete precoz es mejorar la eficiencia

reproductiva de los vientres sin afectar la performance de los terneros (Rovira, 1996). Como se concluyó en el capítulo de revisión bibliográfica, la diferencia en GMD entre ambos grupos de terneros está en función por un lado de la alimentación y el cuidado que reciba el ternero destetado, y por el otro, de la base forrajera que tenga disponible la madre. A mayor energía digestible consumida por la madre éstas tendrán más leche y los terneros que no se destetan tendrán mayores GMDs.

La brecha en pesos observada entre estos grupos de terneros de destete precoz y tradicional (aunque no tienen diferencias significativas de la GMD), es generada inmediatamente después del destete donde el ternero debe transformarse de monogástrico a rumiante, y ésta se debe al estrés nutricional y emocional del destete (Oliveira, 1995). Cabe señalar que los terneros destetados en el entorno de los 6 meses han adquirido mayor capacidad y hábito de consumo de forrajes que los terneros de destete precoz al momento del destete. Por otro lado se debe recordar que cuanto más adultos son los terneros, son menos dependientes de la energía aportada por la leche en relación al forraje (Rovira, 1996).

Del factor que fue más dependiente la evolución de peso de los terneros destetados para el período parto – destete tradicional fue la edad al momento del destete ($P < 0,001$). Esto era esperable debido a que las madres de los terneros nacidos antes (principio de primavera) permanecen con sus madres durante un mayor período donde las pasturas son de buena calidad respecto a los que nacen más tarde en la primavera, y consumen más leche.

Los terneros hijos de madres con mejor CC al parto tuvieron una ventaja comparativa que se expresó durante todo el período (733 g/día para terneros hijos de madres paridas con CC moderada vs. 614 g/día para hijos de madres paridas con CC baja). Este factor fue el único significativo en explicar la GMD desde el nacimiento hasta el destete precoz. Esto está de acuerdo con Jeffery et al. (1971) citado por Rovira

(1996) quien reportó que por cada incremento de 10 kg en peso vivo de la vaca, la producción de leche se incrementa en 0,100 Kg/día. También las vacas que parían mas temprano (posiblemente en peor estado o con menor peso) tendían a dar menos leche. El mismo autor determinó que por cada kg adicional de leche producido por la vaca, el ternero incrementa entre 11 y 14 kg su peso al destete. Sin embargo Abeldaño (com. pers.), en 1995-1996 cuando analizó la GMD de 488 terneros en función de la CC al parto de sus madres (en un rango de 2 a 5,5 unidades de CC, para una escala de 1 a 8), no encontró diferencias significativas en ninguno de los dos años.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la evolución de peso de los terneros, cabe destacar que vacas que parieron en baja CC, condicionaron negativamente la performance de sus terneros respecto a vacas que paren en CC moderada. Esto sugiere que terneros nacidos de vacas con pobre CC podrían tener una mejor performance si se los desteta precozmente. Esta consideración toma aún mayor importancia cuando la unidad vaca-ternero se encuentra sobre una pastura de baja calidad. En este sentido Rovira considera que la mejor determinación en esa situación es desternerar y con eso se logran dos objetivos: uno, cortar la lactancia de la vaca y ya con eso se le mejora el nivel nutritivo al no desviar nutrientes para producir leche; y otro, proporcionar al ternero un nivel nutritivo más adecuado, ya sea con otras pasturas y/o con algún tipo de suplementación, de tal forma que el ternero pueda recuperar un mayor ritmo de crecimiento.

VI. CONSIDERACIONES FINALES

- En las condiciones del experimento el destete precoz produjo un adelanto y sincronización de los eventos fisiológicos que desencadenan la ovulación. Estos eventos sucedieron en forma ordenada siguiendo la secuencia: ovulación silente, ciclo corto, celo y ovulación con preñez en la mayoría de los casos.
- El destete precoz resultó ser una buena alternativa tecnológica en vacas primíparas con CC al parto entre 3,5 y 4, para acortar el anestro posparto en condiciones extensivas. En este sentido sería esperable que el 50% de las vacas destetadas ovulen a los 18 días de realizado el destete y la totalidad de las vacas presente actividad ovárica a los 31 días; mientras que el 50% de las vacas que permanecen con su cría al pie, sería esperable que ovulen a los 33 días y que no lleguen al 75% de animales con actividad ovárica durante el entore.
- En el grupo de vacas que mantuvo su ternero al pie, muchos animales permanecen en anestro hasta el final del período de servicio. Dentro de este grupo aquellos animales que logran retornar a la ciclicidad, presentan una secuencia de eventos desordenada y no sincronizada.
- Los porcentajes de animales en celo y preñadas reafirman los efectos significativos y las tendencias observadas en los resultados de reactivación ovárica obtenidos de la interpretación de los perfiles de progesterona. El dato de vacas falladas no refleja solamente el anestro, ya que intervienen otras fuentes de variación en su resultado.
- La condición corporal al parto que se utilizó no fue significativa para ninguna variable reproductiva. Tuvo una tendencia a ofrecer mejores resultados a favor de las vacas paridas en moderada condición corporal respecto a las paridas en baja condición corporal.

- No hubo efecto significativo de la interacción entre control del amamantamiento y condición corporal al parto. Aunque en algunos casos se vislumbra una tendencia hacia un mayor efecto del control del amamantamiento en vacas paridas en baja condición corporal.
- La evolución de peso de las vacas fue afectada significativamente solo por el destete, obteniendo una ganancia media diaria para todo el período del experimento de 358 gr/día en los animales destetados y 158 gr/día en los animales que permanecieron con cría al pie.
- El destete precoz con un manejo cuidadoso y con una nutrición y sanidad adecuada, no afectó el crecimiento de los terneros, presentando una GMD de 665 gr/día y 681 gr/día para terneros destetados y al pie de la madre respectivamente. La CC al parto de la madre afectó la GMD de los terneros hasta el destete definitivo, lo que mostraría que la producción de leche afecta el crecimiento de los mismos.

VII- RESUMEN

Varios trabajos realizados en el exterior y a nivel regional han demostrado que el destete precoz es una técnica que acorta el anestro posparto en vacas de primera cría permitiendo por lo tanto mejorar los índices reproductivos de esta categoría. Este estudio apuntó a cuantificar el efecto de la aplicación de esta técnica sobre la duración del anestro posparto y la evolución de peso y condición corporal (CC) de los vientres; también se evalúa el efecto de la técnica sobre la performance de los terneros.

El experimento combinó dos factores con dos niveles cada uno: CC en donde los niveles fueron: moderada (M), mayor o igual a 4 y baja (B) menor a 4 (escala de 1 a 8); y control de amamantamiento con: testigos (T) amamantamiento *ad libitum* y destete precoz (D). Treinta y seis vacas Hereford de primera cría fueron utilizadas en este experimento, las cuales fueron separadas en dos grupos según su CC al parto en: Vacas paridas en CC moderada (CC=4,2; n=18), y Vacas paridas en CC baja (CC=3,5, n=18). A la mitad de los animales de cada uno estos grupos se le retiró el ternero de forma radical en promedio a los 84 días de paridas (D) y a la otra mitad se les dejó el ternero amamantando *ad libitum* (T).

