



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA

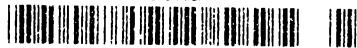
**EFFECTO DE LA CONDICIÓN CORPORAL AL PARTO Y LA SUPLEMENTACIÓN
CON SEMILLA DE GIRASOL ENTERA SOBRE EL REINICIO DE LA CICLICIDAD
OVÁRICA POSPARTO, LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE EN
VACAS PRIMÍPARAS EN PASTOREO**

Por

Serrana GUILLÉN
Carolina MISA
Pablo SEPÚLVEDA

TG 137

Efecto de la cond

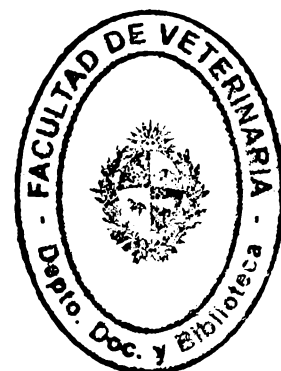


FV/28300

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

Modalidad Trabajo Experimental

MONTEVIDEO
URUGUAY
2009



TESIS aprobada por:

Presidente de Mesa:

Dr. José Luis Repetto

Segundo Miembro (Tutor):

Dr. Daniel Cavestany



Co-tutor:

Ing. Agr. Alejandro La Manna

Tercer Miembro:

Dra. Elena de Torres


Fecha:

28 de agosto de 2009

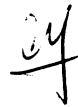
Autores:

Serrana Guillén Duarte


FACULTAD DE VETERINARIA

Aprobado con 12 (doce) 

Carolina Misa Fernández



FACULTAD DE VETERINARIA

Aprobado con 12 (doce) 

Pablo Cesar Sepúlveda Rodríguez



AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Daniel Cavestany

A la Dra. Daniela Crespi

Al Ing. Agr. Alejandro Mendoza

A los Ing. Agr. Alejandro La Manna y Juan Mieres

Al Dr. Alberto Cirio

A la familia López, del tambo de INIA “La Estanzuela”

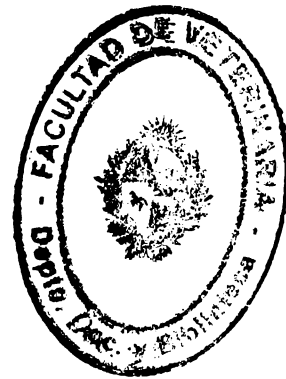
A nuestros compañeros y amigos

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	VII
1. <u>RESUMEN</u>	1
2. <u>SUMMARY</u>	1
3. <u>INTRODUCCIÓN</u>	3
4. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	6
4.1 PROBLEMA DE LA LECHERÍA EN LAS ÚLTIMAS DECADAS	6
4.1.1 Relación entre la producción de leche y la reproducción	6
4.1.2 Alta eficiencia reproductiva y rentabilidad de explotaciones lecheras	7
4.1.3 La producción de leche en sistemas pastoriles: su problemática	8
4.2 VACA EN TRANSICIÓN	8
4.2.1 Regulación de la actividad ovárica posparto	9
4.2.2 Fertilidad en el posparto temprano	10
4.3 LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE LAS PRIMÍPARAS EN SISTEMAS PASTORILES	10
4.4 BALANCE ENERGÉTICO NEGATIVO (BEN) Y SU IMPACTO EN LA REPRODUCCIÓN	11
4.4.1 Balance de energía (BE) y su relación con la dinámica folicular	12
4.5 CONDICIÓN CORPORAL COMO INDICADOR DE RESERVAS ENERGÉTICAS	13
4.5.1 Estimación de CC vs real determinación de las reservas energéticas	13
4.5.2 Evolución de la CC en el posparto	14
4.5.3 Reinicio de la actividad ovárica y su relación con la CC al parto	15
4.5.4 Perfiles metabólicos y hormonales asociados con la CC al parto en primíparas	15
4.6 EFECTO DE LA NUTRICIÓN SOBRE LA ACTIVIDAD OVÁRICA	16
4.7 SUPLEMENTACIÓN CON LÍPIDOS EN EL POSPARTO DE VACAS LECHERAS	16
4.7.1 Antecedentes de los lípidos en la reproducción	16
4.7.2 Metabolismo de los lípidos en el rumiante	17
4.7.3 Mecanismos por el cual las grasas en la dieta influyen en la reproducción	18

