

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA DE CORTA DURACIÓN Y  
EL DESTETE TEMPORARIO SOBRE EL CRECIMIENTO FOLICULAR Y  
DESEMPEÑO REPRODUCTIVO DE VACAS PRIMÍPARAS HEREFORD.

por

Martín CLARAMUNT TAMMARO

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2007

Tesis aprobada por:

Director: -----  
Nombre completo y firma

-----  
Nombre completo y firma

-----  
Nombre completo y firma

Fecha: -----

Autor: -----  
Nombre completo y firma

## AGRADECIMIENTOS

A Pablo Soca por la tutoría de la tesis y el apoyo humano durante todo el trabajo. Su disposición a discutir y la capacidad de motivarme y reflexionar sobre los temas abarcados en la tesis fueron determinantes para este trabajo, además de generar una formación muy importante más allá de los temas tratados en la tesis.

A Oscar Bentancour por su excelente disposición a colaborar en el análisis estadístico y a todas las consultas.

A los Drs. Julio Olivera y Marcelo Rodríguez con los que trabajé durante el período de campo y por las posteriores consultas en las siguientes etapas del trabajo.

A la sección de ganadería de la EEFAS, Sergio, Richard y Lolo con los que se realizó el experimento. A todo el personal de la EEFAS que de alguna manera colaboraron en el experimento o con mi estadía en la estación.

A Angel Colombino y a los DMV Fierro, Rodríguez, Gonzales, Doménech y con los que compartimos el trabajo de campo.

Al equipo de pasturas de la EEFAS conducido por Silvia Saldaña por las determinaciones de forraje.

A Celmira Saravia por los datos meteorológicos.

A la biblioteca de la EEMAC.

A mi familia y novia que en distintos momentos de la tesis fueron el principal soporte. Debo agradecer a muchas personas de mi familia, que colaboraron a ser quien soy y participaron en muchas etapas de mi crianza y desarrollo como persona, de las cuales estoy eternamente agradecido y por desgracia algunos de ellos no se encuentran entre nosotros.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
<b>1</b> <b><u>INTRODUCCIÓN</u></b> .....	<b>1</b>
1.1 <b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>4</b>
1.2 <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>4</b>
1.3 <b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b> <b><u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u></b> .....	<b>6</b>
2.1 <b>MODELO GENERAL DE BALANCE DE ENERGÍA POSPARTO</b> .....	<b>6</b>
2.2 <b>EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA Y EL DESTETE TEMPORARIO SOBRE EL BALANCE DE ENERGÍA POSPARTO</b> ....	<b>10</b>
2.3 <b>CAMBIOS DE CONDICIÓN CORPORAL POSPARTO Y RELACIÓN CON EL BALANCE ENERGÉTICO</b> .....	<b>12</b>
2.4 <b>NUTRICIÓN ENERGÉTICA, DESTETE TEMPORARIO Y ACTIVIDAD OVÁRICA</b> .....	<b>20</b>
2.5 <b>BALANCE DE ENERGÍA Y METABOLITOS ASOCIADOS A REPRODUCCIÓN</b> .....	<b>28</b>
<b>3</b> <b><u>MATERIALES Y MÉTODOS</u></b> .....	<b>30</b>
3.1 <b>LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL</b> .....	<b>30</b>
3.2 <b>ANIMALES</b> .....	<b>30</b>
3.3 <b>SUELOS</b> .....	<b>30</b>
3.4 <b>PASTURA Y SUPLEMENTO</b> .....	<b>31</b>
3.5 <b>TRATAMIENTOS</b> .....	<b>31</b>
3.6 <b>MANEJO</b> .....	<b>33</b>
3.7 <b>DETERMINACIONES</b> .....	<b>34</b>
3.7.1 <b><u>En la pastura</u></b> .....	<b>34</b>
3.7.1.1 <b>Cantidad de forraje</b> .....	<b>34</b>

3.7.1.2	Composición botánica .....	34
3.7.2	<u>En el animal</u> .....	34
3.7.2.1	Seguimiento folicular .....	34
3.7.2.2	Determinación visual de celo.....	35
3.7.2.3	Condición corporal .....	36
3.7.2.4	Producción de leche.....	36
3.7.2.5	Porcentaje de preñez temprana y total.....	36
3.7.2.6	Peso de los terneros.....	37
3.8	<u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u> .....	37
4	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	42
4.1	CLIMA Y PASTURA .....	42
4.2	CONDICIÓN CORPORAL .....	44
4.3	PRODUCCIÓN DE LECHE .....	47
4.4	VARIABLES REPRODUCTIVAS.....	49
5	<u>CONCLUSIONES</u> .....	63
6	<u>RESUMEN</u> .....	64
7	<u>SUMMARY</u> .....	66
8	<u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	68
9	<u>APÉNDICES</u> .....	84

## LISTADO DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Efecto del destete temporario y suplementación energética de corta duración sobre la CC.....	16
2. Requerimientos de Em (Mcal/ vaca/ día) de vacas primíparas en lactancia y manteniendo peso 60 días posparto.....	17
3. Síntesis de resultados experimentales donde se reportan relaciones entre el BE posparto, tamaño folicular y frecuencia y amplitud de pulsos de LH y FSH.....	21
4. Respuesta en crecimiento folicular, ovulación y preñez por mejora en el plano nutricional y destete temporario.....	26
5. Correlaciones entre metabolitos y BE medio diario.....	29
6. Temperatura media, precipitaciones y número de heladas durante el período setiembre 2005 – marzo 2006.....	42
7. Cantidad de forraje (kg MS /ha) durante noviembre, diciembre y enero.....	43
8. Efecto del destete temporario y la suplementación sobre la CC.....	44
9. Efecto del destete temporario y la suplementación sobre la producción de leche.....	47

10. Efecto de la suplementación energética de corta duración y el destete temporario sobre preñez temprana .....	58
11. Efecto de la suplementación energética de corta duración y el destete temporario sobre Pf.....	61

Figura No.

1. Partición de nutrientes que realiza una vaca frente a variaciones en el nivel de energía la cantidad y composición química de los nutrientes consumidos (Short et al., 1990).....	7
2. Diagrama de secuencia de aplicación de los tratamientos.....	32
3. Evolución de condición corporal (promedio de mínimos cuadrados).....	45
4. Evolución del FM desde el inicio del destete temporario (53 días posparto) al día 88 posparto (promedio de mínimos cuadrados). ....	51
5. Porcentaje de vacas con cuerpo lúteo hasta el día 102 posparto .....	54
6. Efecto de la suplementación energética de corta duración sobre el porcentaje de VPC durante el entore. ....	57

## 1 INTRODUCCIÓN

En el país, durante las últimas dos décadas, se han destetado en promedio 64 terneros cada 100 vacas entoradas (Pereira y Soca, 1999). El reducido porcentaje de destete que caracteriza la ganadería nacional se debe a un largo período de anestro posparto y baja probabilidad de preñez (Orcasberro et al., 1992), explicado por el pobre estado nutricional al parto e inicio del entore, el amamantamiento (Short et al., 1990) y la presencia del ternero (Stevenson et al. 1997, Quintans et al. 2004).

El aumento en la competitividad del sector productor de carne en Uruguay, se asocia a una mejora en los indicadores reproductivos de la cría y se traduce en una mayor eficiencia económica, si la incorporación de tecnología en la base primaria se lleva a cabo en base a tecnología de procesos y/o sin empleo de elevados niveles de insumos (Robinson et al., 1999).

En la Facultad de Agronomía de la Udelar, ROU, se ha llevado a cabo investigación para mejorar la performance reproductiva de la cría vacuna en base a propuestas tecnologías de bajo costo (Soca y Orcasberro, 1992). La condición corporal 4 (escala de 1 a 8, Vizcarra et al., 1986) al parto e inicio del entore, en vacas multíparas, se asoció con elevados niveles de desempeño reproductivo (Orcasberro et al., 1992). Con respecto a vacas multíparas, en primíparas se encontró intervalos parto - celo más largos, mayor sensibilidad a restricciones de energía y superior variabilidad en la respuesta a destete temporario con tablilla nasal, por lo que recomiendan condición corporal al parto de 4,5 (Soca et al., 1992).

En la bibliografía internacional, vacas primíparas han sido empleadas como modelo de estudio, debido a su mayor intervalo parto concepción comparado con vacas adultas (Lalman et al. 1997, Bossis et al. 1999, Lalman et

al. 2000). La nutrición energética preparto o reservas corporales al parto, son los factores más importantes de la nutrición en determinar el anestro posparto de vacas de carne. El efecto de la nutrición energética posparto sobre el anestro es dependiente de la condición corporal al parto (Short et al. 1990, Randel 1990, Orcasberro et al. 1992, Hess et al. 2005).

El balance de energía negativo (BEN) en el posparto de vacas lactando afectaría la respuesta reproductiva ante cambios en la nutrición pre y posparto (Hess et al., 2005). Existen evidencias que el consumo de energía por cortos períodos de tiempo (5 días) mejora el desarrollo folicular en ovejas de CC  $1,8 \pm 0,1$  (escala 1-5, Suiter, 1994) (Viñoles et al., 2005). Estos antecedentes alentaron a plantear la hipótesis que la suplementación energética de corta duración, en el posparto (60 días posparto), y en cantidades que no superen los 2,5 kg por vaca día, mejoraría el porcentaje de preñez de vacas primíparas de condición corporal “subóptima” sometidas a destete temporario (Soca et al., 2002). Los experimentos han intervenido a partir del día 56-70 posparto a través de la combinación destete temporario (DT) y suplementación energética de corta duración o pasturas mejoradas en el mismo momento o desfasado en el tiempo (Carrere et al. 2005, Do Carmo 2006). Estos antecedentes muestran reducciones en el anestro posparto y mejora en el porcentaje de preñez de vacas primíparas con condición corporal menor a la recomendada por la investigación nacional, suplementadas con afrechillo de arroz durante 20 días y sometidas a destete temporario (Soca et al. 2002, Soca et al. 2005).

Experimentos recientes, documentan que el destete temporario con separación física del par vaca-ternero por períodos cortos 4 a 6 días, redujo el anestro posparto y tuvo un efecto estimulante en el reinicio de la actividad ovárica (Quintans et al., 2004). Con estos resultados, se testó el destete temporario de 14 días con tablilla nasal, con y sin separación del ternero por 5

días (destete temporario bifásico) (Do Carmo, 2006). Los resultados muestran que vacas primíparas con 3,4 y 3,2 de condición corporal al parto y al inicio de los tratamientos respectivamente, sometidas a destete temporario con separación del ternero y suplementadas alcanzaron una preñez final superior a los otros tratamientos (100 vs 70%,  $p < 0,05$ ) (Do Carmo, 2006). La aplicación de destete temporario con tablillas nasales provocó crecimiento folicular inmediato en vacas primíparas Hereford de condición corporal (CC) subóptima (Rodríguez Irazoqui et al., 2005) y fue mayor cuando se incluyó la separación por cinco días del ternero (% de vacas con folículos  $\geq 10$  mm, 34 vs 19 para con y sin separación respectivamente,  $p < 0,05$ ) (Do Carmo, 2006). Si la separación del par vaca-ternero por 4 a 6 días disminuye los efectos de la presencia del ternero y el amamantamiento sobre el inicio de la actividad ovárica y ovulación, la ovulación y preñez dependerán principalmente de la nutrición pre y posparto. El destete temporario y la suplementación modifican el balance de energía (E) por reducción en la producción de leche y aumento en el consumo de E. Este cambio podría explicar el incremento de ovulación y preñez, ya que relaciones entre el nadir de energía (momento de BE más negativo) y días a ovulación han sido reportadas para vacas lecheras (Butler y Smith, 1989). Si el modelo conceptual presentado para la vaca lechera sobre las relaciones entre el balance de energía (BE), condición corporal al parto y la nutrición energética posparto con el anestro posparto y la preñez pudieran extrapolarse a ganado de carne en condiciones de pastoreo, se podría postular que en base al monitoreo del nadir de pérdida de peso, sería posible controlar el momento y tipo de intervención con destete temporario y nutrición energética, para mejorar la performance reproductiva.

## 1.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la performance reproductiva de vacas primíparas por la aplicación de destete temporario con y sin separación del ternero y suplementación energética de corta duración.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Relacionar cómo la condición corporal al parto y el balance de energía desde el parto hasta el inicio de los tratamientos, modifican la CC, tamaño de los folículos, porcentaje de preñez temprana y producción de leche.
- Relacionar cambios provocados por el destete temporario con y sin separación del ternero y la suplementación energética de corta duración, sobre la condición corporal y producción de leche, con el balance de energía y performance reproductiva.
- Estudiar el efecto de destete temporario con y sin separación del par vaca-ternero y suplementación energética de corta duración sobre el crecimiento folicular, detección del cuerpo lúteo y celo.
- Relacionar los cambios provocados por los tratamientos sobre el crecimiento folicular, detección del cuerpo lúteo y celo, con preñez temprana y final.

### 1.3 HIPÓTESIS

- Una mejor condición corporal al parto y nutrición posparto tienen un efecto positivo sobre el crecimiento de los folículos, preñez temprana, condición corporal posparto y producción de leche.
- La suplementación energética de corta duración y el destete temporario con separación del par vaca ternero no incrementa la condición corporal.
- La suplementación energética de corta duración y el destete temporario con separación del par vaca ternero modifican la producción de leche.
- La suplementación energética de corta duración y el destete temporario con separación del par vaca ternero mejoran el crecimiento folicular, detección de celos e incrementa el número de cuerpos lúteos.
- La suplementación energética de corta duración y el destete temporario con separación del par vaca ternero mejoran la preñez temprana y final, por mayor crecimiento folicular, detección de celos y número de cuerpos lúteos.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

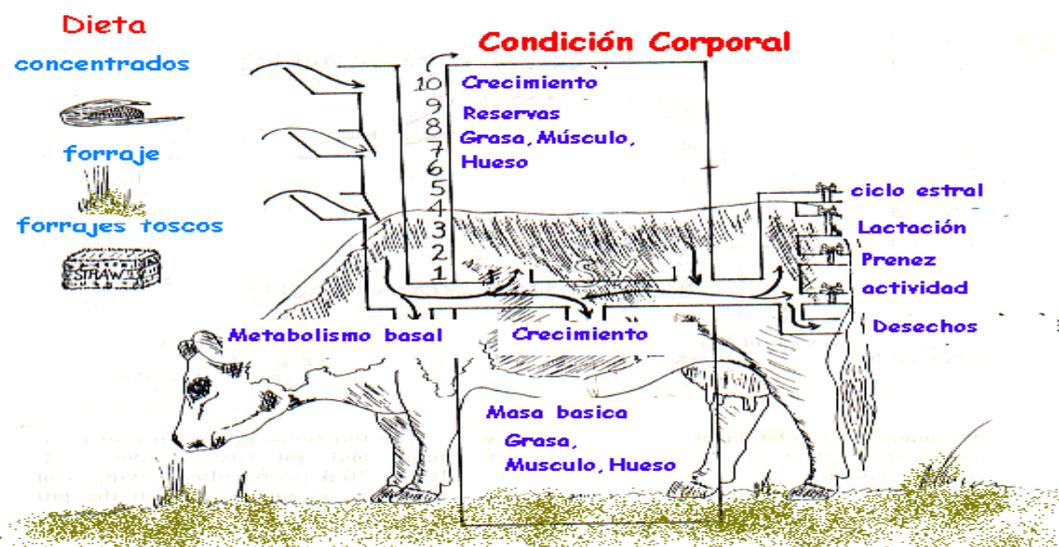
### 2.1 MODELO GENERAL DE BALANCE DE ENERGÍA POSPARTO

Los factores determinantes del anestro posparto en vacas de carne son la nutrición energética pre y posparto y el amamantamiento el cual opera mayormente a través del vínculo maternal vaca-ternero (Short et al. 1990, Randel 1990, Orcasberro et al. 1990, Wetteman et al. 2000, Quintans et al. 2004, Hess et al. 2005). El amamantamiento prolonga el anestro posparto y su efecto depende del estado nutricional y edad de la vaca (primípara vs multípara) (Short et al. 1990, Williams 1990, Orcasberro et al. 1992).

Los efectos de la nutrición sobre la reproducción son evaluados en cantidades de energía, ya que el efecto de otros nutrientes sobre la reproducción no ha sido bien documentado (Short et al., 1990). La separación del ternero al parto en vacas lecheras elimina los efectos del vínculo maternal y es la nutrición pre y posparto el factor más importante en determinar el anestro. Butler y Smith (1989) proponen al balance de energía (BE) como una variable que afecta la reproducción en el posparto y que integra el estado nutricional pre (por movilización de reservas corporales) y posparto. El BE es una relación entre la E ingerida y la E requerida para las funciones fisiológicas (Villa-Godoy et al. 1988, Butler y Smith 1989).

La energía consumida tiene un orden de prioridad para su empleo en las funciones fisiológicas: metabolismo basal, actividad, crecimiento, reservas energéticas básicas, preñez, lactación, reservas energéticas adicionales, ciclo estral e inicio de preñez y reservas en exceso (Short et al., 1990). La prioridad relativa de estas funciones cambia con el proceso fisiológico que este ocurriendo y el nivel de demanda (Figura 1).

Figura 1. Partición de nutrientes que realiza una vaca frente a variaciones en el nivel de energía la cantidad y composición química de los nutrientes consumidos (Short et al., 1990)



Una vez ocurrido el parto da comienzo la lactación, la cual se convierte en una prioridad fisiológica para la sobrevivencia del ternero (Bauman y Currie 1980, Staples et al. 1990). El comienzo de la lactancia determina que vacas lecheras y de carne experimenten un período de balance energético negativo (BEN), lo cual contribuye a explicar la prolongación del período de anestro (Lucy et al. 1991b, Lalman et al. 1997, Butler 2003). El BEN posparto genera movilización de reservas corporales para mantener la lactancia (Bauman y Curie, 1980), por lo tanto la condición corporal al parto (CCP) y el peso disminuyen durante el BEN. En períodos de BEN el ciclo estral no comienza, debido a la prioridad de la lactación y reservas básicas (Short et al., 1990). En vacas primíparas el BE posparto sería más negativo por requerimientos de crecimiento (NRC, 2000).