Durante el entore se tomaron muestras de sangre dos veces por semana para analizar progesterona. Paralelamente se registró a diario la presencia de celo mediante detección visual. Quincenalmente las vacas fueron pesadas y fue registrada su C.C. Los terneros fueron pesados con la misma frecuencia. El destete tuvo un efecto significativo en determinar el largo del período comprendido entre el parto, la primera ovulación. El 50% de las vacas D ovuló a los 18 días, y la totalidad a los 31 días de realizado el destete. En contraste, solo el 50% de las vacas T lograron ovular a los 33 días posdestete. Respecto al primer celo del anestro posparto, mientras el 75% del rodeo D presentó celo a los 21 días posdestete, el 50% del rodeo T nunca presentó celo durante el entore. Esto determinó que al final del período de entore una mayor proporción de las vacas

destetadas, respecto a las testigo, presentaran actividad ovárica ($P_4 > 1$ ng/ml) (18/18 vs 11/18; $P < 0,005$), celo (18/8 vs 7/18; $P < 0,001$) y una mayor tasa de preñez (16/18 vs 7/18; $P < 0,005$) en el período de entore. Para estas variables la CC al parto no produjo un efecto significativo aunque hubo una tendencia a mejores resultados reproductivos en animales paridos con moderada que con baja CC. No hubo efecto significativo de interacción entre los factores. Se observó un efecto significativo del destete sobre la evolución de peso de las vacas durante el período de estudio (358 para D vs 157 g/día para T; $P < 0,0001$), mientras que no fue significativo el efecto de la CC al parto sobre la evolución de peso. Basados en estas evidencias (y en los perfiles de progesterona obtenidos) concluye que las vacas destetadas precozmente adelantaron el reinicio de la actividad ovárica y presentaron la primera ovulación con celo más concentradamente, en el rango de CC con el que trabajó. Estos resultados fueron corroborados con diagnóstico de preñez por ecografía. El largo promedio del primer ciclo posparto fue de 12 ± 5 días. Respecto a los terneros la evolución de peso de éstos cuando fueron destetados precozmente no fue diferente a la de los terneros que permanecieron con sus madres. Se concluye, que con una alimentación adecuada de los terneros destetados precozmente, éstos no ven perjudicada su GMD por la aplicación de la técnica.

VIII- SUMMARY

International and regional research have demonstrated that early weaning reduce the post-partum anoestrous period in primiparous suckler cows and consequently, improve the pregnancy rate. The current study was carried out with the objective to quantify the effect of the early weaning on the length of the post partum anovulation period and on the weight and body condition score (BCS) of primiparous Hereford cows. Complementary it was evaluated the effect of this technique on the performance of calves.

The experimental design was a 2x2 factorial design, in which the factors were BCS at calving (moderate v. low : $BCS \geq 4$ units and $BCS < 4$ units, respectively (scale from 1 to 8)) and suckling control (early weaning v. *ad libitum* suckling). The experiment involved thirty six Hereford primiparous cows. Cows in moderate BCS at calving (M) presented in average a BCS of 4,2 units (n= 18) and the cows in low BCS at calving (L) presented 3.5 units of BCS (n= 18). At 84 days post-partum, fifty percent of the cows of each group were assigned to either an early weaning treatment (EW) or to ad libitum suckling group (S).

During the season breeding, blood samples were collected twice a week for progesterone analysis. The presence of oestrus behavior was determined twice a day by a visual method. Cows were weighed and body condition score recorded fortnightly. Calves were weighted with the same frequency.

EW had a significant effect in the length of the post-partum anoestrous period. Fifty percent of the EW cows had ovulated 18 days post weaning and 100 percent of them had ovulated 31 days post weaning. In contrast, in S group only 50% of the cows ovulated at 33 days post weaning. Respect to the presence of oestrus behavior, while 75

% of the EW cows showed oestrus behavior 21 days post-weaning, cows in S group never achieved 50% with standing cows. This determined that at the end of the breeding season all cows in EW presented ovulation ($P4 > 1$ ng/ml) (18/18 v. 11/18; $P < 0.005$), oestrus behavior (18/18 vs 7/18; $P < 0.001$) and higher pregnancy rate (16/18 vs 7/18; $P < 0.005$) for EW and S cows respectively. In these variables, BCS did not have a significant effect, but the result show a trend by which the proportion in all of these variables was higher in cows calving with M BCS. There was not a significant interaction between factors. A significant effect of the EW over the average daily gain (ADG) in cows was observed (358 g/d for EW v. 157 g/d for S; $P = 0,0001$). The other factor (BCS at calving) did not has a significant effect on this variable. Based in these evidences (and in the hormones profiles) it is concluded that, in the range of BCS considered, EW cows have an earlier and more concentrated ovulation and oestrus behavior. These results were corroborated with ultrasound pregnancy diagnostic. The length of the first post- partum cycle was 12 ± 5 days. There was not a significant difference in the ADG of EW v. S calves. It is concluded that with a correct managment post early weaning, calves do not suffer a reduction in their ADG.

IX- BIBLIOGRAFÍA

- 1 ACOSTA, B.; TARNAVSKY, G.K.; PLATT, T.E.; HAMERNIK, D.L.; BROWN, J.L.; SCHOENEMANN, H.M.; REEVES, J.J.. 1983. Nursing enhances the negative effect of estrogen on LH release in the cow. *Journal of Animal Science*. 57: 1530 – 1535.
- 2 ADERMAN, G.; COTTRILL, B.R. 1993. Energy and protein requirements of ruminants. Wallingford, CAB. 159 p.
- 3 ALBERIO, R.H. 1986. Consecuencias de la presencia de un toro sobre los niveles endocrinos de vacas en anestro posparto. *Revista Argentina de Producción Animal*. V.6 (1). 105 –106.
- 4 ALBERIO, R.H. 1997. El uso de nuevas biotecnologías reproductivas en la intensificación de la producción de cría. *in* Primer Congreso Nacional sobre Producción Intensiva de Carne. 1ro., 1997, Predio ferial de Palermo, Buenos Aires. Comité Organizador. Argentina. 205 –218.
- 5 ALBERIO, R.H.; BUTLER, H.M.; SCHIERSMANN, G.C.S.; TORQUATI, O. 1986. Efecto de la progesterona intravaginal combinada con un destete temporario o PMSG en vacas de cría. *Revista Argentina de Producción Animal*. 6 (1-2): 81 – 89.
- 6 ALBERIO, R.H.; SCHIERSMANN, G.; CAROU, N.; MESTRE, J.. 1987. Effect of a teaser bull on ovarian and behavioral activity of suckling beef cows. *Animal Reproduction Science*.14:263 – 270.
- 7 BARCELLO, J.O.J.; SILVA, M.D. de; SILVA, J.L.C. da. 1996. Efeitos do desmame precoce na taxa de prenhez de vacas Santa Gertrudis. *Arq. Fac. Vet. UFRGS*. Porto Alegre. 30 – 43.
- 8 BEJEREZ, A.; BOTELLO, A.; FONSECA, F. 1997. Efecto del destete precoz sobre el comportamiento reproductivo de vacas Hereford pastoreando C.N. Tesis Ing. Agr. Montevideo – Uruguay. Facultad de Agronomía. 14 – 47.
- 9 BELL, D.J.; SPITZER, J.C.; BURNS, G.L. 1998. Comparative effects of early weaning or once-daily suckling on occurrence of postpartum estrus in primiparous beef cows. *Theriogenology* 50: 707 – 715.