4.7.4	Perfiles metabólicos y hormonales asociados a la suplementación lipídica	18
4.7.5	Efecto de la suplementación con grasas sobre la reproducción	19
4.7.6	Los beneficios de los lípidos parecen estar asociados a los ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs)	21
4.7.7	Influencia de la dieta con grasa sobre la actividad ovárica	22
4.8	La semilla de girasol como fuente de ácidos poliinsaturados para estimular la actividad ovárica	23
4.9	Composición del aceite de girasol	23
4.10	Efecto de la suplementación con grasa sobre el consumo	23
4.11	Efectos de la suplementación con SGE sobre la producción y composición de la leche	24
5.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	25
5.1	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN	25
5.2	ANIMALES	25
5.3	ALIMENTACIÓN Y MANEJO PREPARTO	26
5.4	ALIMENTACIÓN Y MANEJO POSPARTO	27
5.5	DETERMINACIONES	28
5.5.1	En los animales	28
5.5.1.1	Condición corporal	28
5.5.1.2	Peso corporal	28
5.5.1.3	Producción y composición de la leche	28
5.5.1.4	Metabolitos	29
5.5.1.5	Determinación y reinicio de la ciclicidad ovárica posparto	29
5.5.1.6	Consumo	30
5.5.2	En los alimentos	30
5.5.2.1	Pastura	30
5.5.2.2	Concentrado y ensilaje	30
5.5.2.3	Asignación de forraje	30
5.5.3	Análisis estadístico	31
6.	<u>RESULTADOS</u>	32
6.1	CONSUMO TOTAL	32
6.1.1	Consumo de energía neta de lactación (ENL)	32
6.1.2	Consumo de proteína cruda (PC)	32
6.2	CONDICIÓN CORPORAL	33
6.3	PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE	35
6.3.1	Producción de leche	35
6.3.2	Porcentaje de grasa en leche	36
6.3.3	Leche corregida por grasa (LCG)	37
6.3.4	Producción de grasa en kilos	38
6.3.5	Porcentaje de proteína en leche	38
6.3.6	Porcentaje de lactosa en leche	39

6.3.7 Porcentaje de sólidos no grasos (SNG) en leche	39
6.4 PERFILES METABÓLICOS Y ENDÓCRINOS	39
6.4.1 Ácidos grasos no esterificados (NEFA)	40
6.4.2 Betahidroxibutirato (BHB)	41
6.4.3 Colesterol	42
6.4.4 Urea	43
6.4.5 Insulina	44
6.4.6 IGF-1	45
6.5 RESULTADOS REPRODUCTIVOS	45
6.5.1 Reinicio de la ciclicidad ovárica posparto	45
6.5.2 Intervalo parto ovulación	46
7. <u>DISCUSIÓN</u>	47
8. <u>CONCLUSIONES</u>	54
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	55



LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

	Página
Cuadro I. Composición de los alimentos ofrecidos en el preparto	26
Cuadro II. Composición de los alimentos ofrecidos en el posparto	27
Cuadro III. Composiciones de los diferentes concentrados utilizados en la fórmula de las raciones Girasol y Control	28
Cuadro IV. Detalle de los análisis para metabolitos	29
Cuadro V. Resumen de las técnicas analíticas usadas para determinar la composición de los alimentos	31
Cuadro VI. Resultados de consumo de los alimentos utilizados	32
Cuadro VII. Resultados de producción y composición de leche	35
Cuadro VIII. Producción de leche y porcentaje de grasa en leche	36
Cuadro IX. Resultados de perfiles metabólicos	39
Cuadro X. Variables reproductivos según tratamiento	46
Figura 1: Evolución de la CC	33
Figura 2: Evolución de la CC para los grupos Con y Sin Girasol	34
Figura 3: Producción de leche	37
Figura 4: Producción de grasa	38
Figura 5: Niveles plasmáticos de ácidos grasos no esterificados (NEFA)	40
Figura 6: Niveles plasmáticos de beta-hidroxibutirato (BHB)	41
Figura 7: Niveles plasmáticos de colesterol	42
Figura 8: Niveles plasmáticos de urea	43
Figura 9: Niveles plasmáticos de insulina	44
Figura 10: Niveles plasmáticos de IGF-1	45
Figura 11: Proporción de vaquillonas que ovularon y que no ovularon	46