En vacas lecheras se realizaron experimentos para establecer relaciones entre la ovulación y el BE promedio, tasa de recuperación del BE, magnitud y período transcurrido al momento de menor BE (nadir de E). Días al nadir de E (desde el parto), fue el parámetro del BE que mejor se asoció con los días a ovulación (Canfield y Butler, 1991). Esto sugiere la existencia de mecanismos que monitorean la magnitud y dirección de cambio del BE e informan al sistema reproductivo (Butler y Smith 1989, Zurek et al. 1995, Hess et al. 2005). Los trabajos donde se relaciona el BE con reproducción mayoritariamente se han llevado a cabo en vacas de leche. Resulta un modelo, donde el BEN en vacas lecheras es similar metabólicamente al de otros sistemas de producción en que los animales pasan por un período de sub nutrición en el posparto (Butler y Smith, 1989), como ocurre en vacas de carne en el Uruguay (Orcasberro, 2000). Los experimentos realizados sobre BE en ganado de carne relacionan distintos planos nutricionales con hormonas y metabolitos relacionados a reproducción (Lalman et al. 1997, Stagg et al. 1998, Bossis et al. 2000, Ciccioli et al. 2003).

Durante los dos últimos meses de gestación se demanda cantidades importantes de energía (E). Previo al parto se superponen en el tiempo la demanda de energía de gestación y lactancia, la cual, una vez ocurrido el parto, se convierte en una prioridad fisiológica (Bauman y Curie 1980, Short et al. 1990). Esto se explicaría por la homeótesis, concepto que implica mecanismos hormonales que cambian las rutas metabólicas de la movilización de nutrientes para mantener las nuevas prioridades fisiológicas a expensas de otras funciones (Bauman y Currie, 1980). El incremento en la demanda de E por lactancia abarca un período variable de la semana 2 a 9 posparto, para vacas

lecheras, y producciones de leche entre 23 a 46 kg/vaca/día (Spicer et al. 1990, Beam y Butler 1997, Kendrick et al. 1999, Reist et al. 2003).

En vacas adultas de la raza Hereford sin restricciones nutricionales, han sido reportados incrementos en la producción de leche hasta el día  $62 \pm 3$  posparto (8,8 semanas) y una producción de  $8,5 \pm 0,3$  kg/vaca/día (Jenkins y Ferrel, 1992). Comparando los resultados de producción de leche de vacas de carne y leche, el pico de lactación en vacas de carne ocurriría más tarde. No obstante, aunque las vacas de carne produzcan menos leche, experimentan BEN en el posparto (Houghton et al. 1990a, Lalman et al. 2000, Sinclair et al. 2002).

El BEN depende del consumo de E, la CCP y uso de la E. Las reservas corporales aportan E en el posparto y se encuentra pérdida de CC como respuesta más común para cubrir el déficit energético (Bauman y Curie, 1980). Con una misma dieta posparto, vacas adultas de CCP 4 (escala 1-5, Houghton et al., 1990a) perdieron más reservas corporales que vacas de condición 2 al parto. La pérdida de E continuó para vacas de CCP 4 entre los 30 - 60 días posparto. La producción de leche se estimó en 7,8 y 6,9 kg /vaca/ día para CC 4 y 3 respectivamente, durante los primeros 30 días posparto. Una mejor CCP requiere más ingesta de E, lo cual sería explicado por mayor peso vivo y producción de leche (Houghton et al., 1990a).

El incremento de producción de leche y consumo ocurren desfasados en el tiempo y a diferentes tasas, lo que provoca un período variable de BEN (Bauman y Curie 1980, Houghton et al. 1990a, Lucy et al. 1991b, Lalman et al. 1997, Butler 2003). El BEN posparto se inicia en el parto y se prolonga por un período variable hasta la semana 3 y 12 para vacas lecheras (Staples et al. 1990, Spicer et al. 1990, Reist et al. 2003).

El destete del ternero en forma definitiva al momento del parto y el cese del ordeño suprimen los requerimientos de lactancia. En vacas de carne adultas destetadas definitivamente a los 30 días, se reducen los requerimientos de E para lactancia y mejora la CC (Houghton et al., 1990a).

## 2.2 EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA Y EL DESTETE TEMPORARIO SOBRE EL BALANCE DE ENERGÍA POSPARTO

En general, un aumento en la cantidad de E ingerida inmediatamente luego del parto por períodos de 60 a 90 días, provoca un incremento en la producción de leche y leche corregida por grasa en vacas de carne (Lalman et al. 2000, Sinclair et al. 2002, Ciccioli et al. 2003). Aumentos en los requerimientos de lactación por una mejora en la nutrición, no se asoció a desmejoras en el BE. Por lo que el incremento en el consumo de E siempre es superior que lo necesario para lactación (Kendrick et al. 1999, Reist et al. 2003). Estos resultados, coincidentes con la figura 1, muestran que la suplementación con E inmediatamente en el posparto, tiene una clara prioridad de uso en producción de leche.

En vacas de carne primíparas con baja CCP, se encontró un respuesta cuadrática en el incremento de la producción de leche ante mejoras en la energía metabolizable (Em) consumida (Lalman et al., 2000). Se procedió a evaluar 4 niveles crecientes de Em (1,8, 2,1, 2,4 y 2,7 Mcal de Em /kg de materia seca) en vacas con CCP 4 (escala 1-9, Wagner et al., 1988). El tratamiento con nivel de Em alto, se asoció a menor producción de leche con respecto al Em mantenimiento (6,83 vs 6,34 kg/d, promedio 30, 60 y 90 días posparto) y menor contenido de grasa (3,3 vs 3,7, 3,8, 3,5 % para Em alta,

mantenimiento-alta, mantenimiento, y baja respectivamente) (Lalman et al., 2000). La dieta con superior nivel de Em se formuló a partir de inferior contenido de fibra detergente neutro, fibra efectiva y superior concentración de carbohidratos rápidamente fermentables. Estas diferencias en la dieta modificarían el patrón de fermentación ruminal y posiblemente aumente el pasaje de almidón a intestino. Esto podría estimular la secreción de insulina y disminución en la grasa en leche. Los niveles de insulina tuvieron un incremento lineal con el aumento de energía de la dieta ( $p < 0,001$ ). Aumentos en el consumo de E genera cambios en su utilización, con un incremento de la E usada en tejidos reproductivos y reducción del anestro posparto (Houghton et al. 1990a, Lalman et al. 2000).

La aplicación de destete temporario durante 14 días al inicio del entore en vacas adultas Hereford, redujo la producción de leche de 6,1 a 4,4 litros a los 14 días y de 6,4 a 4,5 litros a los 24 días de aplicadas las tablillas nasales (Soca et al., 1992). La reducción en los requerimientos de lactación, mejoró la CC al final del entore y el porcentaje de preñez en 15 puntos porcentuales (Soca et al., 1992).

Fueron reportados resultados similares con menores producciones de leche en vacas primíparas y multíparas (producción de leche en kg a los 9 días, 4,8 vs 3,9 y a los 21 días de finalizado el destete temporario, 3,9 vs 3 para sin y con destete temporario, Echenagusía et al., 1994).

Se encontró una menor producción de leche en vacas de carne sometidas a destete precoz y ordeñadas dos veces al día, comparado con vacas con el ternero separado por un corral y que fueron ordeñadas dos veces al día (3,5 vs 7,1 lt/vaca/día; destete precoz y a corral respectivamente) (Lamb et al., 1999). La producción de leche disminuye en forma más marcada por la

ausencia del ternero, por lo que el destete temporario con separación del ternero produciría menos leche que el destete temporario al pie de la madre.

La separación del par vaca-ternero podría provocar un incremento en el consumo voluntario y un mejor BE (Bar-Peled et al., 1995). En vacas sin restricción nutricional sometidas a dos frecuencias de ordeño y amamantamiento (3 ordeños, 6 ordeños y 3 ordeños + 3 amamantamientos), se reportan mayor concentración de oxitocina en vacas amamantadas (217,6, 122,1, 101,1 pg/ml para 3 ordeños + 3 amamantamientos, 6 ordeños, 3 ordeños respectivamente;  $p < 0,05$ ) e incrementos en el consumo voluntario al aumentar la frecuencia de ordeños (19,4 vs 16,8 kg/MS/día,  $p < 0,05$ ) pero no con 3 ordeños + 3 amamantamientos (16,2 kg/MS/día) (Bar-Peled et al., 1995).

Es posible plantear la hipótesis, que un incremento en la oxitocina por la presencia del ternero, se asociaría a reducción en el consumo voluntario, lo cual ha sido probado en otros mamíferos (Arletti et al., 1989).

La suplementación energética en el posparto incrementa la producción de leche. Si es aplicada en conjunto con el destete temporario, el cual reduce la demanda de E para lactación, la suplementación energética no incrementaría la producción de leche y mejoraría el BE.

### 2.3 CAMBIOS DE CONDICIÓN CORPORAL POSPARTO Y RELACIÓN CON EL BALANCE ENERGÉTICO

El BEN posparto determina pérdidas de CC en el posparto temprano en vacas de carne (Houghton et al. 1990a, Sinclair et al. 2002). Durante el posparto el BE y CC evolucionan de forma similar, pero desfasados en el

tiempo (Villa-Godoy et al. 1988, Houghton et al. 1990a, Staples et al. 1990, Block et al. 2001). Los cambios en el BE se expresan con retraso en CC (Echenagusía et al. 1994, Block et al. 2001). Generalmente en el posparto temprano ocurren importantes pérdidas de CC. Posteriormente, las pérdidas decrecen hasta el momento que se comienza a mantener o a recuperar CC.

Durante el posparto ocurren pérdidas de CC aunque se mejore el nivel nutritivo posparto (Houghton et al. 1990a, Stagg et al. 1998). En las primeras semanas posparto se han observado mayores pérdidas de CC en vacas de CC alta que en aquellas con condición moderada (Houghton et al. 1990a, Sinclair et al. 2002, Lake et al. 2005), y en primíparas, la caída de CC es superior que en multíparas (Triplett et al. 1995, Johnson et al. 2003).

La variación en CC en el posparto, en vacas de CCP 4, 3 y menor a 2 (escala 1-5) hasta 30 días posparto, fue de -0,35 -0,03 y 0,1 respectivamente (Houghton et al., 1990a) y en otro experimento, comparando vacas de condición corporal al parto de 6 y 4 (escala 1-9) a los 60 días posparto, se detectó una variación de condición de -0,11 y 0,07 respectivamente (Lake et al., 2005). En Uruguay, vacas primíparas con CCP  $3,42 \pm 0,3$ , perdieron 0,2 unidades de CC en el posparto (Do Carmo, 2006). Mayor CCP provocó mayor pérdida de CC. Los requerimientos de E de vacas con mejor CCP resultan superiores por kilogramo de peso vivo y se asocian con superior peso vivo y producción de leche (Houghton et al., 1990a). Vacas con inferior CC por una nutrición preparto baja serían más eficientes en el uso de E, por una reducción en tamaño del hígado y tubo digestivo (Hess et al., 2005), los cuales explican una cantidad importante de los requerimientos de E de mantenimiento (Caton y Dhuyvetter, 1997). Por otro lado, vacas con mayor CCP consumen menos y requieren más E que vacas de menor CCP. Esto determina mayores pérdidas de CC en el posparto en vacas con mayor CCP.

Las vacas de carne primíparas experimentaron mayores pérdidas de CC, que vacas adultas. Los requerimientos para crecimiento y desarrollo de esta categoría (Johnson et al., 2003) contribuyen a explicar los resultados. En el Uruguay, los análisis de registros de los rodeos experimentales de Facultad de Agronomía, muestran que vacas primíparas necesitan medio punto más (escala 1-8, Vizcarra et al., 1986) de CCP, que vacas adultas para no afectar su performance reproductiva y ésta se perjudicaría ante pérdidas de CC en el período parto-inicio del entore (Orcasberro et al., 1992).

Con una mejora en la nutrición posparto, se reportaron aumentos (Lalman et al. 2000, Ciccioli et al. 2003) o una menor pérdida (Kendrick et al., 1999) de CC y peso vivo desde el parto hasta los 90 días posparto.

El destete temporario con tablilla nasal al inicio del entore por 11 a 14 días, mejoró la CC al final del entore (entore de 90 días), comparado con vacas multíparas y primíparas sin destete temporario (Soca et al. 1992, Echenagusía et al. 1994, Soca et al. 2005). Durante el período destete temporario – fin del entore, la CC varió en 0,21 y 0,15 para vacas con destete temporario y 0,05 y – 0,05 en vacas sin destete temporario, en los experimentos de Soca et al. (1992), Echenagusía et al. (1994), respectivamente. Esto podría estar explicado por una reducción en los requerimientos de E para lactación. La deposición de reservas corporales no comenzaría de manera inmediata sino que se expresaría desfasada en el tiempo, por los menos 30 días después de aplicado el destete temporario (Echenagusía et al., 1994).

La suplementación energética y el destete temporario mejoran el BE y se expresaría posteriormente en un aumento en la CC.

En el cuadro 1 se presenta una síntesis de experimentos nacionales en que se aplicó suplementación energética de corta duración y el destete temporario, y su efecto sobre la CC. En general se han realizado en vacas primíparas con CC “crítica” (Soca et al. 2002, Carrere et al. 2005, Rodríguez Irazoqui et al. 2005, Soca et al. 2005, Do Carmo 2006).

Cuadro 1. Efecto del destete temporario y suplementación energética de corta duración sobre la CC

	Ambiente	Animales	Tratamientos	Aporte de Em por suplementación *	Cambios en condición corporal
Do Carmo (2006)	Pastizal nativo	52 vacas primíparas, CC $3,3 \pm 0,3$ a los $66 \pm 10$ dpp.	DT con tablillas nasales por 14 d y DTS 5 d separados vaca-ternero + 7 d de tablilla nasal y CSE (2 Kg/ v/ d, 20 d) o SS. $66 \pm 1$ dpp inicio DT, finalizado comienza la suplementación. Arreglo factorial 2x2.	6 Mcal/d de afrechillo de arroz.	Sin diferencias de CC. DTSS menor pero no significativo.
Soca et al. (2005)	Pastizal nativo mejorado con Lotus subbiflorus, 1.7 vacas/ha desde d 45 a 92, luego pastizal nativo 0.8 vacas/ha	60 vacas primíparas y 20 multíparas, CC $3,4 \pm 0,3$ a los $78 \pm 16$ dpp.	DT con tablillas nasales por 14 d y sin destete y CSE (2,5 Kg/ v/ d, 22 días) o SS. Inicio = $78 \pm 16$ dpp simultáneamente DT y suplementación. Arreglo factorial 2x2.	7,5 Mcal/d de afrechillo de arroz.	CC afectada por DT ( $P \leq 0,05$ ) y CSE ( $P < 0,05$ ) y DT*CSE tendencia superior ( $P < 0,11$ ).
Soca et al. (2002)	Pastizal nativo y pastizal nativo con Lotus subbiflorus 0.8 vacas/ha	40 vacas primíparas CC $3,5 \pm 0,5$ a Inicio tratamientos, $50 \pm 7$ dpp	CSE (3 Kg/ v/ d, 11 d) y SS, luego con DT con tablilla nasal 14 d y sin DT.	9 Mcal/d de afrechillo de arroz.	CC a mitad del entore 3,7 y 3,4 para CSE y SS ( $p < 0,02$ ).
Carrere et al. (2005)	Pastizal nativo y Pradera de tercer año.	62 vacas primíparas CC $3,3 \pm 0,3$ a los $56 \pm 12$ dpp.	Plano Alto (PA) y Plano Bajo (PB) durante 25 d previos al entore. Inicio $59 \pm 12$ dpp. 14 días previos al entore, DT con tablillas nasales o sin DT.		109 dpp CC PA > que PB. Sin diferencias con y sin DT

\* Promedio 3 Mcal de energía metabolizable por kilogramo de afrechillo de arroz (Mieres et al., 2004).

DT = destete temporario, DT+S = destete temporario con separación del par vaca ternero, CSE = con suplementación energética, SS = sin suplementación, CC = condición corporal, PA = plano nutricional alto, PB = plano nutricional bajo, dpp = días posparto, d= días

La CC mejoró cuando la suplementación, o el acceso a mejor pastura ocurrió antes (Soca et al. 2002, Carrere et al. 2005) o durante el destete temporario (Soca et al., 2005), pero el suplemento no mejoró la CC cuando fue suministrado después del destete temporario (Do Carmo, 2006). El momento de suministro del alimento respecto al destete temporario puede tener un efecto importante en la dirección de uso de los nutrientes. No se encuentran diferencias en CC, con diferentes alimentos y CC al inicio de los experimentos.

La CC mejoró por el DT (Soca et al., 2005). El efecto del destete temporario sobre los cambios en la CC no se registra en forma inmediata (Echenagusía et al., 1994), por lo que próximo al destete temporario no se encontró cambios en la CC (Soca et al. 2002, Carrere et al. 2005). La inclusión de la separación del ternero por 5 días, provocó el mismo efecto sobre la CC que el destete temporario con tablilla nasal (Do Carmo, 2006).

La suplementación con dos kilos de afrechillo de arroz aportó 6 Mcal (3 Mcal Em/ kilo de afrechillo de arroz; Mieres et al., 2004) de Em (Mcal) durante 20 días. Los requerimientos de E para vacas primíparas de 330 kilogramos lactando, manteniendo peso y con un 20% menos de requerimientos de producción de leche (1 Mcal de Em/ vaca/ día) por destete temporario, serían 15,9 Mcal Em (NRC, 2000) (Cuadro 2).

Cuadro 2 Requerimientos de Em (Mcal/ vaca/ día) de vacas primíparas en lactancia y manteniendo peso 60 días posparto

<b>Requerimientos Mcal/vaca/día</b>	
<b>Mantenimiento</b>	<b>12</b>
<b>Movilización de reservas</b>	<b>0</b>
<b>Producción de leche</b>	<b>3,9</b>
<b>TOTAL</b>	<b>15,9</b>

Fuente: NRC (2000)

La magnitud del aporte de E por el afrechillo de arroz resultó superior que el aporte energético provocado por la reducción en la producción de leche (6 vs 1 Mcal de Em /vaca /día). Sin embargo, en el experimento realizado por Soca et al. (2005) el destete temporario provocó un incremento superior de CC que la suplementación 70 días después de iniciados los tratamientos.