- 10 BELLOWS, R.A.; SHORT, R.E.; URICK, J.J.; PAHNISH, O.F. Effects of early weaning on postpartum reproduction of the dam and growth of calves born as multiples or singles. *Journal of Animal Science* 39:589 – 600.
- 11 BISHOP, D.K.; WETTEMANN, R.P. SPICER, L.J. 1994. Body energy reserves influence the onset of luteal activity after early weaning of beef cows. *Journal of Animal Science* 72: 2703–2708.
- 12 BRASIL. Secretaría de Agricultura. Asociacao Riograndense de Empreendimento de ssistencia Técnica e Extensao Rural. 1997. Experiencias com desmame aos 90 e 60 dias. Porto Alegre. 51p.
- 13 BURNS, P.D.; SPITZER, J.C. 1992. Influence of biostimulation on reproduction in postpartum beef cows. *Journal of Animal Science* 70: 358-362.
- 14 BUTLER, H.M.; SCHIERSMANN, G.C.; ALBERIO, R.H.; MIHURA, H. 1984. Efecto del destete de 48 horas y de la proximidad de toros sobre parámetros reproductivos de vacas primíparas. *Revista Argentina de Producción Animal*. 4 (10):1041 –1048.
- 15 BUTLER; SMITH. 1989. Interrelationship between energy balance and post-partum reproductive function in the dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 72: 767 – 783.
- 16 CARAMBULA, M.; VAZ MARTINS, D.; INDARTE, E. 1994. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, Uruguay. Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA. Serie técnica. 13: 277p.
- 17 CARRUTHERS, T.D.; HAFS, H.D.. 1980. Suckling and four-times daily milking: influence on ovulation, estrus and serum luteinizing hormone, glucocorticoids and prolactin in postpartum holsteins. *Journal of Animal Science* 50: 919 – 925.
- 18 CARRUTHERS, T.D.; MANNS, J.G.; KULTER, L.M. 1986. Failure of human chorionic gondotropin injection to sustain gonadotropin-releasing hormone-induced corpora lutea in postpartum beef cows. *Biology Reproduction*. 35: 846p.
- 19 CAVESTANY, D. 2000. Manejo reproductivo en vacas lecheras. Montevideo. Uruguay. INIA. Serie Técnica 115: 1 –30.

- 20 CALLEJAS, S.; HIDAGO, L.; CAUHEPÉ, M; OTERO, M.J. 1997. Efecto del destete precoz sobre la performance reproductiva de vacas de cría pluríparas. *Revista Argentina de Producción Animal*. 17 (1). 226.
- 21 LAMB, C.G.; LYNCH, J.M.; GRIEGER, D.M.; MINTON, J.E.; STEVENSON, J.S. 1997. Ad libitum suckling by an unrelated calf in the presence or absence of a cow's own calf prolongs postpartum anovulation. *Journal of Animal Science* 75: 2762-2769.
- 22 CHENOWETH, P.J. 1983. Sexual behavior of the bull: A review. *Journal of Dairy Science*. 66:(1). 173 – 177.
- 23 CHENOWETH, P.J.; LENNON, P.E. 1984. Natural breeding trials in beef cattle employing oestrus synchronisation and biostimulation. *Animal Production in Australia*.15: 293 –296.
- 24 DE NAVA, G.T. 2000. Discusión de una teoría productiva para el rodeo de cría manejado en condiciones de pastoreo y de algunas brechas de información para alcanzar mejores performances. Estrategia para acortar el anestro posparto en vacas de carne. Montevideo – Uruguay. Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA. 7 –14- Serie 108.
- 25 DISKIN, M.G.; DRENNAN, M.G.; SREENAN, J.M. 1991. Body condition at calving, suckling frequency and post-partum interval in suckler cows. Suckler cow workers' meeting 1991. 1 – 4.
- 26 DISKIN, M.G.; MACKEY, D.R.; SANZ, A.; MARONGIU, L.; QUINTANS, G.; ROCHE, J.F.; REVILLA, R.; BRANCA, A.; SINCLAIR, K.D.. 1999. First ovulation in beef cows: ovarian folliculogenesis and gonadotrophin secretion. *Procreedugs*. Bs.As. 005.
- 27 DUNN, T.G. y KALTENBACH, C.C. 1980. Nutrition and the postpartum interval of the ewe, sow and cow. *Journal of Animal Science*. Suppl. II. 51: 29-39.
- 28 EQUIPOS CONSULTORES ASOCIADOS. 1997. Tecnología en áreas de ganadería extensiva: encuesta sobre actividades y comportamientos. Montevideo, Uruguay. Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA. Serie 14. Montevideo – Uruguay. 98. ✓
- 29 FERNANDEZ ABELLA, D.1993. Principios de fisiología reproductiva ovina. Uruguay. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L. 247p.
- 30 FOSTER, J.P.; LAMMING, G.E.; PETERS, A.R. 1980. Short – term relationships between plasma LH, FSH and progesterone concentrations in post-partum

dairy cows and the effect of GnRH injection. *Journal of Reproduction and Fertility*. 59: 321 – 327.

- 31 GARCIA LAMOTHE A.1999. El impacto de la nutrición sobre la reproducción. Laboratorio de Transferencia de Embriones y Biotecnología. Facultad de Veterinaria. Uy. 28 – 37. ✓
- 32 GARVERICK, H.A.; PARFET, J.R.; LEE, C.N.; COPELIN J.P.; YOUNGQUIST R.S.; SMITH, M.F. 1988. Relationship of pre- and post – ovulatory gonadotropin concentrations to subnormal luteal function in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*. 66: 104.
- 33 GAYO, J.; CÉSAR, D.; FIGURINA, G. 1999. Destete precoz; Manejo sanitario del ternero; Manejo nutricional del ternero. Jornada de terneros; Instituto Plan Agropecuario – INIA –Agronegocios CX4 Diario Rural – De Barbieri y Martínez Veterinaria La Quebrada – I.M. de Lavallega – Sociedad Agropecuaria de Lavallega. 1-22. ✓
- 34 GAYO, J.C. 1997. Experiencia de destete precoz. Plan Agropecuario Regional Este. Montevideo. 1 – 11. ✓
- 35 GAYO, J.C. 1999. Dos años contraste aplicando destete precoz. Plan Agropecuario Regional Este. Montevideo. 1 – 6 ✓
- 36 GEARY, T.W.; WHITTIER, J.C. ; HALLFORD, D.M.; MACNEIL, M.KD. 2001. Calf removal improves conception rates to the Ovsynch and CO-Synch protocols. *Journal of Animal Science*. 79:1 – 4.
- 37 GEYMONAT, D.H. 1985. Post parto en la hembra bovina. IICA. 67 –89.
- 38 GOMES, J.; RESTLE, J.; LONDERO, E. 1994. Efeito da época da desmama e da pastagem no desempenho de vacas e terneiros de corte. 1 – Desempenho das vacas. *Ciencia Rural*. Santa María.24(2). 393 – 403.
- 39 GONZALEZ DE BULNES, A.; SANTIAGO MORENO, J.; LOPEZ SEBASTIAN, A. Crecimiento y desarrollo folicular individual en el ovario de los rumiantes. *Archivos de Reproducción Animal*.5: 48-55. ✓
- 40 GRAVES, W.E.; LAUDERDALE, J.W.; HAUSER, E.R.; CASIDA, L.E. 1968. Relation of postpartum interval to pituitary gonadotropins, ovarian follicular development and fertility in beef cows (Effect of suckling and interval to breeding). *Univ. of Wisconsin Res. Bull*. 270: 23 – 26.

- 41 GRIMARD, B.; HUMBLLOT, P.; PONTER, A.A.; MIALOT, J.P.; SAUVANT, D.; THIBIER, M.. 1995. Influence of postpartum energy restriction on energy status, plasma LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. *Journal of Reproduction and Fertility*.104: 173 – 178.
- 42 GUYER, P.Q.1996. Management of early weaned calves. www.ianr.unl.edu/pubs/Beef/g655.htm. 1 – 6.
- 43 HAFEZ. 1996.Reproducción e inseminación artificial a animales. 6ta.ed. Mexico. Mc Graw – Hill / Interamericana. 542p
- 44 HARVERY, R.W.; BURNS, J.C. 1988. Creep grazing and early weaning effects on cow and calf productivity. *Journal of Animal Science* 66:1109 – 1114.
- 45 HOFER, C.C. 1994. Las técnicas del destete precoz y la intensificación de los sistemas de cría vacuna. *In Jornadas Uruguayas de Buiatría. (22a., 1994, Paysandú) INIA EEA C. del Uruguay, Entre Ríos. A.1 – A.9.*
- 46 HOFER, C.C.; VAQUERO, M.C.; MONJE, A.R. y GALLI, I.O. 1996. Manejo inicial posdestete de terneros destetados a los 60-90 días de edad. Primer Congreso Uruguayo de Producción Animal. 26 – 28. ✓
- 47 HOFFMAN, D.P.; STEVENSON, J.S.; MINTON, J.E.. 1996. Restricting calf presence without suckling compared with weaning prolongs postpartum anovulation in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 74: 190 – 197.
- 48 HOUGHTON, P.L.; LEMENAGER, R.P.; HORSTMAN, I.A.; HENDRIX, K.S.; MOSS, G.E. 1990. Effects of body composition, pre and postpartum energy level and early weaning on reproductive performance of beef cows and preweaning calf gain. *Journal of Animal Science*. 68: 1438 –1445.
- 49 HUNTER, R.A.; D'OCCIO, M.J. 1995. Partition of nutrients and return to oestrus in lactating *Bos indicus* cows. *Australian Journal of Agricultural Reserch*. 46: 749 –762.
- 50 HUTCHINSON, JSM.1993. Background reproductive biology. *In. Controlling Reproduction*. Chapman and Hall. London. 31.
- 51 INSKEEP, E.K. 1995. Factors that affect fertility during oestrous cycles with short or normal luteal phases in postpartum cows. *Journal of Reproduction and Fertility*. 49: 493 – 501.
- 52 JOLLY, P.D.; McDOUGALL, S.; FITZPATRICK, L.A.; MACMILLAN, K.L.; ENTWISTLE, K.W.. 1995. Physiological effects of undernutrition on

postpartum anoestrus in cows. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement*. 49: 478 – 489.

- 53 JORNADA DE TERNEROS.1999. Local Campanero Minas, Uruguay. 1999. Instituto Plan Agropecuario; INIA; Agronegocios CX4 Radio Rural; De Barbieri y Martínez; Veterinaria La Quebrada; IM de Lavalleja; Sociedad Agropecuaria de Lavalleja. 24p.
- 54 JOSIFOVICH, J.A.; BERTIN, O.D.; MAC LOUGHLIN, R.J.; MADDALONI, J. 1990. Destete precoz y engorde de terneros en rodeos de cría. *In Congreso Argentino de Producción Animal* (12°, 1986, San Martín de los Andes, Neuquén). INTA. 1 –11.
- 55 KENDERICK, K.M.; KEVERNE, E.B. 1989. Effects of intracerebroventricular infusion of naltrexone and phentolamine on central and peripheral oxytocin release and on maternal behavior induced by vaginocervical stimulation in ewes. *Brain Research*. 505:329 –332.
- 56 KESLER, D.J.; WESTON, P.J.; PIMENTAL, C.A.; TOXLER, T.R. VINCENT D.L.; HIXON, J.E. 1981. Diminution of the in vitro response to luteinizing hormone by corpora lutea induced by gonadotropin releasing hormone treatment of postpartum suckled beef cows. *Journal of Animal Science*. 53: 749-755.
- 57 LAMB, G.C.; LYNCH, J.M.; GRIGER, D.M.; MINTON, J.E.; STENVENSON, J.S. 1997. Ad libitum suckling by an unrelated calf in the presence or absence of a cow's own calf prolongs postpartum anovulation. *Journal of Animal Science*. 75: 2762 – 2769.
- 58 LARSON, C.L.; MILLER, H.L.; GOEHRING, T.B. 1994. Effect of postpartum bull exposure on calving interval of first-calf heifers bred by natural service. *Canadian Journal of Animal Science*.74: 153 –154.
- 59 LISHMAN, A.W.; ALLISON, M.J.; FOGWELL, R.L.; BUTCHER, R.L.; INSKEEP, E.K.. 1979. Follicular development and function of induced corporal lutea in underfed postpartum anestrous beef cows. *Journal of Animal Science*. 48: 867-875.
- 60 LOBATO, J.F.P.; BARCELLOS, J.O.J. 1992. Efeitos da utilizacao de pastagem melhorada no pos-parto e do desmame aos 100 au 180 días de idade no desempenho reprodutivo de vacas de corte. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. 21:(3). 385 –395.