Bajo el supuesto que la producción de leche disminuyó (Soca et al., 1992) y no se recuperó por 70 días desde el inicio de aplicación del DT, los aportes de E por el destete temporario serían 70 Mcal Em (1 Mcal de reducción en leche\*70 días) por vaca y el afrechillo de arroz aportó 165 Mcal Em (7,5 Mcal de afrechillo de arroz\*22 días). Sin embargo, la CC fue mayor en las vacas con destete temporario que las suplementadas (Soca et al., 2005).

En otro experimento, la suplementación no afectó la CC, cuando se aplicó DT con y sin separación del par vaca-ternero (Do Carmo, 2006).

Estos experimentos sugieren una vía distinta de utilización de la energía. La E aportada por la suplementación no sería destinada a recuperar CC. En todos estos experimentos la suplementación mejoró el % de preñez o redujo el intervalo interparto, sin afectar de manera importante la CC.

La suplementación podría disminuir el consumo de E total, por una reducción en el consumo de forraje. Los experimentos de suplementación en pastoreo reportan que hasta 30 gramos de suplemento energético por kilogramo de peso metabólico (peso vivo<sup>0,75</sup>) no afectaron el consumo de forraje (Horn y McCollum, 1987). En los experimentos de Soca et al. (2005), Do Carmo (2006) se suplementó con 26 y 32 gramos de suplemento por kilogramo de peso metabólico, respectivamente, en base al supuesto de vacas con 330 kilogramos de peso vivo. Esto permitirá hipotetizar que no ocurrió sustitución

entre el consumo de suplemento y de forraje. Con estos supuestos, la suplementación en los experimentos de Soca et al. (2005), Do Carmo (2006) es un ingreso importante de E que no tiene como prioridad la deposición de reservas corporales, como es esperable según las prioridades en el uso de la E propuesto por Short et al. (1990).

Se ha reportado cambios en la partición de nutrientes en posparto de vacas de carne por la suplementación de lípidos (Bottger et al., 2002). Se comparó suplementación con tres dietas, maíz + soja como testigo, una con mayor contenido de ácido oleico y la otra con ácido linoléico en vacas primíparas de CC  $5,5 \pm 0,02$  (escala 1-9), durante los primeros 90 días posparto. Se encontró una reducción en el porcentaje de grasa en leche a los 60 y 90 días ( $p \leq 0,05$ ) para las dietas con lípidos (Bottger et al., 2002).

La CC fue menor en vacas consumiendo la dieta con mayor contenido de oleico comparadas con el testigo, y éste mayor que la dieta con mayor contenido de linoléico ( $p = 0,02$ ). Con las mismas dietas no se encontró cambios en la CC ni en los componentes de la leche (Lake et al., 2005). Esto ha permitido hipotetizar que la demanda y prioridad fisiológica de la lactancia hasta el momento del pico de máxima producción “ocultaría” el potencial de los lípidos en reparticionar nutrientes (Lake et al., 2005). No se encontró efecto del tipo de suplemento sobre los días a concepción ( $p = 0,4$ ) (Bottger et al., 2002), sobre la preñez final ( $p = 0,55$ ) y los días al premier servicio ( $p = 0,56$ ) (Lake et al., 2005). La suplementación con lípidos en vacas de carne en el posparto podría afectar la partición de nutrientes, no obstante, sus efectos no son consistentes y dependerían del momento de suplementación antes o después del pico de lactación y la CC (Bottger et al. 2002, Lake et al. 2005).

## 2.4 NUTRICIÓN ENERGÉTICA, DESTETE TEMPORARIO Y ACTIVIDAD OVÁRICA

En el cuadro 3 se presenta una síntesis de experimentos en que se mejora el BE o la nutrición pre y/o posparto y se analiza su efecto sobre variables relacionadas a la actividad o crecimiento folicular.

Cuadro 3 Síntesis de resultados experimentales donde se reportan relaciones entre el BE posparto, tamaño folicular y frecuencia y amplitud de pulsos de LH y FSH

Autor	Ambiente	Animales	Tratamientos	Balance de E Promedio	Tamaño del foliculo + grande	LH	FSH
Ciccioli et al. (2003)	Pastoreo	Año 1, 34 primíparas. Año 2, 48 primíparas Angus x Hereford.	Arreglo factorial 2x2 de CCP: 4 y 5 (escala 1-9) y PP ganancias de peso: 0.45kg/d moderada y 0.9kg/d alta, 70 d PP. Amamantando.		A>B (p<0,05)		
Perry et al. (1991)	Corral	28 vacas Herefordx Angus. Amamantando	Arreglo factorial 2x2 de Alta y Baja nutrición 120 d preparto y Alta y Baja nutrición PP hasta 150 d. A 150% y B 70% de requerimientos.			A>B frecuencia de pulsos a 14 42 y 70 d PP	Sin diferencias 14 42 y 70 d PP
Beam y Butler (1997)	Corral	45 vacas multíparas Holando	Día 0 al 84 PP: Bajo, medio y alto % de grasas en dieta. Ad limitum.	B <M <A significativo B vs A(p<0,05)	M>B (p<0,02). Sin diferencias (p>0,1) entre A y B para d 8 a 14 PP		Sin diferencias (p=0,9)
Lucy et al. (1991a)	Corral	18 multíparas Holando	Dieta control y dieta con sales de calcio	C < S		Media y frec. de pulsos C<S, no significativo. Si asociado a un mejor BE	
Kendrick et al. (1999)	Corral	20 vacas, CC al P 2.93 para alta y 2.75 para baja (escala 1-5)	Energía Alta 3.6% PV, 1.78 Mcal/kg MS y Baja 3.2% PV, 1.52 Mcal/kg PP	B<A	A<B	Sin diferencias. A<B en 105 d	Sin diferencias. A<B en 60 d

Referencias: d = días, s = semanas, m = meses, CC = condición corporal, CCP = condición corporal al parto, PP = posparto, EE = extracto etéreo, MS = materia seca, PV = peso vivo, E = energía, BE = balance de energía

Las variables de respuesta en los experimentos del cuadro 3 intentan encontrar diferencias entre tamaño y número de folículos mayores a 10 mm., días a folículos mayores a 10 mm y hormonas relacionadas a la reproducción. Los folículos de tamaño mayor a 10 mm ejercerían dominancia sobre otros folículos y tendrían un tamaño adecuado para la ovulación (Lucy et al., 1991a).

Como se observa en el cuadro 3, la nutrición posparto no aumentó la concentración de hormona folículo estimulante (FSH) (Perry et al. 1991, Stagg et al. 1998, Bossis et al. 1999, Wettemann et al. 2000). La nutrición pre y posparto y el vínculo maternal influyen en la pulsatilidad de LH y el crecimiento final del folículo. Cuando se mejoró el BE o la nutrición posparto, se observó una mayor pulsatilidad de LH (Perry et al. 1991, Lucy et al. 1991a), no obstante en otros no se encuentran cambios (Canfield y Butler 1991, Kendrick et al. 1999). El déficit de E podría operar también en la respuesta del ovario a LH, en casos en que se ha encontrado una ovulación más temprana a iguales patrones de LH (Canfield y Butler 1991, Schillo 1992). Tampoco se encontró una respuesta clara en los niveles de estradiol, ya que algunos trabajos mejoran la concentración (Beam y Butler 1997, Kendrick et al. 1999) y en otros, no se encuentran cambios (Lucy et al. 1991a, Cicciooli et al. 2003) cuando se mejora la nutrición o el BE. Cambios en la nutrición podrían afectar la actividad folicular sin tener cambios significativos en las hormonas gonadotropinas pero sí, afectarían hormonas metabólicas como insulina, factor de crecimiento insulinémico - 1 (IGF-1), hormona de crecimiento (GH) y leptina (Webb et al., 2004).

Vacas de carne experimentaron un período de balance energético negativo (BEN) que prolonga el período de anestro (Houghton et al. 1990a, Lalman et al. 1997). Al momento de ovulación las vacas se encontraban en BEN, pero en transición desde un estado negativo a positivo (Staples et al.

1990, Beam y Butler 1998). El período que transcurre desde el nadir de E a la primera ovulación depende del valor absoluto de BE al nadir, del BE promedio y de la tasa de recuperación del BE (Zurek et al. 1995, Stevenson et al. 1997). El nadir de E está asociado a aumentos en el factor de crecimiento insulinémico tipo 1 (IGF-I), insulina, aumento de respuesta a LH y aumento de estrógenos, lo que provocaría un aumento en la pulsatilidad de LH y ovulación (Butler, 2003). Cambios en la concentración de GH, insulina, IGF-1, glucosa y ácidos grasos no esterificados (NEFA) en sangre, serían indicadores de E disponible y serían señales que afectarían la secreción de LH en el corto o largo plazo (Bossis et al., 2000). Los folículos dominantes desarrollados pos nadir de E tuvieron mayor tamaño promedio (Lucy et al. 1991b, Beam y Butler 1997), mayor producción de estradiol y mayoritariamente presentaron ovulación (75 % vs 24 % desarrollados pos y pre nadir de E respectivamente) (Beam y Butler, 1997). El período parto – nadir de E constituiría una barrera para el crecimiento de los folículos y ovulación, por condiciones metabólicas desfavorables.

La suplementación posparto tiene un efecto variable sobre los eventos reproductivos, posiblemente por interacciones complejas entre la nutrición pre y posparto, el BE, CC, producción de leche y el amamantamiento (Stagg et al., 1998). Se reportan varios trabajos donde la suplementación posparto no modificó el anestro posparto (Stagg et al. 1998, Sinclair et al. 2002) o interactúa con el destete temporario y la nutrición preparto (Houghton et al. 1990b, Stagg et al. 1998). Un mejor BE o nutrición posparto aumentó el tamaño (Beam y Butler 1997, Ciccioli et al. 2003) y el número de folículos mayores a 15 mm. (Lucy et al. 1991b, Beam y Butler 1997). Estos cambios probablemente produzcan una ovulación temprana (Lucy et al., 1991b). Por otra parte, se encontró folículos más chicos en vacas con mejor nutrición posparto y BE entre los 30 y 100 días posparto (Kendrick et al., 1999). Con estos resultados se sugiere que la nutrición provee “algo más” para el desarrollo del folículo, y se

encontró a los 35 días posparto un mayor nivel de progesterona que podría mejorar la función del cuerpo lúteo (Spicer et al. 1990, Kendrick et al. 1999).

Vaquillonas de carne sometidas a anestro nutricional fueron alimentadas para recuperar 1,5 kg/día y 0,6 kg/día y se caracterizó la onda folicular que no logró la ovulación y las dos ovulaciones siguientes. Las alimentadas para ganar 1,5 kg/día alcanzaron la ovulación 23 días antes que las que tuvieron ganancias de 0,6 kg/días ( $p < 0,05$ ), sin diferencias en crecimiento folicular (Bossis et al., 2000). Las concentraciones de LH no fueron diferentes entre tratamientos para ninguna de las ondas analizadas. Una mejora en la nutrición puede no modificar el tamaño de los folículos, pero provocaría cambios cualitativos que mejorarían la función del folículo y/o cuerpo lúteo.

El destete temporario con tablilla nasal y la separación parcial o definitiva del ternero afectan el crecimiento folicular. La relación madre-hijo y el amamantamiento son importantes en determinar el anestro posparto. En vacas de carne de condición corporal  $2,35 \pm 0,1$  al parto (escala 1-5) se incrementó la frecuencia de pulsos de LH después de 4 días de interrumpir el vínculo vaca-ternero y se redujo el intervalo parto ovulación 28 días (Stagg et al., 1998). La presencia del ternero sin contacto con la vaca cuando fueron ordeñadas redujo los días a ovulación ( $p < 0,1$ ) y aumentó la pulsatilidad de LH, comparado con vacas sin contacto con sus terneros que fueron amamantadas. Los días a ovulación de las vacas amamantadas con restricción del contacto con el ternero fueron iguales a los de vacas sin restricciones al contacto con sus terneros (33,9 vs 34,7; Lamb et al., 1999). En otro experimento, vacas en presencia del ternero que no fueron amamantadas incrementaron la pulsatilidad de LH comparado con vacas amamantadas (Hoffman et al., 1996). El vínculo vaca-ternero y el amamantamiento reducen la concentración y pulsatilidad de LH y

prolongan los días a ovulación. Además, la interrupción de estas relaciones reduce la producción de leche y mejoraría el BE (Soca et al. 1992, Lamb et al. 1999) (ver capítulo 2.4).

En Uruguay se realizaron experimentos para evaluar el efecto de la nutrición energética de corta duración y del destete temporario sobre el crecimiento folicular y ovulación.

Cuadro 4 Respuesta en crecimiento folicular, ovulación y preñez por mejora en el plano nutricional y destete temporario

Autor	Ambiente	Animales	Tratamientos	% Preñez	Tamaño Folicular	% cuerpo lúteo	Días de gestación
Do Carmo (2006)	Pastizal nativo	52 vacas primíparas, CC 3,3 ± 0,3 a los 66 ± 10 dpp	DT con tablillas nasales por 14 d y destete 5 d separados vaca-ternero + 7 d de tablilla nasal y con suplementación (2 Kg/vaca/d por 20 d) o sin suplemento. Inicio 66 ± 1 dpp Arreglo factorial 2x2.	DTSCAA=100% <sup>a</sup> , DTCAA=61% <sup>b</sup> , DTSSAA=54% <sup>b</sup> , DTSAA=38% <sup>b</sup> . (p <0,05).	8,6, 7,3 mm. DTS y DT respectivamente. Sin diferencias.	DTS=50%, DT=30%, sin diferencias. Suplementación sin efecto.	
Rodríguez Irazoqui et al. (2005)	Pastizal nativo mejorado con Lotus subiflorus 1.7 vacas/ha. Campo natural 0.8 vacas/ha	80 vacas primíparas y multíparas, CC 3,4 ± 0,3 a los 78 ± 16 dpp	DT con tablillas nasales por 14 d y sin destete y con suplementación de afrechillo de arroz (2 Kg/animal/d durante 22 d) o sin suplementación. Inicio = 78 ± 16 dpp Arreglo factorial 2x2.	Con suplementación = 72% a Sin suplementación = 53% b	DT = 9,6 mm a , SD = 8,3 mm b		
Soca et al. (2002)	Pastizal nativo y pastizal nativo con Lotus subiflorus 0.8 vacas/ha	Vacas primíparas CC 3,5 ± 0,5 a Inicio tratamientos, 50 ± 7 dpp	DT y sin destete + con suplementación (3 Kg/animal/d durante 11 d) y sin suplementación	82% sin diferencias.			DT+S3 = 87días (a), DT+S0 = 82días (a), SD +S3 = 90días (A), SD +S0 = 70días (B)
Carrere et al. (2005)	Pastizal nativo y Pradera de tercer año.	62 vacas primíparas CC 3,3 ± 0,3 a los 56 ± 12 dpp.	59 ± 12 dpp comienzo de Plano Alto (PA) y Plano Bajo (PB) durante 25 d previos al entore. 14 d previos al entore la mitad de las vacas de PA y PB DT con tablillas nasales	DT no afectó preñez, plano nutricional afectó preñez (p < 0,05), PB = 59 y PA = 83%.			

Referencias:

Letras mayúsculas o minúsculas diferentes significan diferencias estadísticamente significativas (p < 0.05) entre tratamientos.

DT = destete temporario, S3 = suplementación con 3 Kg de afrechillo de arroz durante 11 días, S0 = sin suplementación, CC = condición corporal, SD = Sin destete, PA = plano nutricional alto, PB = plano nutricional bajo, dpp = días posparto

Los experimentos presentados en el cuadro 4 someten a vacas primíparas de condición corporal menor a 3,5 a suplementación energética de corta duración y destete temporario.

Un mejor plano nutricional mejoró el porcentaje de preñez temprana (Do Carmo, 2006) y final (Rodriguez Irazoqui et al. 2005, Carrere et al. 2005, Do Carmo 2006), sin cambios en el tamaño de los folículos. El plano nutricional, afectaría la “calidad” del folículo y/o ovulación, incrementando la preñez temprana y final.

El destete temporario con tablilla nasal por 14 días, aumentó el tamaño del folículo mayor ( $p \leq 0,05$ ). El crecimiento folicular estaría asociado a un incremento en la concentración de LH por el destete temporario. El destete temporario con separación física del par vaca-ternero por períodos cortos 4 a 6 días aumentó el número de vacas con folículos mayores a 10 mm ( $p < 0,05$ ) y el tamaño del folículo mayor, comparado con el destete temporario con tablilla por 14 días (Do Carmo, 2006). La separación del ternero además de incrementar el tamaño folicular, aumentó en 15 puntos porcentuales el número de vacas que ovularon 55 días después de iniciado el destete temporario.

En los experimentos presentados en cuadro 4 la suplementación y el destete temporario ocurren luego del nadir de E. Este período es caracterizado por un incremento en metabolitos asociados a la reproducción y la suplementación mejoraría aún más esta situación.

## 2.5 BALANCE DE ENERGÍA Y METABOLITOS ASOCIADOS A REPRODUCCIÓN

Se desconocen los mecanismos exactos por los cuales la nutrición energética afecta la reproducción, debido a que el control nutricional sobre la reproducción no es explicado por un solo nutriente, hormona o metabolito. El eje hipotálamo- hipófisis- ovario integra varias señales nutricionales que afectan la reproducción directa o indirectamente (Hess et al., 2005). A partir del nadir de E el balance de energía comienza a mejorar, lo cual está asociado a aumentos en IGF-1, insulina, hormona de crecimiento (GH), (Bossis et al., 2000). Esto determina que el metabolismo cambie hacia procesos de anabolismo (Hess et al., 2005). La alteración en las hormonas metabólicas como insulina, GH, IGF-1 y metabolitos en sangre, como glucosa y NEFA, son indicadores del cambio en la E disponible y podrían estar mediando en la relaciones entre la sub-nutrición con el eje hipotálamo – hipófisis - ovario (Bossis et al., 1999a). Un aumento en el consumo de E posparto estimula la secreción de hormonas metabólicas con aumentos en la deposición de grasa y producción de leche en vacas primíparas con baja o moderada CC al parto (Ciccioli et al., 2003).

El BE posparto esta correlacionado positivamente con concentraciones séricas de IGF-1, glucosa, insulina y negativamente con NEFA. En general IGF-1, glucosa, insulina y NEFA explican un bajo porcentaje de la variación en el BE (Cuadro 5).

En el Cuadro 5 se presentan antecedentes que relacionan BE y metabolitos.