- 61 MALAQUIN, I.; FOGLINO, D.; LARGINOTTI, J.. 1995. Destete Precoz: Una herramienta para mejorar la eficiencia del rodeo de cría. Revista especial del Plan Agropecuario.
- 62 MANNS, J.G.; HUMPHREY, W.D.; FLOOD, P.F.; MAPLETOFT, K.J. RAWLINGS, N.; CHENG, K.W.. 1983. Endocrine profiles and functional characteristics of corpora lutea following onset of postpartum ovarian activity in beef cows. Canadian Journal of Animal Science 63: 331-339.
- 63 Mc DONALD, L. E. 1991. Endocrinología veterinaria y reproducción. 4ta.ed. Mexico. Mc Graw – Hill / Interamericana. 551p.
- 64 MCSWEENEY, C.S. 1993. Reducing postpartum anoestrous interval in first – calf Bos indicus crossbred beef heifers. II – Responses to weaning and supplementation. Australian Journal of Agricultural Reserch. 44: 1079 –1092.
- 65 MERTENS, M.J.; LABAT, M.; FERNANDEZ, D.; RODRIGUEZ BLANQUET J.B.. 1997. Dinámica folicular ovárica de los bovinos. Técnicas reproductivas. E.E.F.A.S. Facultad de Agronomía. Salto. Uruguay. 1-9.
- 66 MINISTERIO DE GANADERIA AGRICULTURA Y PESCA – DIEA.1999. http://www.mgap.gub.uy/Diea/trabajos%20Especiales/Te19/TE19_default.htm Estimación de la producción nacional de terneros 2.000. Estudio en base a diagnóstico de gestación. Trabajos especiales N°15. ✓
- 67 MINISTERIO DE GANADERIA, AGRICULTURA Y PESCA – DIEA. 1999. http://www.mgap.gub.uy/Diea/trabajos%20Especiales/Te15/TE15_ComportamientoReproductivoRodeoCría99.htm. Comportamiento reproductivo del rodeo de cría nacional. Estudio en base a diagnóstico de gestación. ✓
- 68 MONJE, A.R.; ALBERIO, R.; SCHIERSMANN, G.; CHEDRESE, J.; CAROU, N.; CALLEJAS, S.S.. 1992. Male effect on the post-partum sexual activity of cows maintained on two nutritional levels. Animal Reproduction Science. 29: 145 – 153.
- 69 MURPHY, M.G.; BOLAND, M.P.; ROCHE, J.F.. 1990. Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckler cows. Journal of Reproduction and Fertility. 90: 523 – 533.
- 70 NATIONAL RESEARCH COUNCIL.1996. Nutrient requirements of beef cattle. 7a.ed. Washington, D.C. National Academy Press. 242 p.

- 71 NETT, T.M. 1987. Function of the hypothalamic-hypophysial axis during the postpartum period in ewes and cows. *Journals of Reproduction and Fertility*. 34: 201-211.
- 72 ODDE, K.G.; WARD, H.S.; KIRACOFÉ, G.H.; McKEE, R.M.; KITTOCK, R.J.. 1980. Short oestrous cycles and associated serum progesterone levels in beef cows. *Theriogenology*. 14: 105-106.
- 73 OLIVEIRA, R.; LOPES, L.R.; RODRIGUES, E. 1995. Estresse a desmama em bovinos de corte. EMBRAPA-CNPGC. Doc. 62: 5 – 35.
- 74 ORCASBERRO, R. 1994. Estado corporal, control del amamantamiento y performance reproductiva de rodeos de cría. *In* Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo – Uruguay. Unidad de Difusión de Información Tecnológica del INIA. 158 – 162. Serie 13.
- 75 PERRY, R.C.; CORAH, L.R.; COCHRAN, R.C.; BEAL, W.E.; STEVENSON, J.S.; MINTON, J.E.; SIMMS, D.D.; BRETHOUR, J.R.. 1991. Influence of dietary energy on follicular development, serum gonadotropins, and first postpartum ovulation in suckled beef cows. *Journal of Animal Science*. 69: 3762-3773.
- 76 PETERS, A.R.; BALL, P.J.H. 1995. *Reproduction in cattle*. 2da.ed. Londres. Osney Mead OX2 OEL.216p.
- 77 PETIT, M.; AGABRIEL, J.A. 1993. Etat corporel des vaches allaitantes Charolaises: signification, utilisation pratique et relations avec la reproduction. INRA. 311 –317.
- 78 PORDOMINGO, A. 1997. Las implicancias del destete precoz en la cría de bovinos para carne en la región semiárida central. Primer Congreso sobre Producción Intensiva de Carne Predio ferial de Palermo, Bs.As. y en Sheraton Córdoba Hotel, Comité Organizador. Córdoba, Argentina. 79 – 95.
- 79 QUINTANS, G. 1998. Opioid peptides and the regulation of gonadotrophin release in post-partum beef cow and ewe thesis of Doctor in Philosophy. University of Aberdeen. 278 p.
- 80 QUINTANS, G. 2000. Estrategia para acortar el anestro posparto en vacas de carne. Importancia del efecto del amamantamiento sobre el anestro posparto en vacas de carne. Montevideo – Uruguay. Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA. 29 –31. Serie 108.
- 81 RAMIREZ GODINEZ, J.A.; KIRACOFÉ, G.H.; SCHALLES, R.R.; NISWENDER, G.D.. 1982. Endocrine patterns in the postpartum beef cow associated with

weaning: A comparison of the short and subsequent normal cycles. *Journal of Animal Science*. 55: 853p.

- 82 RANDEL, R.D. 1981. Effect of once-daily suckling on postpartum interval and cow-calf performance of first-calf brahman x hereford heifers. *Journal of Animal Science*. 53: 755 – 757.
- 83 REPISO, M.; ERRERA, B.; SILVA, M.; GUARINO, HERRERA, B.; SILVA, M.; GUARINO, H.; NUÑEZ, A.; OSAWA, T.; FERNANDEZ, L.; OLIVERA, M.A., GIL, A. 2001. Aspectos sanitarios y reproductivos en bovinos. Prevalencia de las enfermedades que afectan la reproducción de los bovinos de carne en Uruguay. *INIA*. 7 – 26.
- 84 RIVERA, G.M.; ALBERIO, R.H. 1991. Regulación endócrina del anestro postparto en bovinos y ovinos. *Revista Argentina de Producción Animal*. 11:(2). 177 – 193.
- 85 ROVIRA, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Uruguay. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L. 287p.
- 86 RUTTER, L.M.; MANNS, J.G.. 1987. Hypoglycemia alters pulsatile luteinizing hormone secretion in the postpartum beef cow. *Journal of Animal Science*. 64: 479-487.
- 87 RUTTER, L.M.; RANDEL, R.D. 1984. Luteal competency during the resumption of ovarian cyclicity in postpartum Brahman cows. *Theriogenology*. 21: 713.
- 88 SAS / STAT. Software: Changes and enhancements through release G.12, Cary, NC: SAS Institute Inc. 1997. 1167 p.
- 89 SAVIO, J.D.; BOLAND, M.P.; HYNES, N.; ROCHE, J.F.. 1990. Resumption of follicular activity in the early post-partum period of dairy cows. *Journal of Reproduction and Fertility*. 88: 569 – 577.
- 90 SAVIO, J.D.; BOLAND, M.P.; ROCHE, J.F. 1990. Development of dominant follicles and length of ovarian cycles in post-partum dairy cows. *Journal of Reproduction and Fertility*. 88: 581 – 591.
- 91 SCHILLO, K.KI.; KUEHL, D.; JACKSON, G.L.. 1985. Do endogenous opioid peptides mediate the effects of photoperiods on release of luteinizing hormone and prolactin on ovariectomized ewe?. *Biology Reproduction*. 32: 779 – 787.

- 92 SCHMITT, E.J.P.; DROST, M.; DIAZ, T.; ROOMES, C.; THATCHER, W.W. 1996. Effect of a gonadotropin-releasing hormone agonist on follicle recruitment and pregnancy rate in cattle. *Journal of Animal Science*. 74: 154-161.
- 93 SHORT, R.E.; BELLOWS, R.A.; MOODY, E.L.; HOWLAND, B.E. 1972. Effects of suckling and mastectomy on bovine postpartum reproduction. *Journal of Animal Science*. 50:(2) 799 – 810.
- 94 SHORT, R.E.; BELLOWS, R.A.; STAIGMILLER, R.B.; BERARDINELLE, J.G.; CUSTER, E.E. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*. 68: 799 – 810.
- 95 SHORT, R.E.; RANDEL, R.D.; BELLOWS, R.A. 1974. Factors affecting reproduction in the postpartum cow. *Journal of Animal Science*. 39: 226.
- 96 SIMEONE, A.; LOBATO, J.F.P. 1996. Efeito da lotacao animal em campo nativo e do controle da amamentacao no comportamento reproductiva de vacas de corte primíparas. *Revista Brasileira de Zootecnia. Brazilian Journal of Animal Science*. 25:(6).1216-1227.
- 97 SIMEONE, A.; TRUJILLO, A. I.; CÓRDOBA, G.; GIL, J.; RODRÍGUEZ, M.; BEJEREZ, A.; BOTELLO, A.; FONSECA, F. 1997. Efecto del destete precoz sobre el estado corporal, la ganancia de peso y el comportamiento reproductivo de vacas Hereford pastoreando campo natural. *Congreso Argentino de Producción Animal. 21º Paysandú Uruguay*. 258.
- 98 SIMEONE, A. 1997. Pruebas de destete precoz. *Expoactiva Nacional 1997. Resultados Técnicos. Plan Agropecuario*. 10 –15.
- 99 SIMEONE, A. 1998. Efeitos da carga animal em campo nativo e do controle da amamentação no desenvolvimento de bezerros mesticos até um ano de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia. Brazilian Journal of Animal Science*. 27: (01). 179 –185.
- 100 SIMEONE, A. 2000. Destete temporario, destete precoz y comportamiento reproductivo en vacas de cría en Uruguay. *Estrategia para acortar el anestro posparto en vacas de carne. Montevideo – Uruguay. Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA*. 35 –38. Serie 108.
- 101 SIMEONE, A.; PIVA, F. 1996. Efeitos da lotacao animal em campo nativo e do controle da amamentacao no comportamento reproductivo de vacas de corte primiparas. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Journal of the Brazilian Society of Animal Science*. 25: (6). 1216 – 1226.

- 102 SIMEONE, A.; TRUJILLO, A.I.; CÓRDOBA, G.; GIL, J.; RODRÍGUEZ, M. 1996. Performance reproductiva de vacas Hereford sometidas a destete precoz. In Reuniao Annual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (33a.1996, Fortaleza) nais Nutricao de Ruminantes. 3: 115 -117.
- 103 SINCLAIR, K.D.; MOLLE, G.; VEVILLA, R.; ROCHE, J.F.; QUINTANS, G.; SAN JUAN, L.; SANZ, A.; MACKEY, D.R.; DISKIN, M.G. 1999. Effects of body condition at calving, post-partum nutrition and calf access on the interval from calving to first ovulation in beef cows: Cow performance and metabolism. Procreeedugs. Bs.As. 004.
- 104 STAGG, K.; DISKIN, M.G.; SREENAN, J.M.; ROCHE, J.F. 1995. Follicular development in long-term anoestrous suckler beef cows fed two levels of energy postpartum. *Animal Reproduction Science*. 38: 49-60.
- 105 STEVENSON, J.S.; KNOPPEL, E.L.; MINTON, J.E.; SALFEN, B.E.; GARVERICK, H.A. 1994. Estrus, ovulation, luteinizing hormone and suckling-induced. hormones in mastectomized cows with and without unrestricted presence of the calf. *Journal of Animal Science*. 72:690 – 699.
- 106 STEVENSON, J.S.; HOFFMAN, D.P.; NICHOLS, D.A.; McKEE, R.M.; KREHBIEL, C.L.. 1997. Fertility in estrus-cycling and noncycling virgin heifers and suckled beef cows after induced ovulation. *Journal of Animal Science*. 75: 1343 – 1350.
- 107 STEVENSON, J.S.; LAMB, G.C.; HOFFMANN, D.P.; MINTON, J.E.. 1997. Interrelationships of lactation and postpartum anovulation in suckled and milked cows. *Livestock Production Science*. 50: 57 –71.
- 108 STUMPF, T.T.; WOLFE, M.W.; WOLFE, P.L.; DAY, M.L.; KITTOK, R.J.; KINDER, J.E.. 1992. Weight changes prepartum and presence of bulls postpartum interact to affect duration of postpartum anestrus in cows. *Journal of Animal Science*. 70: 3133 –3136.
- 109 VERGES.E. 1986. Efecto de una restricción en la frecuencia diaria de mamado sobre algunos parametros reproductivos posparto en vacas primiparas para carne. In Congreso Argentino de Producción Animal (12°, 1986, San Martín de los Andes. Neuquén). *Revista Argentina de Producción Animal*. 6: (1). 96 –109.
- 110 VIKER, S.D.; LARSON, R.L.; KIRACOFE, G.H.; STEWART, R.E.; STEVENSON, J.S. 1993. Prolonged postpartum anovulation in mastectomized cows requires tactile stimulation by the calf. *Journal of Animal Science*. 71: 999-1003.

- 111 VIZCARRA, J.A. 1989. Estrategias de suplementación de pasturas en sistemas intensivos. La Estanzuela. Plan Agropecuario.1 – 13.
- 112 WETTEMANN, R.P.; TURMAN, E.J.; WYATT, R.D.; TOTUSEK, R. 1978. Influence of suckling intensity on reproductive performance of range cows. *Journal of Animal Science*. 47: 342 – 347.
- 113 WETTEMANN, R.P. 1980. Postpartum endocrine function of cattle, sheep and swine. *Journal of Animal Science*. Supplement II. 51: 2 - 15.
- 114 WILLIAMS, G.L.; KOTWICA, J.; SLANGER, W.D.; OLSON, D.K.; TILTON, J.E.; JOHNSON, L.J.. 1982. Effect of suckling on pituitary responsiveness to gonadotropin releasing hormone throughout the early postpartum period of beef cows. *Journal of Animal Science* 54: 594 – 601.
- 115 WILLIAMS, G.L.; KOZIOROWSKI, M.; OSBORN, R.G.; KIRSCH, J.D.; SLANGER, W.D. 1987. The postweaning rise of tonic luteinizing hormone secretion in anestrus cows is not prevented by chronic milking or the physical presence of the calf. *Biology Reproduction*. 36: 1079 –1084.
- 116 WILLIAMS, G.L. 1990. Suckling as a regulator of post-partum rebreeding in cattle: a review. *Journal of Animal Science*. 68:831 – 852.
- 117 WILLIAMS, G.L.; GAZAL, O.S.; GUZMAN VEGA, G.A.; STANKO, R.L.. 1996. Mechanisms regulating suckling-mediated anovulation in the cow. *Animal Reproduction Science*. 42: 289 – 295.
- 118 ZALESKY, D.D.; DAY, M.L.; GARCIA WINDER, M.; IMAKAWA, K.; KITOK, R.J.; D'OCCHIO, M.J.; KINDER, J.E.. 1984. Influence of exposure to bulls on resumption of estrous cycles following parturition in beef cows. *Journal of Animal Science*. 59:1135 –1139.
- 119 ZALESKY, D.D.; FORREST, D.W.; McARTHUR, N.H.; WILSON, J.M.; MORRIS, D.L.; HARMS, P.G.. 1990. Suckling inhibits release of luteinizing hormone-releasing hormone from the bovine median eminence following ovariectomy. *Journal of Animal Science*. 68: 444 – 447.
- 120 ZUREK.E., FOXEROFT, G.R.; KENNELLY, J.J.. 1995. Metabolic status and interval to first involution in postpartum dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 78: 1909 – 1920.