Cuadro 5 Correlaciones entre metabolitos y BE medio diario

Autor	IGF-I	Glucosa	NEFA	Insulina	Comentarios
Beam y Butler (1997)		0.29*	-0.42*	0.12***	Sin efecto dieta o EB
Beam y Butler (1998)	0.41*		-0.39*	0.13***	
Zurek et al. (1995)	0.29**				
Spicer et al. (1990)	0.43*				
Lucy et al. (1991b)		No significativo	-0.146***	0.13*	
Canfield y Butler (1991)		0.16***	-0.40* y -0.30***	0.14**** y 0.18***	Sin y con destete al parto

Referencias: \* =  $p < 0.001$ , \*\* =  $p < 0.005$ , \*\*\* =  $p < 0.01$ , \*\*\*\* =  $p < 0.05$ .

Los metabolitos presentados en el cuadro 5 estarían asociados al BE pero no se han reportado relaciones causa efecto entre el balance de energía y los metabolitos (Hess et al., 2005). En general, la insulina, leptina, IGF-1 se asociaron de la misma manera con el BE. Para estas hormonas se encontró una marcada reducción en las primeras semanas posparto y luego una recuperación gradual. GH y NEFA se comportaron de forma inversa (Reist et al., 2003).

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El experimento se realizó en la Estación Experimental San Antonio, Facultad de Agronomía (Universidad de la República), Salto, ubicada en el Km. 21 de la ruta 31, departamento de Salto, latitud 31° 23.8' S, longitud 54° 18.7' W, Uruguay, durante el período agosto de 2005 - marzo de 2007.

#### 3.2 ANIMALES

Se utilizó 57 vacas primíparas con parto normal, de la raza Hereford, con CC al parto (CCP) de  $3,9 \pm 0,4$  (escala 1-9, Vizcarra et al., 1986) y sus terneros. A los  $53 \pm 9,7$  días post parto se encontraban en anestro diagnosticado por ecografía vía transrectal y con una CC de  $3,6 \pm 0,4$  (escala 1-9, Vizcarra et al., 1986).

#### 3.3 SUELOS

Los suelos donde se realizó el experimento corresponden a la formación geológica Basalto, Unidad de suelos Itapebí-Tres Árboles (URUGUAY. MGAP, 1979). CONEAT clasifica estos suelos en los grupos 1.10b y una pequeña proporción en el grupo 12.11. Los suelos dominantes del grupo 1.10b son Litosoles y asociados suelos moderadamente profundos y superficiales (Apéndice 1).

### 3.4 PASTURA Y SUPLEMENTO

Se empleó tres potreros de campo natural que al inicio del experimento tenían en promedio  $881,3 \pm 324,5$  kilogramos de MS / hectárea. Las especies más frecuentes fueron: *Paspalum notatum* (19%), *Axonopus affinis* (11%), *Bothriochloa laguroides* (6%), *Paspalum dilatatum* (6%), *Coelorachis selloana* (6%), *Stipa setigera* (6%), *Piptochaetium montevidensis* (5%) y *Desmodium incanum* (4%). Se encontró una gran proporción de malezas enanas (8%) y Ciperáceas (5%). Como suplemento se empleó afrechillo de arroz entero, cuya estimación de la composición química fue: 3 Mcal por kilogramo de Em, extracto etéreo 15,8, FDN 31,7, FDA 13,75, P 1,2, DMO 73,39, PC 15,16, cenizas 10,48, materia seca 89,2% (Mieres et al., 2004).

### 3.5 TRATAMIENTOS

Las vacas se clasificaron por fecha de parto, CC y sexo del ternero y se asignaron a un arreglo factorial de tratamientos de destete temporario y suplementación energética.

Tratamientos:

Destete mediante la aplicación de tablilla nasal a los terneros durante 14 días = DT

Destete con separación del para vaca -ternero 7 días + tablilla 7 días = DT+S

Finalizado el destete,

Sin suplementación energética = SAA

Con Suplementación Energética 2 kg / vaca / día afrechillo de arroz entero, 20 días = CAA

Formándose así los cuatro tratamientos:

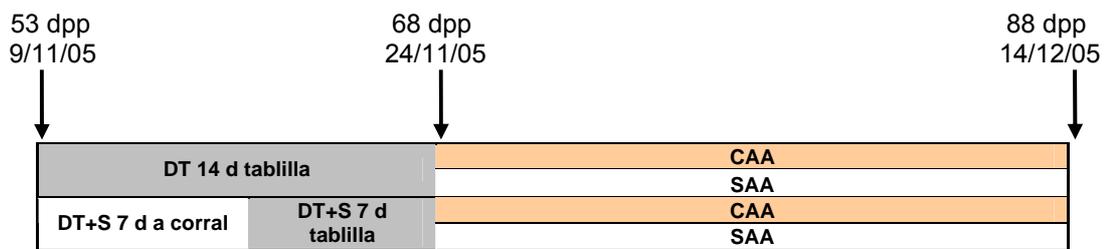
DT + SAA                      n ° vacas = 14

DT + CAA                      n ° vacas = 14

DT+S + SAA                    n ° vacas = 14

DT+S + CAA                    n ° vacas = 15

Figura 2. Diagrama de secuencia de aplicación de los tratamientos



Referencias: dpp: días posparto promedio

El destete temporario se aplicó a los  $53 \pm 10$  días post-parto. El destete temporario con tablilla, se realizó mediante la aplicación de tablilla nasal metálica a los terneros, que permanecieron al pie de la madre durante 14 días. En el destete con separación, durante 7 días los terneros fueron ubicados en corrales con sombra y agua, sin contacto visual, ni auditivo con las madres.

Finalizados los 7 días de encierro retornaron con sus madres con tablilla nasal metálica por 7 días.

Luego de finalizado el destete temporario, a los  $67 \pm 9.7$  días post-parto, la mitad de cada grupo se le ofreció 2 kg/vaca/día, afrechillo de arroz entero, durante 20 días, conformándose dos grupos de 29 vacas con suplementación y 28 sin suplementación. El suplemento se suministró en la mañana y se observó que todos los animales consumieran.

### 3.6 MANEJO

Previo a inicio de los tratamientos, todo el rodeo fue manejado en similares condiciones. Durante todo el período experimental se proporcionaron sales minerales.

A los terneros, durante el encierro en el período 9/11 – 16 / 11, se les suministró agua, heno y suplemento para terneros con 18% proteína cruda (PC), a razón de 0,8 kg suplemento / ternero / día. El entore comenzó el 23 / 11 / 05 a los  $67 \pm 9,7$  días post - parto y coincidió con el inicio de la suplementación. Se utilizaron dos toros durante los tres meses de entore que fueron sometidos a evaluación andrológica previa (McGowan et al., 1995). Los grupos de vacas que conforman los distintos tratamientos permanecieron en potreros separados durante el transcurso de los mismos. Cada 10 días los grupos fueron rotados entre potreros. La suplementación se realizó durante la mañana en comederos grupales con una superficie de 50 cm lineales de comedero por vaca.

## 3.7 DETERMINACIONES

### 3.7.1 En la pastura

#### 3.7.1.1 Cantidad de forraje

Se determinó la cantidad de forraje por método de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975) los días 9/11, 14/12/05 y 24/1/06 en los tres potreros de campo nativo. Las muestras fueron tomadas en base a cortes a ras del suelo en cuadros de 30 \* 30 cm.

#### 3.7.1.2 Composición botánica

Durante el período experimental se determinó la composición botánica de los potreros por contribución específica en cuadros 30 \* 30.

### 3.7.2 En el animal

#### 3.7.2.1 Seguimiento folicular

Con el objetivo de descartar vacas ciclando, el 3/11, se determinó actividad ovárica mediante ecografía transrectal a todas las vacas. Se descartaron vacas con presencia de cuerpo lúteo. En cada tratamiento se seleccionaron 10 vacas para monitorear los ovarios mediante ecografías

transrectales, durante el período 9/11 a 21/12. Se realizó tres ecografías por semana en el período 9/11 a 2/12 y del 2/12 al 21/12, dos ecografías semanales. Se empleó un equipo ALOKA 500 provisto de una sonda transdutora de alta frecuencia (5,5 MHz). Para la ubicación de las estructuras ováricas, se colocó el transductor sobre cada ovario y se rotó sobre su eje longitudinal. En cada ecografía se llevó registros individuales de ubicación y tamaño de los folículos observados. El tamaño folicular fue determinado con el calibre del ecógrafo.

Se calculó:

a) vacas con folículo mayor o igual a 10 mm (FM10), como número de vacas con uno o más folículos mayores o iguales a 10 mm / total de vacas ecografiadas \* 100

b) tamaño del folículo mayor encontrado en los dos ovarios (FM)

c) vacas con presencia de cuerpo lúteo al día 102 (CL102)

d) días desde iniciado el destete temporario hasta el primer registro de cuerpo lúteo (IDCL)

### 3.7.2.2 Determinación visual de celo

Durante el período desde el 8/11 a fin del entore se procedió a la observación de los animales durante la mañana y tarde por períodos de 40 minutos, para detectar animales en celo. La presencia de celo fue determinada por la observación de monta homosexual o por toro (Alexander et al., 1986). Se

calculó el VPC como vacas que presentaron celo, como el número de vacas con determinación de celo / las vacas totales en el experimento\* 100.

#### 3.7.2.3 Condición corporal

Durante el período 11/8/05 - 10/2/06 y cada 15 días, se determinó por parte de un observador entrenado, condición corporal en todos los animales, mediante el empleo de la escala de 8 puntos de apreciación visual adaptada para ganado Hereford en Uruguay (Vizcarra et al., 1986).

#### 3.7.2.4 Producción de leche

La producción de leche de 26 vacas se registró en los días 8/11/05 = PL0, 28/11/05 = PL19, 11/1/06 = PL63 y 25/1/06 = PL77. Se empleó el método de la diferencia entre el peso del ternero antes y después de mamar, técnica de “pesar-mamar-pesar”, luego de una separación de doce horas (Morgan et al., 1981).

#### 3.7.2.5 Porcentaje de preñez temprana y total

Se realizó tres ultrasonografías transrectales el 25/1/06, 23/2/06 y 29/3/06, lo que permitió determinar el porcentaje de preñez durante el primer tercio del entore = Pt y preñez al fin del entore = Pf. El porcentaje de vacas preñadas se calculó como el número de vacas preñadas / vacas totales en el experimento o en tratamiento \* 100.

### 3.7.2.6 Peso de los terneros

El 19/10/05 y al destete definitivo 16/3/06 los terneros se pesaron, sin ayuno previo.

## 3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El efecto de suplementación y destete temporario sobre FM10, VPC, CL102 y Pf se analizaron como variable binomial (PROC FREQ, SAS 9.3, 2003) con test de Fisher.

El efecto de la suplementación y el destete temporario sobre Pt se analizó como variable binomial mediante el test exacto de Fisher (STATA, 2003), con CC como covariable.

El efecto de la suplementación y el destete temporario sobre el porcentaje de Pf se analizó como variable binomial mediante la prueba de Chi cuadrado (PROC FREQ, SAS 9.3, 2003).

El efecto de destete temporario, suplementación, fecha de parto y CCP sobre el intervalo inicio del destete - primera determinación de cuerpo lúteo (IDCL) se analizó mediante ANOVA (Proc. LS Means, SAS 9.3, 2003), mediante el modelo:

$$Y_{ij} = \mu + D_i + AA_j + D*AA_{ij} + b1_{dpp_{ij}} + b2_{ccp_{ij}} + e_{ij}$$

Y = IDCL

$\mu$  = intercepto

$D_i$  = efecto del destete temporario

$AA_j$  = efecto del suplementación con AA

$D*AA_{ij}$  = interacción entre tratamientos de destete y suplemento

$i = 1, 2$  efecto del tratamiento de destete

$j = 1, 2$  efecto del tratamiento de suplementación

$D_{pp}$  = días desde el parto

CCP = condición corporal al parto

$b_1, b_2$  = coeficientes de regresión

$e$  = error aleatorio

El efecto de destete temporario, suplementación, fecha de parto, condición corporal al parto y los días de aplicado el destete temporario sobre FM, se analizó con modelos de medidas repetidas en el tiempo (PROC MIXED, SAS 9.3, 2003), con el modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + AA_j + D*AA_{ij} + d_k + b_1ccp_{ijk} + b_2d_{ijk} + e_{ijk}$$

$Y = FM$

$\mu$  = intercepto

$D$  = efecto del destete

$AA$  = efecto del suplemento

$D*AA$  = interacción entre tratamientos de destete y suplemento

$i = 1, 2$  efecto del tratamiento de destete

$j = 1, 2$  efecto del tratamiento de suplementación

$k = 53, 55, 58, \dots, 88$  días posparto

$d$  = días desde el parto

ccp = condición corporal al parto  
d = días de iniciado el destete  
b1, b2 = coeficientes de regresión  
e = error aleatorio

La interacción entre D\*AA fue analizada por contraste entre medias.

El efecto de destete temporario, suplementación, fecha de parto, condición corporal al parto y días, sobre CC se analizó con modelos de medidas repetidas en el tiempo (PROC MIXED, SAS 9.3, 2003) con el modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + AA_j + D*AA_{ij} + dpp_k + b1ccp_{ijk} + e_{ijk}$$

Y = Condición corporal

$\mu$  = intercepto

D = efecto del destete temporario

AA = efecto del suplemento

D\*AA = interacción entre tratamientos de destete y suplemento

$i = 1, 2$  efecto del tratamiento de destete

$j = 1, 2$  efecto del tratamiento de suplementación

$k = -37, -24, -10, \dots, 193$  días posparto

dpp = días desde el parto

ccp = condición corporal al parto

b1 = coeficientes de regresión

e = error aleatorio

La interacción entre D\*AA fue analizada por contraste entre medias.

El efecto de destete temporario, suplementación, fecha de parto, condición corporal al parto y producción de leche previo al inicio de los tratamientos sobre la producción de leche a PL19, PL63 y PL77 días de iniciado el destete temporario se analizó mediante ANOVA (Proc. LS Means, SAS 9.3, 2003) con el modelo:

$$Y_{ij} = \mu + D_i + AA_j + D*AA_{ij} + b_1 dpp_{ij} + b_2 ccp_{ij} + b_3 pl53_{ij} + e_{ij}$$

$Y = PL$

$\mu$  = intercepto

$D$  = efecto del destete

$AA$  = efecto del suplemento

$D*AA$  = interacción entre tratamientos de destete y suplemento

$i = 1, 2$  efecto del tratamiento de destete

$j = 1, 2$  efecto del tratamiento de suplementación

$Dpp$  = días desde el parto

$ccp$  = condición corporal al parto

$pl53$  = producción de leche el día 53 posparto

$b_1, b_2, b_3$  = coeficientes de regresión

$E$  = error aleatorio

El efecto de destete temporario, suplementación, peso del ternero previo a los tratamientos y edad del ternero sobre el peso al destete definitivo 180 días de edad (PD), se analizó mediante ANOVA (Proc. LS-Means, SAS 9.3, 2003) con el modelo:

$$Y_{ij} = \mu + D_i + AA_j + D*AA_{ij} + b_1 \text{pt}_{19/10} ij + b_2 \text{ccp} ij + b_3 \text{ed} ij + e_{ij}$$

$Y = \text{PD}$

$\mu$  = intercepto

$D$  = efecto del destete

$AA$  = efecto del suplemento

$D*AA$  = interacción entre tratamientos de destete y suplemento

$i = 1, 2$  efecto del tratamiento de destete

$j = 1, 2$  efecto del tratamiento de suplementación

$\text{Pt}_{19/10}$  = peso del ternero el 19/10

$\text{ccp}$  = condición corporal al parto de la madre

$\text{ed}$  = edad del ternero

$b_1, b_2, b_3$  = coeficientes de regresión

$e$  = error aleatorio

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 CLIMA Y PASTURA

En el Cuadro 6 se presenta la descripción de los parámetros climáticos durante el período setiembre 2005 - marzo 2006.

Cuadro 6 Temperatura media, precipitaciones y número de heladas durante el período setiembre 2005 – marzo 2006

	<i>Setiembre</i>	<i>Octubre</i>	<i>Noviembre</i>	<i>Diciembre</i>	<i>Enero</i>	<i>Febrero</i>
<b>TMED</b>	13,4	16,3	21,3	22,8	26,5	24,6
<b>P</b>	130,8	135,5	40,2	45,3	111,1	36,4
<b>P*</b>	107	118	129	119	116	132
<b>FP</b>	5	6	3	7	8	7
<b>HA</b>	17	5	1	0	0	0
<b>HA*</b>	4,6	1,4	0,2	0	0	0

Fuente: Saravia<sup>1</sup>, URUGUAY. DNM (1996)

Referencias:

TMED = Temperatura media mensual,

P = Precipitación acumulada mensual,

P\* = Precipitación acumulada mensual período 1961-1990 Salto (ciudad),

FP = Días con precipitación,

HA = Heladas agro meteorológicas (0,05 m),

HA\* = Heladas agro meteorológicas (0,05 m) período 2000 – 2004 EEFA.

El clima previo al período experimental, se caracterizó por un gran número de días con heladas agro meteorológicas (HA) durante los meses de setiembre y octubre, en comparación con los registros históricos del número de heladas ocurridas en la estación (HA\*).

---

<sup>1</sup> Saravia, C. 2006. Com. personal.

Las precipitaciones del período experimental (P), resultaron aproximadamente la mitad de las precipitaciones medias históricas (P\* 1961-1990), ocurridas en los meses noviembre, diciembre, febrero y marzo. Las precipitaciones en primavera y verano, son la principal determinante del crecimiento en campos nativos (Bermúdez y Ayala, 2005).

En el Cuadro 7 se presenta la cantidad de forraje durante el período noviembre – enero.

Cuadro 7 Cantidad de forraje (kg MS /ha) durante noviembre, diciembre y enero

<b>NOVIEMBRE</b> 9/11/05		<b>DICIEMBRE</b> 14/12/05		<b>ENERO</b> 19/1/06	
<i>Promedio</i>	<i>DE</i>	<i>Promedio</i>	<i>DE</i>	<i>Promedio</i>	<i>DE</i>
881	325	1217	357	1174	382

Referencias: promedios y desvío estándar

Bajo un régimen de lluvias promedio, los análisis de registros de suelos superficiales y profundos en la región basáltica, presentaron un período variable de déficit hídrico entre octubre y marzo (Berreta et al., 1998). Para el Basalto, la tasa de crecimiento en noviembre y diciembre se explicaría mayoritariamente por las precipitaciones (Berreta et al., 1998). La cantidad de forraje se incrementó de noviembre a diciembre, a pesar de las bajas precipitaciones registradas en ese período. Este incremento podría explicarse por el agua acumulada en el suelo de precipitaciones anteriores o la escala de tiempo a la cual se expresa en la pastura el déficit hídrico.