X. ANEXOS

ANEXO X.1: ESQUEMA DE MANEJO UTILIZADO PARA EL DESTETE PROCOZ

- El rango de pesos de los terneros al destete fue de 48,6 Kg a 108 Kg. con un promedio de 81,6 Kg.
- Posterior al destete, los terneros permanecieron 10 días a corral con acceso a heno de alfalfa y ración en forma creciente hasta llegar a 1 Kg/animal/día y disponibilidad de agua de buena calidad.
- Durante este período los terneros fueron manejados en dos lotes homogeneizados por peso (con peso vivo mayor a 75 Kg o menor a 75 Kg).
- Pasado el período de acostumbramiento, fueron enviados a un mejoramiento de *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Lolium multiflorum* de 5° año, con abundante *Paspalum dilatatum*. Pastorearon a una carga de 0,9 UG/há y fueron suplementados con ración en forma creciente hasta llegar a 1,5 Kg/animal/día. La suplementación duró hasta el día 49 posterior al acostumbramiento. Totalizando 59 días de racionamiento.

ANEXO X.1: PLAN DE ALIMENTACIÓN DE LOS TERNEROS DURANTE EL ACOSTUMBRAMIENTO LUEGO DEL DESTETE PROCOZ.

Día 1: Agua y fardo (0,5 Kg/animal)
Día 2: Agua y fardo (0,5 Kg/animal) + sales + 200 grs suplemento
Día 3: Agua y fardo (1,0 Kg/animal) + sales + 200 grs suplemento
Día 4: Agua y fardo (1,0 Kg/animal) + sales + 400 grs suplemento
Día 5: Agua y fardo (1,0 Kg/animal) + sales + 600 grs suplemento
Día 6: Agua y fardo (1,0 Kg/animal) + sales + 800 grs suplemento
Día 7: Agua y fardo (1,0 Kg/animal) + sales + 1000 grs suplemento
Día 8: Agua y fardo (1,0 Kg/animal) + sales + 1000 grs suplemento
Día 9: Agua y fardo (1,0 Kg/animal) + sales + 1000 grs suplemento
Día 10: Agua y fardo (1,0 Kg/animal) + sales + 1000 grs suplemento

ANEXO X.2: COMPOSICIÓN DE LAS RACIONES USADAS PARA TERNEROS DE DESTETE PROCOZ.

RACION	Materia Seca (%)	Digest. de Mat.Organica (%)	Proteína cruda (%)	Ceniza (%)
Peleteada	87,39	82,34	19,75	7,90
Molida	87,02	81,39	19,16	9,77
Materia Seca	87,39			

ANEXO X.3: ANÁLISIS DE DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DEL CAMPO NATURAL

Cuadro 1: Análisis de disponibilidad y calidad de campo natural

	10 de diciembre		13 de enero		9 de febrero		12 de marzo	
Disponible (Kg M.S./Há)	1316		1510		1405		1532	
Verde / total (%)	62		78		66		64	
Fracción	Verde	Seco	Verde	Seco	Verde	Seco	Verde	Seco
Disponible (Kg M.S./Há)	810	506	1185	325	934	471	976	556
Digestibilidad de la M.O. (%)	50,1	18,5	41,9	17,3	33,1	13,6	29,9	13,7
M.O. Digestible (Kg)	406	94	497	56	309	64	292	76
Proteína cruda (%)	8,9	6,12	9,9	5,8	9,2	4,6	10,0	4,9
Ceniza (%)	8,4	11,2	10,6	10,3	10,3	12,2	9,8	11,4

ANEXO X.3: ANÁLISIS DE DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DEL CAMPO NATURAL

Cuadro 2: Análisis de disponibilidad y calidad de mejoramiento

Fecha de muestreo		Kg totales	Porcentaje	DMO	PC	CENIZAS
29-Dic-98	Leguminosa	233	4	49.1	11.35	8.8
	Gramíneas	3556	66			
	Malezas	93	2			
	Seco	1475	28	14.6	6.35	7.8
	TOTAL	5358	100	39.5	10.0	8.5
14-Ene-99	seco	582	21	18.69	7.9	9.1
	leguminosas	606	22	74.55	23.51	7.89
	gramíneas	1532	56	26.44	11.79	8.81
	malezas	0	0	0	0	0
	TOTAL	2720	100	35.1	13.4	8.6
26-Ene-99	seco	738	33	s/d	s/d	s/d
	leguminosas	702	32	74.08	25	8.92
	gramíneas	288	13	54.81	15.38	11.64
	malezas	500	22	66.14	11.72	17.04
	TOTAL	2228	100	45.4	12.6	8.1
25-Feb-99	seco	771	25	21.16	8.01	8.77
	leguminosas	231	7	75.56	23.64	11.26
	gramíneas	2091	68	30.81	10.91	10.44
	malezas	0	0	0	0	0
	TOTAL	3093	100	31.5	11.1	10.1
26-Mar-99	seco	521	27	19.23	12.58	8.04
	leguminosas	328	17	73.08	25.3	9.07
	gramíneas	713	37	38.38	15.89	9.58
	malezas	351	18	67.31	14.46	17.8
	TOTAL	1913	100	43.9	16.2	10.5

ANEXO X.4: REQUERIMIENTOS

Los requerimientos fueron calculados con ecuaciones desarrolladas por AFRC, para mantenimiento (M), energía de lactación (El) y energía necesaria para ganancia de peso, o aportada por pérdida de peso.

Ecuaciones para estimar energía requerida para mantenimiento (M):

$$M \text{ (MJ/d)} = (F + A) / k_m$$

$$F \text{ (metabolismo de ayuno, MJ/d)} = 0,53(PV/1,08)^{0,67}$$

$$A \text{ (actividad, MJ/d)} = 0,0071PV$$

▪ Ecuación para el cálculo de la eficiencia de uso de la energía metabolizable para mantenimiento (Km):

$$K_m = 0,35q_m + 0,503$$

q_m: concentración energética del alimento.

(Fuente: AFRC, 1990)

▪ Ecuación para estimación de la concentración energética del alimento:

$$q_m = [EM] / [EB]$$

EM: energía metabolizable

EB: energía bruta

(Fuente: AFRC, 1990)

Energía de lactación (El):

$$El \text{ (MJ/d)} = (Y \times [VE_1]) / k_l$$

Y = producción de leche (litros/día)

VE: energía de cada litro de leche

K_l (eficiencia de uso de la energía metabolizable para lactación) = 0.67

$$VE_1 \text{ (MJ/kg)} = 0,0406[GL] + 1,509$$

GL = grasa de la leche expresada en (g/kg) (Se consideró, 3,5% = 35 g/kg)

Cambio de peso vivo en vacas

Energía necesaria por cada kg de peso vivo ganado = 19 MJ/kg PV

Aporte de energía por cada kg de peso vivo movilizado = 16 MJ/kg PV

Cuadro 1: Requerimientos de energía para mantenimiento:

	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
PV (Kg)	350	351	361	360
F	25.492	25.541	26.027	25.973
A	2.485	2.492	2.563	2.555
Km	0.647	0.623	0.598	0.589
Mantenimiento (MJ)	43.256	44.979	47.811	48.450
Mantenimiento (MCal)	10.338	10.750	11.427	11.580

Cuadro 2: Requerimientos de energía para producción de leche:

Producción de leche	4	3.5	3	2
VE	2.93	2.93	2.93	2.93
EI (MJ)	17.493	15.306	13.119	8.746
EI (MCal)	4.181	3.658	3.136	2.090

Cuadro 3: Requerimientos de energía para cambio de peso:

	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Pérdida de peso	-0.406	0.196	0.173	-0.046
E. (MJ)	-6.496	3.724	3.287	-0.736
E. (MCal)	-1.553	0.890	0.786	-0.176

E.: Energía

La producción de leche por día no fue relevada, se estiman los requerimientos energéticos totales para diferentes panoramas de producción de leche a efectos de conocer las posibles variaciones de requerimientos energéticos en producción de diferentes volúmenes.

Cuadro 4: Requerimientos totales diarios (en MCal) para vacas lactando según la evolución de peso obtenida, para diferentes producciones de leche.

Producción de leche diaria (lt).	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
5	14.012	16.866	17.439	16.630
4	12.967	15.821	16.393	15.585
3.5	12.444	15.298	15.871	15.062
3	11.921	14.776	15.348	14.539
2	10.876	13.731	14.303	13.494
1	9.831	12.685	13.258	12.449

ANEXO X.5: ESTIMACIÓN DEL CONSUMO.

La carga utilizada fue razonablemente baja (UG), por lo que la oferta de forraje no fue limitante. La limitante fue la calidad del alimento, para obtener un dato de cantidad de energía metaboizable obtenida por las vacas es necesario realizar una estimación de consumo. Esta estimación se realizó en función de la energía neta de mantenimiento (ENm) por kilo de alimento consumido según una ecuación de National Reserch Council (NRC), (1987) citado por NRC, (1996) que se detalla a continuación. Dicha ecuación es para vacas en desarrollo, consumiendo dietas con una concentración energética de 0,76 a 2,08 Mcal/Kg. La ecuación no se adapta a vacas con dietas con concentración subóptima de proteína, que no es este el caso.

Ecuación para estimación del consumo:

$$MSC = PV^{0,75} \times (0,0194 + 0,0545 \times ENm)$$

MSC: materia seca consumida (Kg/día)

PV: peso vivo

Desvío estándar de 1,0536 Kg de MS/día.

(Fuente: National Reserch Council, 1987 citado por NRC, 1996)

Se tomó el PV de vacas promedio para cada mes desde diciembre a marzo para vacas con cría al pie por un lado y luego para destetadas. Para calcular el consumo diario es necesario calcular la ENm por kilo de forraje, a continuación se presentan las ecuaciones usadas y las estimaciones. La concentración energética del alimento (qm) y la eficiencia de uso de la energía metabolizable para mantenimiento (Km) fue calculada según las ecuaciones de AFRC, (1990).

Ecuación para el cálculo de la eficiencia de uso de la energía metabolizable para mantenimiento (Km):

$$Km = 0,35qm + 0,503$$

qm: concentración energética del alimento.

(Fuente: AFRC, 1990)

Ecuación para estimación de la concentración energética del alimento:

$$qm = [EM] / [EB]$$

EM: energía metabolizable

EB: energía bruta

(Fuente: AFRC, 1990).

Cuadro 1: Estimaciones de energía por Kg de forraje para los meses del entore.

	Diciembre	Enero
EB /Kg de pastura (MCal/Kg MS)	4,4	4,4
Digestibilidad (%)	50,1	41,9
ED /Kg de pastura (MCal/Kg MS)	2,204	1,844
EM /Kg de pastura (MCal/Kg MS)	1,808	1,512
qm (concentración energética del alimento)	0.411	0.344
Km (eficiencia de uso de la energía metabolizable para mantenimiento)	0.647	0.623
ENm /Kg de pastura (MCal/Kg MS)	1.169	0.942

Los datos de EB/Kg de forraje, proporción de EM/ED = 0,82, fueron sacados de AFRC, 1990.

Cuadro 2: Estimación de consumo de MS y energía metabolizable para vacas con ternero al pie y destetadas durante el entore.

Oferta de nutrientes	Vacas c/ternero		Vacas destetadas	
	Diciembre	Enero	Diciembre 1 ^a Quincena	Enero 2 ^a Quincena
Digestibilidad de la fracción verde (%)	50,1	41,9	50,1	50,1
PV promedio del mes (Kg)	350	351	355	355
Consumo (Kg de MS/vaca/día)	6.703	5.705	6.797	5.766
Consumo (MCal/vaca/día)	12.165	8.666	12.236	8.717
EM Requerida/día (Meal) *	12.967	15.298	12.736	10.947

E.: Energía.

* Cálculos en el anexo de Requerimientos

La caída de calidad durante el verano redujo el consumo y ambos factores (menor calidad del alimento y cantidad consumida por día) redujeron más aún la EM consumida. De la estimación surge que durante diciembre el consumo fue similar a los requerimientos y que durante enero se registra un déficit nutricional relevante explicado por una caída fuerte del consumo de EM. El déficit nutricional de enero es contradictorio con el hecho de que las vacas mantuvieron el peso y la cc. Son varias las razones que puede explicar esta aparente contradicción:

- la metodología utilizada a efectos de la estimación del consumo considera únicamente la calidad de la pastura consumida, siendo muchas las variables que lo afectan más aún en condiciones de pastoreo,
- por otra parte, se tomó como estimador de la dieta consumida, a una muestra mensual tomada a partir de 9 puntos de muestreo. Además de los errores de muestreo ocurre que: a) la calidad de la dieta seguramente varió durante el período y b), lo más importante, las condiciones de pastoreo habilitan la selección, lo que repercute que la calidad de la dieta consumida sea superior a la del muestreo,
- por último, y en este caso del lado de los requerimientos, es posible que durante el entore haya ocurrido una caída de la producción de leche lo que repercutiría en caída de los requerimientos.