La cantidad de forraje presente disminuyó en enero (Cuadro 7), a pesar de las lluvias registradas. El efecto del pastoreo y la ocurrencia de lluvias a fines de enero contribuyen a explicar los resultados.

## 4.2 CONDICIÓN CORPORAL

La CCP fue de  $3,9 \pm 0,4$ , la cual resultó inferior a la “óptima” recomendada por la investigación nacional. En vacas primíparas de CCP 4 el porcentaje de preñez (49%) refleja la manifestación del anestro posparto por nutrición energética (Orcasberro et al., 1992). La CCP recomendada para esta categoría es de 4,5 y ha sido reportada como más sensible que vacas adultas a cambios de CC posparto (Orcasberro et al., 1992).

En el cuadro 8 se presenta el efecto del destete temporario y la suplementación sobre la CC.

Cuadro 8 Efecto del destete temporario y la suplementación sobre la CC

	<i>DT</i>		<i>SUP</i>		<i>DE</i>	<i>n</i>	<i>Destete</i>	<i>Efecto</i> <i>Suplementación</i>	<i>DT*SUP</i>
	<i>DT</i>	<i>DT+S</i>	<i>SAA</i>	<i>CAA</i>					
CC	3,84	3,76	3,79	3,81	0,036	57	Ns	Ns	*

### Referencias:

DT: destete temporario con tablilla nasal 14 días, sin separación del ternero.

DT+S: destete temporario con separación de 7 días del ternero y con tablilla nasal 7 días

cAA: suplementación con afrechillo de arroz integral a 2 kg/animal/día.

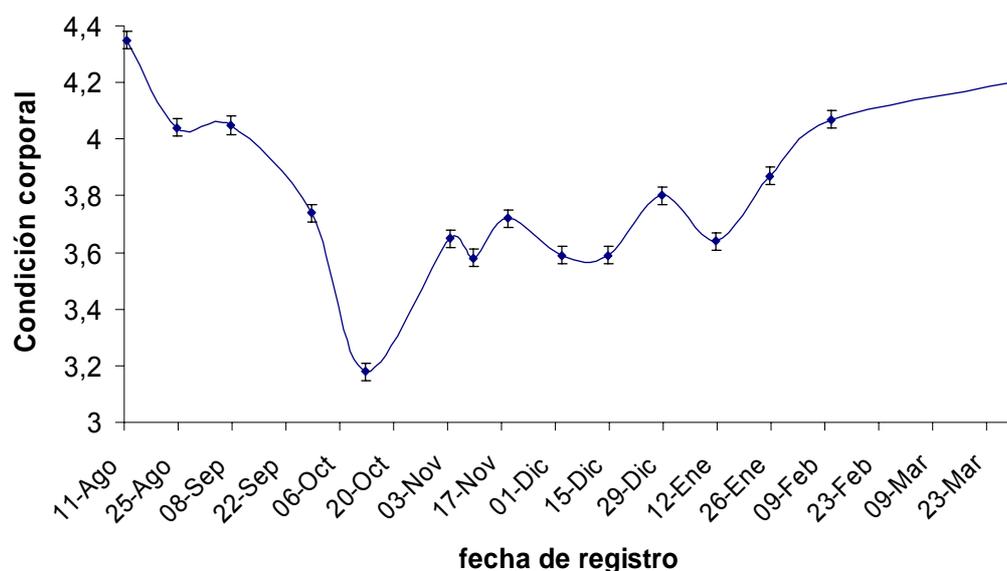
sAA: sin suplementación.

\*  $p < 0,05$

No se encontró efecto de los tratamientos sobre la CC (DT  $p = 0,14$ ; SUP  $p = 0,7$ ). Como ocurrió en el experimento de Do Carmo (2006), la suplementación E de corta duración suministrada después del destete temporario, no mejoró la CC. La E aportada por la suplementación no fue destinada a reservas corporales y estaría disponible para otras funciones fisiológicas. Se encontró interacción DT\*SUP, por una mayor CC por la suplementación en el grupo sin separación del ternero ( $p < 0,05$ ). El tipo de destete temporario usó de forma diferente la E del suplemento, destinando más E para reservas en el grupo DTCAA.

Desde el momento en que fueron aplicados los tratamientos la CC se mantuvo o se encontró un leve incremento hasta el día 116 posparto (Figura 3). Esto muestra que durante ese período el BE fue neutro. A partir de ese momento y hasta el fin de entore (193 días posparto) las vacas recuperan condición, y alcanzaron registros similares al parto ( $4,2 \pm 0,6$ ).

Figura 3 Evolución de condición corporal (promedio de mínimos cuadrados)



A los  $-37 \pm 10$  días posparto, las vacas se encontraban con  $4,35 \pm 0,06$  de CC. La misma presentó un descenso de 1 unidad hasta el día 25 posparto, alcanzando CC  $3,18 \pm 0,06$ . La magnitud de las pérdidas registradas en el posparto temprano coinciden con las reportadas en otros experimentos (Houghton et al., 1990a) y son reflejo del BEN durante el posparto temprano. En este período, la prioridad fisiológica es la producción de leche (Bauman y Curie

1980, Short et al. 1990, Staples et al. 1990) y se movilizan reservas corporales para mantener la demanda de E para lactación.

Por cada unidad de CC al parto más, la CC aumentó en 0,43 unidades ( $p < 0,0001$ ). Las vacas con mejor CCP tuvieron mejor CC durante el período experimental. Vacas con mayor CCP pierden más condición que vacas flacas (Houghthon et al. 1990a, Sinclair et al. 2002, Lake et al. 2005), pero mantuvieron mejor CC en el posparto. Mejor CCP determinó un mejor BE.

En Uruguay, vacas primíparas con CCP  $3,42 \pm 0,3$ , perdieron 0,2 unidades de CC en el posparto (Do Carmo, 2006). Posteriormente la recuperación ocurre rápidamente en relación al presente experimento. Esto sería explicado por diferencias en consumo de E, requerimientos de mantenimiento y producción de leche, asociados a la CCP y cantidad de forraje entre los experimentos. Comparando el presente experimento con Do Carmo (2006), la CCP fue mayor y el cantidad de forraje menor. Posiblemente las vacas, al tener mayor CCP, consumieron menos y produjeron más leche en una situación de menor forraje, lo que determinó pérdidas importantes y una lenta recuperación de CC. En el experimento de Do Carmo (2006) pierden poca CC y recuperan rápidamente.

En base al cambio de CC presentado en la Figura 3, el nadir del BE se encontró antes del día 25 posparto debido a que los cambios de E internos se expresan posteriormente en CC (Block et al., 2001). Este momento está asociado a aumentos en IGF-1, insulina, aumento de respuesta a LH y estrógenos lo que provocaría o se asociaría con un aumento en la pulsatilidad de LH (Butler, 2003). La mejora en el estatus energético cambia la concentración de GH, insulina, IGF-1, glucosa y NEFA en sangre, que serían

señales que afectan la secreción de LH en el corto o largo plazo (Bossis et al., 2000). El destete temporario y la suplementación E de corta duración, actúan en un momento con mejor concentración de metabolitos y hormonas asociadas al reinicio de la ovulación y preñez.

#### 4.3 PRODUCCIÓN DE LECHE

Los tratamientos no afectaron de forma diferencial la PL19, PL63 y PL77 (cuadro 9).

Cuadro 9 Efecto del destete temporario y la suplementación sobre la producción de leche

	<i>Promedio</i>	<i>DE</i>	<i>n</i>	<i>Destete</i>	<i>Efecto Suplementación</i>	<i>DT*SUP</i>
<b>PL 0</b>	4,9	1,2	26	--	--	--
<b>PL 19</b>	3,2	1,4	22	p = 0,4	p = 0,7	p = 0,8
<b>PL 63</b>	3,7	1,1	24	p = 0,6	p = 0,4	p = 0,4
<b>PL 77</b>	4,9	1,6	23	p = 0,5	p = 0,7	p = 0,8

Referencias:

PL0: producción de leche día 53 posparto, previo al destete temporario;

PL19: producción de leche día 19 posdestete temporario, 72 días posparto;

PL63: producción de leche día 63 posdestete temporario, 116 días posparto;

PL77: producción de leche día 77 posdestete temporario, 130 días posparto;

DE: desvío estándar; n: número de animales.

Esto difiere con experimentos donde la separación del par vaca-ternero redujo la PL (Lamb et al., 1999). La no remoción de la leche producida a diferencia del experimento de Lamb et al. (1999) y el corto período separación estarían modificando la respuesta de la ausencia del ternero en la producción de leche en este nuestro experimento.

La suplementación no incrementó la producción de leche, lo cual difiere con lo reportado para vacas con mejor nutrición posparto (Houghton et al. 1990a, Lalman et al. 2000, Sinclair et al. 2002, Ciccioli et al. 2003). En los experimentos donde los cambios en la nutrición se asociaron a mejoras en la PL, la suplementación se inició con el parto, momento en el cual la prioridad fisiológica para el uso de la E la tiene la lactación. La suplementación después del pico de lactación, en combinación con el destete temporario no incrementó la producción de leche y mejoraría el status energético.

La suplementación con bajo contenido de fibra detergente neutro y carbohidratos de rápida fermentación, en vacas a pastoreo de campo nativo, produciría cambios en las proporciones de los ácidos grasos volátiles (AGV) producidos en el rumen, mejorando la relación propiónico : acético (Hawkins et al. 2000, Lalman et al. 2000). Un aumento en el propiónico podría reducir el % de grasa en leche (Lalman et al., 2000) por lo que la suplementación podría reducir los requerimientos de E.

La PL19 disminuyó 1,6 litros/vaca/día una vez aplicado el destete temporario y experimentó un aumento leve de 0,4 litros/vaca/día a PL63. La producción continuó en aumento hasta PL77 e igualó la producción previo al los tratamientos (4,9 litros /vaca/día). La reducción en la producción de leche ante la aplicación del destete temporario, fue similar a la reportada en trabajos nacionales (Soca et al., 1992). En PL19, el modelo utilizado explicó un porcentaje reducido de la variación ( $r^2 = 0,13$ ) y ninguno de los parámetros explicaron significativamente la variación encontrada. En PL63, el modelo explicó el 25% de la variación ( $r^2 = 0,25$ ) y la producción de leche a esta fecha se asoció a la fecha de parto ( $p < 0,05$ ). Un día de atraso en la fecha de parto aumentó 0,11 kilogramos la PL63. A medida que transcurren los días posparto, la demanda de E para producción de leche se reduce después del pico de

lactación. La CCP y producción de leche previa a los tratamientos no afectó PL63. El modelo de análisis de la variación explicó poco PL77 ( $r^2 = 0,10$ ) y las covariables CC al parto y fecha de parto no estuvieron asociadas.

El modelo utilizado para estimar el peso al destete explicó el 64% de la variación ( $r^2 = 0,64$ ). El peso de los terneros al destete definitivo fue afectado por el peso vivo antes de iniciado el destete temporario ( $p < 0,0001$ ), pero no por la edad del ternero ( $p = 0,2$ ), ni la CCP de la vaca ( $p = 0,6$ ).

El peso al destete definitivo ( $180 \pm 10$  días posparto), no resultó diferente entre tratamientos (155 vs 156 para DT y DT+S  $p = 0,8$ ; 155 vs 156 para CAA vs SAA,  $p = 0,8$ ), lo cual permitiría confirmar la ausencia de diferencias entre tratamientos en producción de leche. En experimentos, donde se comparó los tipos de destete temporario empleados en el presente experimento, el DTS redujo el peso al destete ( $p < 0,1$ ) comparado DT (Do Carmo, 2006).

Observando solamente los resultados obtenidos en PL no existirían diferencias en el BE entre el DT y DT+S. Las diferencias en BE en este experimento estarían explicadas por la suplementación.

#### 4.4 VARIABLES REPRODUCTIVAS

Las vacas, además de tener CCP menor a la recomendada, experimentaron pérdidas de CC durante el período parto - inicio del entore (Figura 3), por lo que se verían afectados el reinicio de la ciclicidad (Staples et al., 1990) y preñez (Orcasberro et al., 1992). Previo al destete temporario, el FM resultó ser  $5,23 \pm 0,3$  mm, valor distante a lo reportado por la literatura como tamaño del folículo capaz de ejercer dominancia sobre otros folículos y

presentar posterior ovulación (Lucy et al. 1991b, Roche y Diskin 2005). La CCP ( $3,9 \pm 0,4$ ), las pérdidas de CC posparto (Figura 3) y la cantidad de forraje en este período (Cuadro7), explicarían en parte el reducido FM.

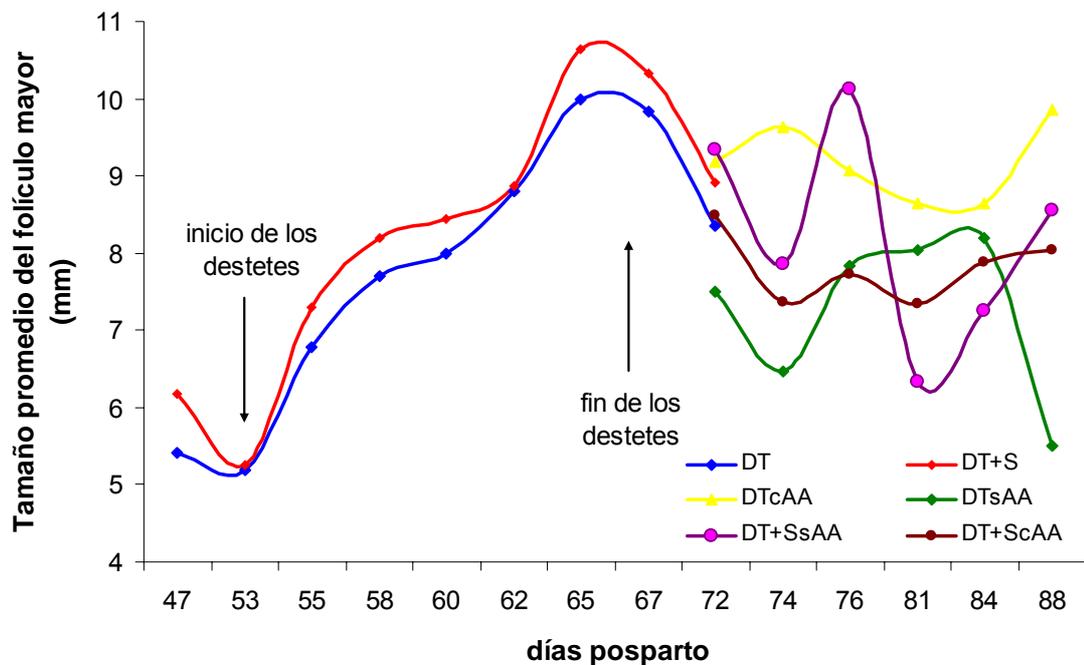
Desde el comienzo del destete temporario (día 53 posparto), el FM se incrementó con el transcurso de los días en ambos grupos de vacas sometidos a DT+S y DT ( $p < 0,0001$ ). Al final del destete temporario (día 65), se obtuvieron valores de FM mayores a 10 mm y 50 % de las vacas alcanzaron FM10. Ambas formas del control del amamantamiento fueron efectivos en generar crecimiento folicular de manera importante, lo cual coincide con lo reportado por antecedentes nacionales (Rodríguez Irazoqui et al. 2005, Do Carmo 2006) y extranjeros (Stagg et al., 1998). El incremento en el tamaño de los folículos estaría explicado por un aumento en la pulsatilidad de LH, dado por la interrupción del vínculo maternal (Stagg et al., 1998) y por un aumento en la E disponible, por reducción de la producción de leche (Soca et al. 1992, Echenagusía et al. 1994). El aumento en el nivel de E provocado por el destete, aumentaría la concentración de GH, insulina, IGF-1 y glucosa y las que podrían mejorar la pulsatilidad de LH (Bossis et al., 2000) y/o respuesta del ovario a LH (Schillo, 1992). Estos cambios provocados por el destete temporario ocurrieron después del nadir de E, donde las condiciones metabólicas son favorables para la ovulación.

No se encontró efecto del DT sobre el FM y FM10 (DT vs DT+S, FM  $p = 0,5$ ; FM10  $p = 0,7$ ). Sin embargo, el FM resultó superior en DT+S durante todo el período de destete (Figura 4). Tanto el DT como el DT+S incrementaron el tamaño de los folículos, posiblemente por aumento de la pulsatilidad de LH que, a su vez, sería generado por la interrupción del vínculo vaca-ternero y amamantamiento (Lamb et al. 1999, Quintans et al. 2004). La interrupción total del vínculo vaca-ternero, durante 5 días en el grupo DT+S provocaría una

mayor pulsatilidad de LH comparado con el grupo DT, lo que contribuye a explicar el mayor aumento de FM (Quintans et al., 2004).

En el siguiente grafico se presenta la evolución del tamaño promedio del FM durante el período 53 – 88 días posparto.

Figura 4 Evolución del FM desde el inicio del destete temporario (53 días posparto) al día 88 posparto (promedio de mínimos cuadrados)



DT: destete temporario con tablilla nasal 14 días, sin separación del ternero.  
 DT+S: destete temporario con separación de 7 días del ternero y con tablilla nasal 7 días  
 cAA: suplementación con afrechillo de arroz integral a 2 kg/animal/día.  
 sAA: sin suplementación.

Comparando estas modalidades de destete temporario se encontraron resultados similares, que muestran que el tamaño de los folículos fue mayor cuando se incluyó la separación del ternero (Quintans et al. 2004, Do Carmo 2006). Folículos mayores tendrían mayor probabilidad de ovular (Lucy et al.

1991b, Roche y Diskin 2005) y se asociaría con una mejor función del cuerpo lúteo (Bossis et al., 2000).

En este experimento el incremento en el FM, no estaría explicado por una menor producción de leche del grupo DT+S (Cuadro 8).

La posibilidad de que se incremente el consumo voluntario de forraje por la separación del par vaca - ternero (Bar-Peled et al., 1995), mejorando el BE e incrementando el tamaño de los folículos, podría encontrar limitaciones en los atributos de la pastura (Cuadro 7).

Una vez finalizada la aplicación del destete temporario se registró un descenso en el FM, lo cual resultó similar para ambas formas de destete temporario.

La suplementación no afectó el tamaño del FM ( $p = 0,2$ ), sin embargo se encontró interacción DT\*CAA sobre el FM ( $p < 0,007$ ). La suplementación energética de corta duración aumentó el FM sólo en el grupo DT (8,5 vs 7,4 mm para DTCAA y DTSAA respectivamente,  $p < 0,05$ ). La E proporcionada por el suplemento tiene un uso diferente cuando es proporcionada a vacas con DT vs DT+S. Comparando estos dos grupos, DT respondió a la suplementación energética aumentando la CC y el FM.

Sería esperable que la suplementación energética mejore el BE y aumente la concentración de GH, insulina, IGF-1, glucosa, NEFA y leptina (Bossis et al. 2000, Webb et al. 2004). Estos cambios mejorarían la calidad del folículo, oocito, embrión (Boland, 2003) y función del cuerpo lúteo (Bossis et al. 1999, Bossis et al. 2000), sin modificar el FM (Bossis et al. 1999, Kendrick et al. 1999).

La CCP se asoció al crecimiento folicular ( $p < 0,002$ ), por cada unidad de aumento en la CCP el FM se incrementó  $1,53 \pm 0,45$  mm. La relación entre la CCP y el tamaño folicular explicaría en parte el mayor tamaño del FM al final del destete en el presente experimento, comparando estos resultados con lo reportado por Do Carmo (2006). En el experimento de Do Carmo (2006) se empleó vacas primíparas con  $3,4 \pm 0,3$  CCP que durante el destete temporario se encontraban recuperando CC. El crecimiento de los folículos, en respuesta al destete temporario, sería influenciado fuertemente por la nutrición preparto (representado en este caso como CCP) y tendría reducido efecto de la nutrición durante el destete temporario o estaría limitado por la nutrición pre parto (Perry et al., 1991). Mejor CCP redujo los días a ovulación, pero no se encontró efecto de la nutrición posparto (Perry et al. 1991, Sinclair et al. 2002).

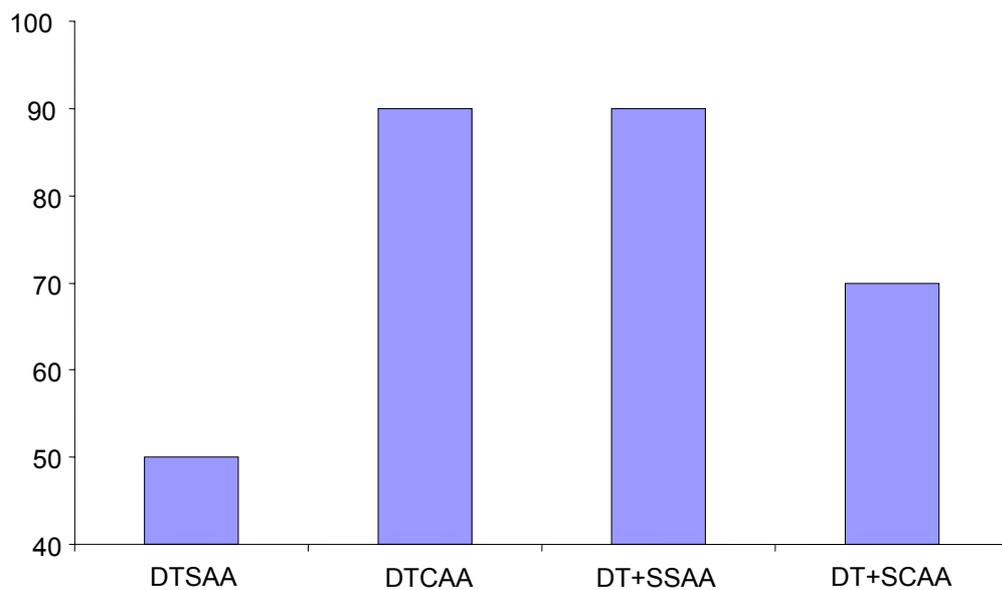
Restricciones en el consumo de E durante 3 a 4 días tienen efectos depresivos inmediatos e importantes en la tasa de crecimiento de folículos (Roche y Diskin, 2005). Se reportaron incrementos en la concentración de insulina, glucosa y leptina en los primeros tres días del inicio de suplementación (Viñoles et al., 2005), por lo que cambios en el BE se reflejan rápidamente en la concentración de los metabolitos. Suministrar una proporción importante de los requerimientos con un alimento energético podría estabilizar el consumo de E de animales en pastoreo. La suplementación, además de aportar una cantidad importante de EM, podría reducir el tiempo de pastoreo sin afectar el consumo de forraje, lo que reduce los requerimientos de E por pastoreo (Krysl y Hess, 1993) y provocaría una mayor estabilidad en el consumo de E. Como resultado, se evitarían efectos depresivos sobre el crecimiento folicular y función del cuerpo lúteo en el corto plazo, mejorando la probabilidad de preñez. Estos cambios en el corto plazo en el consumo de E estarían mediados por hormonas y metabolitos asociados a reproducción. Los registros meteorológicos y la

cantidad de forraje en este período podrían asociarse a reducciones en el consumo de E y el FM.

En el 75% de las vacas se detectó CL102, lo cual permite inferir que el destete temporario y la suplementación energética habrían provocado ovulación en la mayoría de las vacas.

En la Figura 5 se presenta el % de vacas con CL102.

Figura 5 Porcentaje de vacas con cuerpo lúteo hasta el día 102 posparto



No se encontró efecto del destete temporario ( $p = 0,2$ ) y la suplementación energética ( $p = 0,2$ ) sobre el % de vacas con CL102. Sin embargo, la inclusión de la separación del par vaca-ternero y la suplementación energética logran un aumento importante comparado con DTSAA. La

suplementación en el grupo DT alcanzó un mayor número de vacas con CL102 (DTCAA vs DTSA,  $p < 0,07$ ). El mayor tamaño alcanzado por FM, dado por la separación del par vaca ternero y la E disponible por la suplementación, provocaría un mejor tamaño y calidad del folículo preovulatorio, aumentando el % vacas con CL102 (Bossis et al. 1999, Bossis et al. 2000, Roche y Diskin 2005).

La ausencia de diferencias estadísticas, a pesar de las diferencias encontradas en todas las variables binomiales, puede deberse al reducido número de animales experimentales usado para el análisis estadístico.

Se reportó 27 puntos porcentuales más en las vacas con DT+S vs DT (Do Carmo, 2006). Este resultado muestra un efecto importante de DT+S que no se expresó en el presente experimento. En caso de que la separación del par vaca-ternero incremente el consumo voluntario (Bar-Peled et al., 1995) y sea uno de los factores que mejoran el % de ovulación y preñez, pudo no expresarse debido a la falta de forraje en este período.

Las vacas ovularon a los  $27,5 \pm 0,003$  días (promedio de mínimos cuadrados) de iniciado el destete temporario. Este valor es importante ya que, debido al tamaño folicular al inicio del experimento las vacas tenían escasa probabilidad de ovular. Por lo tanto, la aplicación de los tratamientos fue efectiva en generar crecimiento folicular y ovulación.

La suplementación prolongó el intervalo IDCL (CAA 33 vs SAA 24,  $p < 0,03$ ) y la separación por 7 días del ternero no lo modificó ( $p = 0,7$ ). La suplementación pudo prolongar el crecimiento de los folículos y extender el IDCL. En ovinos, la suplementación energética de corta duración prolongó el tiempo de la fase de crecimiento y dominancia de los folículos (Viñoles et al.,

2005). La fecha de parto y la CCP no afectaron el IDCL ( $p = 0,7$ ,  $p = 0,3$ , para fecha de parto y CCP, respectivamente).

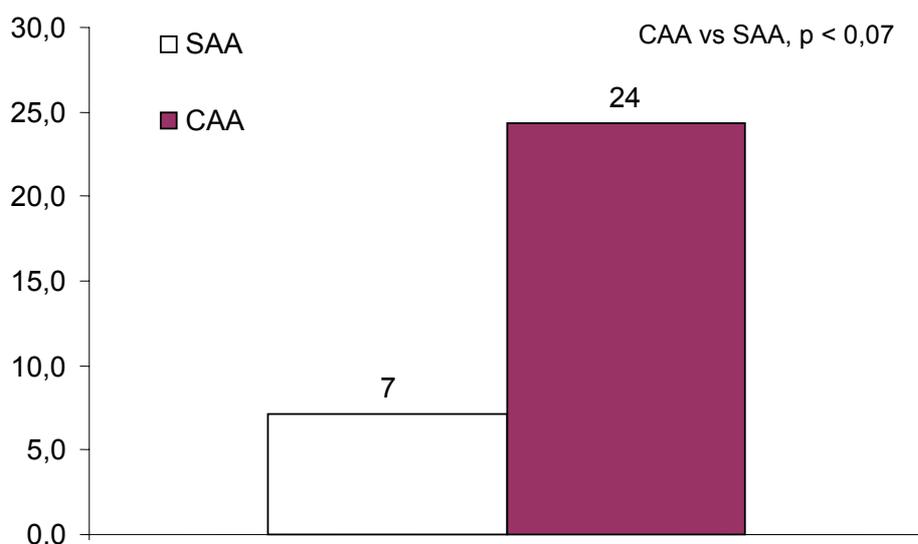
Se detectó VPC en 9 vacas (16%), de las cuales 3 ocurrieron en el primer tercio del entore. Durante el primer tercio del entore se detectó CL102 en el 75% de las vacas, lo cual indica que la técnica utilizada no fue precisa en detectar celo en estas condiciones.

Se reporta una influencia importante del BE, nutrición posparto y CCP sobre la detección de celos (Spicer et al. 1990, Spitzer et al. 1995). El BE estaría afectando la expresión del estro o comportamiento sexual, posiblemente explicado por bajos niveles de estradiol, principal hormona en estimular la expresión de estro (Hafez, 1962). La CCP y el BE posparto determinaron un reducido nivel de estradiol y escasa expresión de estro, explicados por menor concentración de LH y tamaño de folículo ovulatorio.

La modalidad de destete (DT vs DT+S, 18 vs 14% respectivamente,  $p = 0,3$ ) no afectó el % de VPC, sin embargo, la suplementación tuvo un efecto importante ( $p < 0,07$ ).

En el siguiente gráfico se presenta el efecto de la suplementación sobre el porcentaje y número de VPC, durante el entore (67 a 157 días posparto).

Figura 6 Efecto de la suplementación energética de corta duración sobre el porcentaje de VPC durante el entore



La suplementación energética de corta duración podría mejorar la concentración de estradiol, asociada a mayor concentración de LH y tamaño de folículo ovulatorio, y determinaría una mejor función del cuerpo lúteo (Bossis et al. 1999, Bossis et al. 2000). Esos cambios determinarían una mejor función o persistencia del cuerpo lúteo (Spicer et al. 1990, Bossis et al. 2000). La suplementación E de corta duración, aplicada en conjunto con el destete temporario luego del nadir de E, mejoraría el funcionamiento del ovario. La mejor función del ovario estaría explicada en parte por el BE, asociado a un aumento en la concentración de GH, insulina, IGF-1, glucosa, NEFA y leptina (Bossis et al. 2000, Webb et al. 2004). Estos cambios mejorarían la calidad del folículo, oocito y/o embrión (Boland, 2003).

En el Cuadro 10 se presenta el efecto de la suplementación y el destete temporario sobre la Pt.

Cuadro 10 Efecto de la suplementación energética de corta duración y el destete temporario sobre preñez temprana

	<b>SAA</b>	<b>CAA</b>	<b>Total</b>
<b>DT</b>	14 (2/14) Aa	43 (6/14) Aa	29 (8/28) a
<b>DT+S</b>	36 (5/14) Aa	40 (6/15) Aa	38 (11/29) a
<b>Total</b>	25 (7/28) A	41 (12/29) B	33 (19/57)

Letras mayúsculas diferentes entre columnas difieren en  $p < 0,1$ .

Letras minúsculas diferentes entre filas difieren en  $p < 0,1$ .

La suplementación energética de corta duración mejoró la Pt ( $p = 0,1$ ) y el tipo de destete temporario no afectó Pt estadísticamente ( $p = 0,4$ ), aunque las diferencias biológicas son importantes (Cuadro 10).

Los resultados coinciden con el único antecedente nacional donde se aplicó el DT+S y la suplementación E de corta duración. En dicho trabajo se reportó una mejora de la preñez temprana por efecto de la suplementación (68% vs 46%,  $p < 0,1$ ). No se encontró diferencias entre tratamientos de destete, ni por la interacción destete\*suplementación, aunque las diferencias son importantes (DT+S vs DT 65 y 50% respectivamente) (Do Carmo, 2006). Esto muestra una consistencia en los resultados, a pesar de ser años distintos en cuanto al clima, cantidad de forraje y CCP. En el presente experimento la mayor CCP determinó, posiblemente, mayor crecimiento folicular y mayor % de vacas con cuerpo lúteo en todos los tratamientos, en comparación con el experimento de Do Carmo (2006). Las malas condiciones climáticas y la cantidad de forraje podrían determinar cuerpos lúteos con baja persistencia que no lograrían mantener la preñez. Las vacas con mejor CCP tendrían una respuesta importante al destete temporario en crecimiento de los folículos y ovulación, pero existiría un fuerte control del BE en la "calidad" del folículo

ovulatorio y/o cuerpo lúteo. Esto provocaría que de un 75% de vacas que ovularon sólo 33% consiguieran establecer Pt. Posiblemente la escasa cantidad de forraje provocó que la E fuera destinada a leche y a recuperación de CC (Bauman y Curie 1980, Short et al. 1990) y el status energético no consiguió que se preñaran en gran número. Comparando los grupos CAA vs SAA, la suplementación energética de corta duración aplicada después del destete temporario mejoró el BE y permitió incrementar la preñez. Como se dijo anteriormente, el nadir de E se alcanzó antes del día 25 posparto, por lo que el BE estaría recuperándose durante el destete temporario y la suplementación. Los tratamientos provocan un mejor BE o aumento en la E disponible que está asociada a aumentos en IGF-1, insulina, GH (Bossis et al., 2000). Esto constituiría señales entre la nutrición y el eje hipotálamo – hipófisis - ovario (Bossis et al. 1999, Webb et al. 2004, Hess et al. 2005). La suplementación energética a nivel ruminal aumentaría la fermentación propiónica. Esta vía de fermentación es más eficiente energéticamente que la fermentación acética y butírica y es precursora para glucogénesis, en un momento en que el metabolismo realiza neoglucogénesis para cumplir con las demandas de E (Hawkins et al., 2000).

Un incremento en la nutrición posparto generalmente provoca un mejor BE, pero gran parte de la E aportada es destinada a producción de leche (Houghton et al. 1990a, Lalman et al. 2000, Sinclair et al. 2002, Ciccioli et al. 2003). El destete temporario durante o antes de la suplementación redujo la producción de leche e incrementó el tamaño de los folículos, modificando el orden de prioridades en el uso de la E (Short et al., 1990) (Figura 1). En este caso, la E suministrada impactó de forma importante sobre la calidad del folículo y/o ovulación y en Pt, sin cambios en la CC y producción de leche. Respuestas importantes en preñez temprana han sido reportados a nivel nacional por la aplicación de destete temporario y suplementación E corta

duración (Soca et al. 2002, Carrere et al. 2005, Soca et al. 2005, Do Carmo 2006). El momento de la suplementación y la interacción con el destete temporario serían determinantes en el efecto de la suplementación posparto en preñez temprana, por modificaciones en el uso de la E. Esto explicaría en parte por qué la suplementación energética, o con lípidos, en el posparto temprano, no tiene un efecto claro sobre variables reproductivas (Browning et al. 1994, Stagg et al. 1998, Bottger et al. 2002, Sinclair et al. 2002, Lake et al. 2005).

El destete temporario, tanto DT y DT+S mejoró el BE por reducción en la producción de leche. Esta reducción fue similar para DT y DT+S, sin embargo el grupo DT+S alcanzó mayor Pt. El mayor porcentaje de vacas con CL102 y Pt en DT+S, muestra un efecto similar, pero en menor magnitud, a los grupos CAA, por lo que tendrían un mejor BE que el grupo DTSAA, el cual pudo estar explicado por un aumento en el consumo y mejor balance de E (Arletti et al. 1990, Bar-Peled et al. 1995). La cantidad de forraje presente en este período pudo evitar que el grupo DT+S alcanzara un mayor consumo voluntario que DT.

El incremento obtenido en Pt en el grupo CAA vs SAA se mantuvo en Pf ( $p = 0,1$ ). La suplementación energética de corta duración tuvo un efecto importante en el período de suministro, sin efectos posteriores.

La Pf resultó igual entre DT y DT+S, por lo que los tratamientos de destete temporario actúan en momentos diferentes. El grupo DT+S no mejoró la Pf comparado con el grupo DT, pero redujo el intervalo parto concepción. En otro año de aplicación de los mismos tratamientos de destete temporario, el DT no alcanzó los mismos porcentajes de preñez al fin del entore que DT+S (Do Carmo, 2006). La CCP fue mayor en este experimento comparado con el de Do Carmo (2006) y esto permitió incrementar el porcentaje de preñez al fin del entore en DT. La CCP resultó una variable significativa sobre Pt ( $p < 0,08$ ).

En el Cuadro 11 se presenta el efecto de la suplementación energética y el destete temporario sobre Pf.

Cuadro 11 Efecto de la suplementación energética de corta duración y el destete temporario sobre Pf

	<b>SAA</b>	<b>CAA</b>	<b>Total</b>
<b>DT</b>	79 (11/14) Aa	86 (12/14) Aa	82,5 (23/28) a
<b>DT+S</b>	71 (10/14) Aa	93 (14/15) Aa	82 (24/29) a
<b>Total</b>	75 (21/28) A	89,5 (26/29) B	82 (47/57)

Letras mayúsculas diferentes entre columnas difieren en  $p < 0,1$ .

Letras minúsculas diferentes entre filas difieren en  $p < 0,1$ .

En base a modelos que relacionan la CCP, CC al inicio del entore y la variación de CC con la probabilidad de preñez de vacas de segundo entore, la misma se ubicaría entre 40-50 % (Orcasberro et al., 1992). Dicho registro resultó ampliamente superado en el presente experimento, por lo que la CCP y al inicio del entore permitió una buena respuesta al destete temporario y la suplementación energética de corta duración.

El BE alcanzaría el nadir el día 25 posparto y posteriormente se recuperaría por lo que el balance fue positivo desde el día 25 al 47 posparto. A pesar de la recuperación en el BE hasta el día 53 posparto, las vacas se encontraban en anestro y presentaban un tamaño folicular reducido al día 53. En el momento de inicio de los tratamientos la prioridad en el uso de la energía la tiene la lactancia, crecimiento y reservas básicas de E (Short et al., 1990). Sin embargo, la suplementación y el destete temporario con separación del ternero provocaron crecimiento folicular, ovulación y mantenimiento de la preñez en un

período de BE neutro (según la evolución de CC), y donde la prioridad en el uso de E no es para reproducción.

## 5 CONCLUSIONES

Una mayor CCP mejoró la respuesta de los tratamientos, incrementando el tamaño de los folículos y la probabilidad de preñez temprana. Además, una mejor CCP se asoció con mejor CC para todo el período experimental.

Se encontró interacción destete\*suplemento por una mayor CC en el grupo DTCAA. No se encontró diferencias en CC entre grupos de suplementación y destete temporario.

No se encontró diferencias en producción de leche entre grupos de suplementación y destete temporario.

Los dos tipos de destete temporario incrementaron el tamaño de los folículos. El grupo DT+S alcanzó un mayor tamaño folicular y porcentaje de vacas con cuerpo lúteo. No se encontró diferencias en el porcentaje de celos detectados entre grupos de destete temporario.

Estos cambios se traducen en una mayor preñez temprana en el grupo DT+S pero no en preñez final.

La suplementación energética de corta duración incrementó el número de vacas con cuerpo lúteo y el número de celos detectados, sin cambios en el tamaño de los folículos. Se encontró interacción destete\*suplemento para el tamaño de los folículos. El grupo DTCAA alcanzó un mayor tamaño folicular.

La suplementación energética de corta duración, mejoró de forma importante la preñez temprana y final.

## 6 RESUMEN

Este experimento se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la suplementación energética de corta duración y el destete temporario en vacas primíparas en condición corporal (CC) “crítica”, sobre pasturas naturales. Se utilizó 57 vacas y sus respectivos terneros que fueron asignadas en base a fecha de parto, CC, sexo y peso del ternero, a un arreglo factorial 2x2 de tratamientos de destete temporario y suplementación. El día  $53 \pm 10$  posparto comenzó el destete temporario con tablilla 14 días (DT) o destete con separación del ternero 7 días + tablilla 7 días con tablilla nasal (DT+S). Finalizado el destete temporario comienzan los tratamientos de suplementación, 2 kg/vaca/día en base fresca de afrechillo de arroz entero, 20 días (CAA) o sin suplementación (SAA). Con la suplementación comenzó el entore durante 90 días. Se determinó la cantidad de forraje los días 9/11, 14/12 y 19/1. Se seleccionó 10 vacas por tratamiento para monitorear los ovarios mediante ecografías transrectales, durante el período 9/11 a 21/12. Se detectó celo durante todo el entore (VPC). La CC se registró cada 15 días, desde los -37 posparto hasta 193 posparto. Se midió producción de leche los días 8/11, 28/11, 11/1 y 25/1 (PL). Los días 25/1 y 29/3, mediante ecografías transectales, se determinó el número de vacas preñadas en el primer tercio (Pt) y al fin del entore (Pf). Los terneros se pesaron el 19/10 y al destete definitivo 16/3 (PD). Para el análisis de las ecografías se calculó: a) tamaño del folículo mayor (FM), b) folículos mayores a 10mm (FM10), c) presencia de cuerpo lúteo (CL102), d) días desde iniciado el destete temporario hasta el primer registro de cuerpo lúteo (IDCL). Los efectos de la suplementación y el destete temporario sobre FM10, VPC, CL102 y Pf se analizaron como variable binomial (PROC FREQ, SAS 9.3, 2003). Dichos efectos sobre Pt se analizaron como variable binomial mediante el test exacto de Fisher (STATA, 2003). El IDCL, FM, PD y PL se analizaron en base al modelo general estadístico:  $Y_{ij} = \mu + DT_i + AA_j +$

DT\*AA $ij$  + e  $ij$ . La cantidad de forraje para los días 9/11, 14/12 y 19/1 fue de 881  $\pm$  325, 1217  $\pm$  357, 1174  $\pm$  382 kilogramos de materia seca por hectárea, respectivamente. Los tratamientos no afectaron la CC, PL, FM, PD y se encontró interacción entre tratamientos por mejor CC ( $p < 0,03$ ), FM ( $p < 0,007$ ) y CL102 en el grupo DTCAA. Se encontró mayor número de VPC ( $p < 0,07$ ), Pt ( $p < 0,1$ ) y Pf ( $p < 0,1$ ) en el grupo CAA. La suplementación energética de corta duración aumentó la Pt y Pf de vacas primíparas que se encontraban en anestro. El DT+S incrementó la Pt (no significativo), pero no la Pf.

Palabras clave: primíparas; destete temporario; suplementación de corta duración; flushing.

## 7 SUMMARY

The objective of this trial was study the effect of short term energetic supplementation and temporary weaning on anestrus primiparous beef cows with low body condition (CC), in range conditions. 57 primiparous Hereford cows and its calves were allotted by calving date, CC, calf weight and sex and were assigned to a 2x2 factorial design. 14 days of temporary weaning with nose plates (DT) or 7 days of calf isolation + 7 with nose plates (DT+S) started at  $53 \pm 10$  days post calving. Short term energetic supplementation took place once temporary weaning finished. It consisted on supplementation with (CAA) or without (SAA) 2 kg/cow/day of rice bran for 20 days. A 90 days breeding period started simultaneously with supplementation treatments. Forage mass was measured at 9/11, 14/12, 19/1. 10 cows were selected to scan ovarian structures by ultrasonography from 9/11 to 21/12. Estrus behaviour was monitored during the entire breeding period (VPC). CC was measured every 15 days. Milk production was determined at 8/11, 28/11, 11/1, 25/1 (PL). Early (Pt) and finally (Pf) pregnancy were measured by ultrasonography at 25/1, 29/3. Calves were weighed at 19/10 and at weaning 16/3 (PD). Size of the biggest follicle (FM), number of cows with follicles bigger than 10mm (FM10), number of cows with corpora lutea (CL102), temporary weaning to corpora lutea detection period (IDCL), were calculate. The effect of treatments on FM10, VPC, CL102, Pf was analyzed by Chi Square (PROC FREQ, SAS 9.3, 2003). Pt was analyzed by Fisher exact test (STATA, 2003). Data of IDCL, FM, PD y PL were analyzed using the following general model:  $Y_{ij} = \mu + DT_i + AA_j + DT*AA_{ij} + e_{ij}$ . Forage mass was  $881 \pm 325$ ,  $1217 \pm 357$ ,  $1174 \pm 382$  kg of dry matter per hectare at 9/11, 14/12 y 19/1. Treatments had no effect on CC, PL, FM and PD. Interaction was detected in CC ( $p < 0,03$ ), FM ( $p < 0,007$ ) and CL102 in DTCAA group. VPC ( $p < 0,07$ ), Pt ( $p < 0,1$ ) and Pf ( $p < 0,1$ ) were greater in CAA group. Short

term energetic supplementation improves Pt and Pf in anestrus primiparous cows. DT+S increases Pt (no significant effect) but not Pf.

Key words: primiparous; temporary weaning; short term supplementation; flushing.

## 1 BIBLIOGRAFÍA

1. ARLETTI, R.; BENELLI, A.; BERTOLINI, A. 1990. Oxytocin inhibits food and fluid intake in rats. *Physiol. Behav.* 48(6): 825-30.
2. BAR-PELLED, U.; MALTZ, E.; BRUCKENTAL, I.; FOLMAN, Y.; KALI, Y.; GACITUA, H.; LEHRER, A. R.; KNIGHT, C. H.; ROBINSON, B.; VOET, H.; TAGARI, H. 1995. Relationship between frequent milking or suckling in early lactation and milk production of high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78: 2726-2736.
3. BAUMAN, D.; CURIE, B. 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation; a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J. Dairy Sci.* 63: 1514–1529.
4. BEAM, S. W.; BUTLER, W. R. 1997. Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. *Biol. Reprod.* 56: 133–142.
5. BERMÚDEZ, J.; AYALA, W. 2005. Producción de forraje de un campo natural de la zona de Lomadas del Este. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 33-39 (Serie Técnica no. 151).
6. BERRETA, E. J. 1998. Principales características climáticas y edáficas de la región de Basalto en Uruguay. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó).

Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 3-10 (Serie Técnica no. 102).

7. BLANCO, L. H.; MONTEDÓNICO, O. G. 2003. Efecto de diferentes tratamientos de control del amamantamiento sobre la performance reproductiva en vacas de carne en condiciones comerciales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 130 p.
8. BLOCK, S. S.; BUTLER, W. R.; EHRHARDT, R. A.; BELL, A. W.; VAN AMBURGH, M. E.; BOISCLAIR, Y. R. 2001. Decreased concentration of plasma leptin in periparturient dairy cows is caused by negative energy balance. *J. Endocrinol.* 171: 339–348.
9. BO, G. A.; CACCIA, M. 2002. Dinámica folicular ovárica en el ganado bovino. *In*: Ungerfeld, R. ed. Reproducción en los animales domésticos. Montevideo, Melibea. pp. 55-68.
10. BOLAND, M. P. 2003. Efectos nutricionales en la reproducción del ganado. *In*: Jornadas Uruguayas de Buiatría (21as., 2003, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 96-102.
11. BOTTGER, J. D.; HESS, B. W.; ALEXANDER, B. M.; HIXON, D. L.; WOODARD, L. F.; FUNSTON, R. N.; HALLFORD, D. M.; MOSS, G. E. 2002. Effects of supplementation with high linoleic or oleic cracked safflower seeds on postpartum reproduction and calf performance of primiparous beef heifers. *J. Anim. Sci.* 80: 2023-2030.

12. BOSSIS, I.; WETTEMANN, R. P.; WELTY, S. D.; VIZCARRA, J. A.; SPICER, L. J.; DISKIN, M. G. 1999. Nutritionally induced anovulation in beef heifers; ovarian and endocrine function preceding cessation of ovulation. *J. Anim. Sci.* 77: 1536-1546.
13. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2000. Nutritionally induced anovulation in beef heifers; ovarian and endocrine function during realimentation and resumption of ovulation. *Biol. Reprod.* 62: 1436–1444.
14. BROWNING, R.; ROBERT, B. S.; LEWIS, A. W.; NEUENDORFF, D. A.; RANDEL, R. D. 1994. Effects of postpartum nutrition and once-daily suckling on reproductive efficiency and preweaning calf performance in fall-calving Brahman (*Bos indicus*) cows *J. Anim. Sci.* 72: 984-989.
15. BUTLER, W. R.; SMITH, R. D. 1989. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 72: 767.
16. \_\_\_\_\_. 2003. Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Liv. Prod. Sci.* 83: 211-218.
17. CANFIELD, R. W.; BUTLER, W. R. 1991. Energy balance, first ovulation and the effects of naloxone on LH secretion in early postpartum dairy cows. *J. Anim. Sci.* 69: 740–746.

18. CARRERE, J. M.; CASELLA, C. G.; MITRANO F. J. 2005. Efecto del flushing y del destete temporario sobre el comportamiento reproductivo de vacas de carne de segundo entore en anestro y en condiciones corporales subóptimas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 87 p.
19. CATON, J. S.; DHUYVETTER, D. V. 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants; requirements and responses. *J. Anim. Sci.* 75: 533-542.
20. CICCIOLO, N. H.; WETTEMANN, R. P.; SPICER, L. J.; LENTS, C. A.; WHITE, F. J.; KEISLER, D. H. 2003. Influence of body condition at calving and postpartum nutrition on endocrine function and reproductive performance of primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.* 81: 3107-3120.
21. DAVIS, K. C.; TESS, M. W.; KRESS, D. D.; DOORNBOS, D. E.; ANDERSON, D. C. 1994. Life cycle evaluation of five biological types of beef cattle in a cow-calf range production system; I. Model development. *J. Anim. Sci.* 72: 2585-2590.
22. DICKERSON, G. E. 1978. Animal size and efficiency; basic concepts. *Anim. Prod.* 27: 367-379.
23. DO CARMO, M. 2006. Efecto del destete temporario y suplementación energética de corta duración sobre el comportamiento reproductivo y productivo de vacas de cría primíparas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 62 p.

24. DUNN, T. G.; MOSS, G. E. 1992. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. *J. Anim. Sci.* 70: 1580-1593.
25. ECHENAGUSIA, M.; NUÑEZ, A.; PEREYRA, A.; RIANI, V. 1994. Efecto del destete temporario sobre la performance reproductiva, producción de leche y crecimiento del ternero de vacas Hereford bajo pastoreo de Campo Natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 64 p.
26. FERRELL, C. L. 1988. Metabolismo de la Energía. In: Church, D. C. ed. *El rumiante; fisiología digestiva y nutrición*. Zaragoza, Acribia. pp. 283-303.
27. HAFEZ, E. 1962. Reproducción de los animales de granja. México D. F., CRAT. 482 p.
28. HAWKINS, D. E.; PETERSEN, M. K.; THOMÁS, M. G.; SAWYER, J. E.; WATERMAN, R. C. 2000. Can beef heifers and young postpartum cows be physiologically and nutritionally manipulated to optimize reproductive efficiency? (en línea). *J. Anim. Sci.* 77: 1-10. Consultado 18 ago. 2006. Disponible en <http://www.asas.org/JAS/symposia/proccedings/0928.pdf>.
29. HAYDOCK, K. P.; SHAW, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Aust. Jou. Exp. Agric. Anim. Husb.* 15: 663-670.

30. HESS, B.; LAKE, S. L.; SCHOLLJEGERDES, E. J.; WESTON, T. R.; NAYIGIHUGU, V.; MOLLE, J. D. C.; MOSS, G. E. 2005. Nutritional controls of beef cow reproduction. *J. Anim. Sci.* 83 (E. Suppl.): E90-E106.
31. HOFFMAN, D. P.; STEVENSON, J. S.; MINTON, J. E. 1996. Restricting calf presence without suckling compared with weaning prolongs postpartum anovulation in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 74: 190-198.
32. HORN, G. W.; MCCOLLUM, F. T. 1987. Energy supplementation of grazing ruminants. In: Proc. of the Grazing Livestock Nutr. Conf. Laramie, University of Wyoming. pp. 125-136.
33. HOUGHTON, P. L.; LEMENAGER, R. P.; HENDRIX, K. S.; MOSS, G. E.; STEWART, T. S. 1990a. Effects of body composition, pre and postpartum energy intake and stage of production on energy utilization of beef cows. *J. Anim. Sci.* 68: 1447.
34. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; HORSTMAN, L. A.; HENDRIX, K. S.; MOSS, G. E. 1990b. Effects of body composition, pre and postpartum energy level and early weaning on reproductive performance of beef cows and preweaning calf gain. *J. Anim. Sci.* 68: 1438.
35. JENKINS, T. G.; FERRELL, C. L. 1992. Lactation characteristics of nine breeds of cattle fed various quantities of dietary energy. *J. Anim. Sci.* 70: 1652-1660.

36. JOHNSON, C. R.; LALMAN, D. L.; BROWN, M. A.; APPEDDU, L. A.; BUCHANAN, D. S.; WETTEMANN, R. P. 2003. Influence of milk production potential on forage dry matter intake by multiparous and primiparous Brangus females. *J. Anim. Sci.* 81: 1837-1846.
37. KENDRICK, K. W.; BAILEY, T. L.; GARST, A. S.; PRYOR, A. W.; AHMADZADEH, A.; AKERS, R. M.; EYESTONE, W. E.; PEARSON, R. E.; GWAZDAUSKAS, F. C. 1999. Effects of energy balance on hormones, ovarian activity, and recovered oocytes in lactating Holstein cows using transvaginal follicular aspiration. *J Dairy Sci* 82: 1731–1740.
38. KRYSL, L. J.; HESS, B. W. 1993. Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. *J. Anim. Sci.* 71: 2546-2555.
39. LAKE, S. L.; SCHOLLJEGERDES, E. J.; ATKINSON, R. L.; NAYIGIHUGU, V.; PAISLEY, S. I.; RULE, D. C.; MOSS, G. E.; ROBINSON, T. J.; HESS, B. W. 2005. Body condition score at parturition and postpartum supplemental fat effects on cow and calf performance. *J. Anim. Sci.* 83: 2908-2917.
40. LALMAN, D. L.; KEISLER, D. H; WILLIAMS, J. E.; SCHOLLJEGERDES, E. J.; MALLET, D. M. 1997. Influence of postpartum weight and body condition change on duration of anestrus by undernourished suckled beef heifers. *J. Anim. Sci.* 75: 2003-2008.
41. \_\_\_\_\_; WILLIAMS, J. E.; HESS, B. W.; THOMÁS, M. G.; KEISLER, D. H. 2000. Effect of dietary energy on milk production and

metabolic hormones in thin, primiparous beef heifers. *J. Anim. Sci.* 78: 530-538.

42. LAMB, G. C.; MILLER, B. L.; LINCH, J. M.; THOMPSON, K. E.; HELDT, J. S.; LÖEST, C. A.; GRIEGER D. M.; STEVENSON J. S. 1999. Twice daily suckling but not milking with calf presence prolongs postpartum anovulation. *J. Anim. Sci.* 77: 2207-2218.
43. LUCY, M. C.; STAPLES, C. R.; MICHEL, F. M.; THATCHER, W. W; BOLT, D. J. 1991a. Effect of feeding calcium soaps to early postpartum dairy cows on plasma prostaglandin F2 alfa, luteinizing hormone, and follicular growth. *J. Dairy Sci.* 74: 483-489.
44. \_\_\_\_\_.;\_\_\_\_\_.;\_\_\_\_\_.;\_\_\_\_\_. 1991b. Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74: 473-482.
45. MCGOWAN, M.; GALLOWAY, D.; TAYLOR, E.; ENTWISTLE, K.; JOHNSTON, P. 1995. The veterinary examination of bulls. Queensland, Australian Association of Cattle Veterinarians Australian. 81 p.
46. MEIKLE, A.; KULCSAR, M.; CHILLIARD, Y.; FEBEL, H.; DELAVAUD, C.; CAVESTANY, D.; CHILIBROSTE, P. 2004. Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. *Rep.* 127: 727-737.

47. MIERES, J. M.; ASSANDRI, L.; CÚNEO, M. 2004. Tablas de valor nutritivo de alimentos. In: Mieres, J. M. ed. Guía para la alimentación de rumiantes. Montevideo, INIA. pp. 13-66 (Serie Técnica no. 142).
48. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2000. Nutrient requirements of beef cattle. (en línea). 7<sup>th</sup>. rev. ed. Washington, D. C., National Academy Press. 242 p. Consultado 18 ago. 2006. Disponible en <http://www.nap.edu/catalog/9791.html#toc>
49. ORCASBERRO, R.; SOCA, P.; BERETTA, V.; TRUJILLO, A. I. 1992. Estado corporal de vacas hereford y comportamiento reproductivo. In: Jornada de Producción Animal (1a., Paysandú, 1992). Evaluación física y económica de alternativas tecnológicas en predios ganaderos. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 32-36.
50. \_\_\_\_\_. 2000. Manejo nutricional del rodeo de cría en las condiciones pastoriles del país. In: Jornada sobre Cría Vacuna (1a., 2000, Salto). Memorias. Salto, Centro Veterinario de Salto y Comisión de Reproducción de la Sociedad de Medicina Veterinaria de Uruguay. pp. 1-10.
51. PEREIRA, G.; SOCA, P. 1999. Aspectos relevantes de la cría vacuna en Uruguay. (en línea). In: Foro Organización de la Cría Vacuna (1999, San Gregorio de Polanco, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, Plan Agropecuario. 12 p. Consultado may. 2006. Disponible en [www.planagro.com.uy/carga.php?id\\_estructura=53](http://www.planagro.com.uy/carga.php?id_estructura=53)

52. \_\_\_\_\_.;\_\_\_\_\_. 2000. Plan G; programa para la toma de decisiones en predios ganaderos. (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. Consultado may. 2006. Disponible en <http://www.rau.edu.uy/agro/ccss/publicaciones.htm>
53. 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. *J. Anim. Sci.* 69: 3762–3773.
54. QUINTANS, G.; VIÑOLES, C.; SINCLAIR, K. D. 2004. Follicular growth and ovulation in postpartum beef cows following calf removal and GnRH treatment. *Anim. Reprod. Sci.* 80: 5-14.
55. RANDEL, R. D. 1990. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *J. Anim. Sci.* 68: 853-862.
56. REIST, M.; ERDIN, D.; VON EUW, D.; TSCHUEMPERLIN, K.; LEUENBERGER, H.; DELAVAL, C.; CHILLIARD, Y.; HAMMON, H. M.; KUENZI, N.; BLUM, J. W. 2003. Concentrate feeding strategy in lactating dairy cows: metabolic and endocrine changes with emphasis on leptin. *J. Dairy Sci.* 86: 1690-1706.
57. ROBINSON, J.J.; SINCLAIR, K.D.; RANDEL, R.D.; SYKES, A.R. 1999. Nutritional management of the female ruminant; mechanistic approaches and predictive models. *Nutritional Ecology of Herbivores*. In: International Symposium on the Nutrition of

Herbivores (5<sup>th</sup>., 1999, Savoy, Illinois). Proceedings. Illinois, American Society of Animal Science. pp. 550–608.

58. ROCHE, J. F.; DISKIN, M. G. 2005. Efecto de la nutrición sobre la eficiencia reproductiva de los bovinos. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (32as., 2005, Paysandú). Memorias. Paysandú, Centro Medico Veterinario de Paysandú. pp. 21-26.
59. RODRÍGUEZ IRAZOQUI, M.; OLIVERA, J.; MARTÍNEZ CAL, H.; RUBIANES, E.; SOCA, P. 2005. Cambios ováricos en vacas primíparas durante el posparto temprano suplementadas con afrechillo de arroz y sometidas a destete temporario. In: Simposio Internacional de Reproducción Animal (6º, 2005, Córdoba, Argentina). Resúmenes. Córdoba, IRAC. pp. 454-454.
60. SCHILLO, K. K. 1992. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J. Anim. Sci.* 70: 1271-1282.
61. SHORT, R. E.; BELLOWS, R. A.; STAIGMILLER, R. B.; BERARDINELLI, J. G.; CUSTER, E. E. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *J. Anim. Sci.* 68: 799.
62. SILVEIRA, P. A.; SPOON, R. A.; RYAN, D. P.; WILLIAMS, G. L. 1993. Evidence for maternal behavior as a requisite link in suckling-mediated anovulation in cows. *Biol. Reprod.* 49: 1338-1346.

63. SINCLAIR K. D.; MOLLE, G.; REVILLA, R.; ROCHE, J. F.; QUINTANS, G.; MARONGIU, L.; SANZ, A.; MACKEY, D. R.; DISKIN, M. G. 2002. Ovulation of the first dominant follicle arising after day 21 post partum in suckling beef cows. *Anim. Sci.* 75: 115-126.
64. SOCA, P.; ORCASBERRO, R.; CÓRDOBA, G.; LABORDE, D.; BERETTA, V.; FRANCO, J. 1992a. Efecto del destete temporario sobre la performance de rodeos de cría. In: Jornada de Producción Animal (1a., 1992, Paysandú). Evaluación física y económica de alternativas tecnológicas en predios ganaderos. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 45-53.
65. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 1992b. Propuesta de manejo del rodeo de cría en base a estado corporal, altura del pasto y aplicación de destete temporario. In: Jornada de Producción Animal (1a., 1992, Paysandú). Evaluación física y económica de alternativas tecnológicas en predios ganaderos. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 54-56.
66. \_\_\_\_\_.; BARRETO, G.; PEREZ, R. 2002. Efecto de la suplementación energética de corta duración y destete temporario sobre la performance reproductiva de vacas de cría en pastoreo. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 22 (Supl.1): 298-299.
67. \_\_\_\_\_.; OLIVERA, J.; RODRIGUEZ IRAZOQUI, M.; MARTÍNEZ CAL, H.; RUBIANES, E. 2005. Porcentaje de preñez y cambio de estado corporal de vacas de cría suplementadas con afrechillo de arroz y sometidas a destete temporario. In: Simposio Internacional de

Reproducción Animal (6º, 2005, Córdoba, Argentina). Resúmenes. Córdoba, IRAC. pp. 456-456.

68. STAPLES, C. R.; THATCHER, W. W.; CLARK, J. H. 1990. Relationship between ovarian activity and energy status during the early postpartum period of high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 43: 938.
69. STAGG, K.; SPICER, L. J.; SREENAN, J. M.; ROCHE, J. F.; DISKIN, M. G. 1998. Effect of calf isolation on follicular wave dynamics, gonadotropin and metabolic hormone changes, and interval to first ovulation in beef cows fed either of two energy levels postpartum. *Biol. Reprod.* 59: 777–783.
70. STANLEY, T. A.; COCHRAN, R. C.; VANZANT, E. S.; HARMON, D. L.; CORAH, L. R. 1993. Periparturient changes in intake, ruminal capacity, and digestive characteristics in beef cows consuming alfalfa hay. *J. Anim. Sci.* 71: 788-795.
71. STEVENSON, J. S.; LAMB, G. C.; HOFFMANN, D. P.; MINTON, J. E. 1997. Interrelationships of lactating and postpartum anovulation in suckled and milked cows. *Liv. Prod. Sci.* 50: 57–74.
72. SPICER, L. J.; TUCKER, W. B.; ADAMS, G. D. 1990. Insulin-like growth factor-1 in dairy cows: relationships among energy balance, body condition, ovarian activity, and estrus behavior. *J. Dairy Sci.* 73: 929–937.

73. SPITZER J. C.; MORRISON, D. G.; WETTEMANN, R. P.; FAULKNELS, L. C. 1995. Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.* 73: 1251-1257.
74. TRIPLETT, B. L.; NEUENDORFF, D. A.; RANDEL, R. D. 1995. Influence of undegraded intake protein supplementation on milk production, weight gain, and reproductive performance in postpartum Brahman cows *J. Anim. Sci.* 73: 3223-3229.
75. URUGUAY. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. 1979. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo. 452 p.
76. \_\_\_\_\_. DIRECCIÓN NACIONAL DE METEOROLOGÍA. 1996. Normales climatológicas período 1961 - 1990. Montevideo. 20 p.
77. VILLA-GODOY, A.; HUGHES, T. L.; EMERY, R. S.; CHAPIN, L. T.; FOGWELL, R. L. 1988. Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71(4):1063-1072.
78. VIÑALES, C.; FORSBERG, M.; MARTIN, G. B.; CAJARVILLE, C.; REPETTO, J.; MEIKLE, A. 2005. Short-term nutritional supplementation of ewes in low body condition affects follicle development due to an increase in glucose and metabolic hormones. *Rep.* 129: 299-309.

79. VIZCARRA, J. A.; IBÁÑEZ, W.; ORCASBERRO, R. 1986. Repetibilidad y reproducibilidad de dos escalas para estimar la condición corporal de vacas Hereford. *Inv. Agro.* no. 7: 45-47.
80. \_\_\_\_\_; WETTEMANN, R. P.; SPITZER, J. C.; MORRISON, D. G. 1998. Body condition at parturition and postpartum weight gain influence luteal activity and concentrations of glucose, insulin, and nonesterified fatty acids in plasma of primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.* 76: 927–936.
81. WAGNER, J. J.; LUSBY, K. S.; OLTJEN, J. W.; RAKESTRAW, J.; WETTEMANN, R. P.; WALTERS, L. E. 1988. Carcass composition in mature Hereford cows; estimation and effect on daily metabolizable energy requirement during winter. *J. Anim. Sci.* 66: 603–612.
82. WETTEMANN, R. P.; BOSSIS, I. 2000. Nutritional regulation of ovarian function in beef cattle. (en línea). *J. Anim. Sci.* 77: 1-10. Consultado 18 ago. 2006. Disponible en <http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0934.pdf>.
83. \_\_\_\_\_; LENTS, C. A.; CICCIOLO, N. H.; WHITE, F. J.; RUBIO, I. 2003. Nutritional and suckling mediated anovulation in beef cows. *J. Anim. Sci.* 81(E. Suppl. 2): E48-E59.
84. WILLIAMS, G.L. 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle; a review. *J. Anim. Sci.* 68: 831-852.

85. \_\_\_\_\_.; STANKO, R. L. 2000. Dietary fats as reproductive nutraceuticals in beef cattle. (en línea). J. Anim. Sci. 77: 1-12. Consultado 18 ago. 2006. Disponible en <http://www.asas.org/JAS/symposia/proccedings/0915.pdf>.
86. WEBB, R.; GARNSWORTHY, P. C.; GONG, J. G.; ARMSTRONG, D. G. 2004. Control of follicular growth; local interactions and nutritional influences. J. Anim. Sci. 82: E63-74.
87. ZUREK, E.; FOXCROFT, G. R.; KENNELLY, J. J. 1995. Metabolic status and interval to first ovulation in postpartum dairy cows. J. Dairy Sci. 78:1909–1920.

## 9 APÉNDICES

### Apéndice 1. Descripción de grupos de suelos CONEAT

Grupo 1.10b: El relieve es de sierras con escarpas escalonadas y laderas de disección de forma convexa; incluye pequeños valles. Las pendientes modales son de 10 a más de 12%. La rocosidad y/o pedregosidad varían de 20 a 30% pudiendo ser a veces de más de 30%. De 85 a 95% de la superficie de este grupo está ocupada por suelos superficiales y manchones sin suelo donde aflora la roca basáltica; el resto son suelos de profundidad moderada. Los suelos dominantes son Litosoles Subeútricos (a veces Eútricos) Melánicos, ródicos (Litosoles pardo rojizos). Tienen una profundidad de 30 cms., aunque normalmente son muy superficiales (menos de 10 cms.); son de textura franco limosa a franco arcillosa, con gravillas de basalto en todo el perfil y bien drenados. La fertilidad natural es de media (en los Subeútricos) a alta (en los Eútricos). Estos suelos se encuentran en las posiciones más fuertes del paisaje (sierras con escarpas y laderas de disección de más de 6% de pendientes). Como asociados, ocupando pendientes menores, se encuentran Litosoles Eútricos Melánicos (Litosoles negros) y Brunosoles Eútricos Típicos moderadamente profundos (Praderas Negras y Regosoles) y superficiales (Regosoles). Ocupando pequeños valles y zonas cóncavas, se encuentran Vertisoles Háplicos (Grumosoles) de profundidad moderada y profundos. Los suelos son de uso pastoril. La vegetación es de pradera invernal, de tapiz bajo y ralo, a veces algo abierto (en suelos asociados) y cerrados en los valles. Este grupo corresponde con la unidad Cuchilla de Haedo-Paso de los Toros de la carta a escala 1:1.000.000 (D. S. F.). Se distribuye en toda la región basáltica,

pudiéndose mencionar como zona típica, sobre Ruta 26, en las inmediaciones de Tambores.

Grupo 12.11: El relieve es de lomadas suaves (1 a 3% de pendientes) con valles cóncavos asociados. Incluye también interfluvios ondulados convexos. Los suelos dominantes son Vertisoles Háplicos (Grumosoles) y Brunosoles Eútricos Típicos (Praderas Negras mínimas). Como suelos asociados, ocupando las pendientes más fuertes, se encuentran Vertisoles Háplicos (Grumosoles), moderadamente profundos, Brunosoles Eútricos Típicos moderadamente profundos (Praderas Negras superficiales) y superficiales (Regosoles) y Litosoles Eútricos Melánicos (Litosoles Negros, a veces pardo rojizos). El uso actual es pastoril agrícola. En este grupo hay áreas donde se puede incentivar la agricultura, aunque los suelos presentan limitaciones. Se corresponde con la unidad Itapebí - Tres Árboles de la carta a escala 1:1.000.000 (D. S. F). Se pueden mencionar como zonas típicas los alrededores de Tomás Gomensoro, Itapebí, Laureles y Palomas.

Apéndice 2. Escalas de condición corporal.

Escala utilizada en Estados Unidos.

BODY CONDITION SCORING SYSTEM	
Score	Descripción
1	Severely emaciated. All ribs and bone structure easily visible and physically weak. Animal has difficulty standing or walking. No external fat present by sight or touch
2	Emaciated. Similar to 1 but not weakened.
3	Very thin. No palpable or visible fat ribs or brisket. Individual muscles in the hind quarter are easily visible and spinal processes are very apparent.
4	Thin. Ribs and pins bones are easily visible and fat is not apparent by palpation on ribs and pin bones. Individual muscles in the hind quarter are apparent.
5	Moderate. Ribs are less apparent than in 4 and have less than 0.5 cm of fat on them. Last two or three ribs can be felt easily. No fat in the brisket. At least 1 cm of fat can be palpated on pin bones. Individual muscles in hind quarter are not apparent.
6	Good. Smooth appearance throughout. Some fat deposition in brisket. Individual ribs are not visible. About 1 cm of fat on the pin bones and on the last two to three ribs.
7	Very good. Brisket is full, tail head and pin bones have protruding deposits of fat on them. Back appears square due to fat. Indentation over spinal cord due to fat on each side. Between 1 and 2 cm of fat on last two to three ribs.
8	Obese. Back is very square. Brisket is distended with fat. Large protruding deposits of fat on tail head and pin bones. Neck is thick. Between 3 and 4 cm of fat on last two to three ribs. Large indentation over spinal cord.
9	Very obese. Description of 8 taken to greater extremes.

Fuente: Wagner et al. (1988)

Escala utilizada en el Reino Unido.

Score	Description
0	
1	The individual spinous processes are sharp to the touch and easily distinguished
2	The spinous processes can be identified individually when touched, but feel rounded rather than sharp.
3	the spinous processes can only be felt with very firm pressure and the areas on either side of the tail head have some fat cover.
4	Fat cover around the tail head is easily seen as slight mounds, soft to the touch. The spinous processes cannot be felt.
5	The bone structure of the animal is no longer noticeable and the tail head is almost completely buried in fatty tissue.

Fuente: Lowman et al. (1976)

### Escala utilizada en Uruguay

Estado Corporal	Descripción
1	Extremadamente flaca. Sin grasa subcutánea y con músculos desgastados. Generalmente débil, con el lomo arqueado y las patas juntas. Espinazo y costillas muy marcados. Huesos de la cadera prominentes. Anca y área de inserción de la cola hundidos.
2	Muy flaca. Sin grasa subcutánea y con poco músculo. Espinazo y costillas muy marcados. Huesos de la cadera ligeramente redondeados. Anca y área de inserción de la cola hundidos.
3	Flaca. Con masa muscular "normal". Con muy poca grasa subcutánea. Espinazo y costillas marcados. Huesos de la cadera ligeramente redondeados. Anca y área de inserción de la cola hundidos.
4	Moderada liviana. Con masa muscular normal y deposición evidente de grasa subcutánea. Espinazo y costillas ligeramente evidentes. Huesos de la cadera redondeados. Anca ligeramente marcada. Área de inserción de la cola ligeramente hundida. La separación de los músculos de la pierna aún es evidente.
5	Moderada. Presenta una cobertura homogénea de grasa subcutánea. El espinazo y las costillas no se destacan. Huesos de la cadera redondeados y bien cubiertos. Anca plana. Área de inserción de la cola llena. La separación de los músculos de la pierna no se aprecia.
6	Moderada Pesada. Buena cobertura de grasa subcutánea. Lomo plano. Huesos de la cadera se destacan ligeramente. Área de inserción de la cola cubierta.
7	Gorda. Con abundante acumulación de grasa subcutánea pero con grasa firme. Lomo y anca redondeados. No se observan estructuras óseas excepto en los huesos de la cadera, que se destacan ligeramente. Área de inserción de la cola completamente cubierta pero sin polizones de grasa.
8	Muy gorda. Con acumulación extrema de grasa subcutánea en todo el cuerpo. Pecho grande y prominente. Espinazo puede presentarse como una depresión a lo largo del lomo. Abundante tejido graso en torno a la inserción de la cola.

Fuente: Vizcarra et al. (1986)