1. RESUMEN

El objetivo de este experimento fue evaluar el efecto de la condición corporal al parto y la suplementación con semillas de girasol entera durante el posparto temprano en vacas primíparas, sobre parámetros reproductivos, productivos y metabólicos. Se utilizaron 40 vaquillonas de la raza Holando con partos de otoño que recibieron alimentación diferencial durante el preparto tardío para lograr dos niveles de CC al parto: alta condición corporal (**ACC**) $CC=3,1\pm 0,5$ unidades y baja condición corporal (**BCC**) $CC=2,4\pm 0,4$ unidades, ($n=20$ para cada nivel de CC). Luego del parto a cada nivel de CC se le asignó un tratamiento al azar, conformándose un grupo control (**Sin G**) y uno suplementado (**Con G**). Las dietas suministradas posparto a los diferentes grupos: 1) Baja CC sin suplementación SGE (**BCC Sin G**) (7,5 kg "ración control"), 2) Baja CC con suplementación SGE (**BCC Con G**) (0,8 kg de semilla de girasol entera + 6,45 kg diarios de "ración girasol"), 3) Alta CC sin suplementación SGE (**ACC Sin G**) (7,5 kg "ración control") y 4) Alta CC con suplementación SGE (**ACC Con G**) (0,8 kg de semilla de girasol entera + 6,45 kg diarios de "ración girasol") (datos expresados en base fresca). Los concentrados suministrados fueron isoenergéticos e isoproteicos entre los grupos. El resto de la dieta consistió en pastoreo de pradera con un consumo de 7,1Kg MS/vaca/día, más 4,5 kg MS/vaca/día de ensilaje de maíz. La suplementación con semilla de girasol en una proporción de 4% de la dieta (base seca) no afectó el consumo, la producción y la composición de la leche, perfiles metabólicos, ni alteró el reinicio de la actividad ovárica en las diferentes CC al parto. Sin embargo, la condición corporal de las primíparas al parto fue la que determinó los mayores efectos. El grupo de **ACC** fue el que mantuvo la mayor producción de leche, grasa, concentración en sangre de IGF-1 y la mayor proporción (0,66) de las primíparas que reiniciaron la ciclicidad ovárica en el período experimental, en relación al grupo de **BCC**.

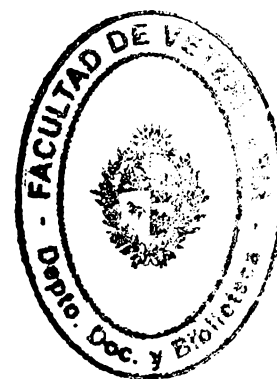
Palabras clave: bovinos de leche, suplementación grasa, actividad ovárica, condición corporal

2. SUMMARY

The objective of this experiment was to evaluate the effect of Body condition at calving, and supplementation with whole sunflower seeds (WSS) during the early postpartum in primiparous dairy cows on reproductive, productive and metabolic parameters. Forty cows received a differential prepartum diet to obtain different BCS at calving, what generated two levels of BCS: High body condition (HBC) $BCS = 3.1\pm 0,5$ units and Lower body condition (LBC) $BCS = 2.4\pm 0,4$ units ($n = 20$ for each level of BCS). After parturition, cows in each BCS group were divided in two treatment groups (assigned randomly), with or without WSS supplementation. 1) Low BC (LBC without WSS) (7.5 kg "portion control"), 2) Low BC (LBC with WSS) (0.8 kg of whole sunflower seeds + 6.45 kg per day of "ration Sunflower"), 3) High BC (HBC without WSS) (7.5 kg "portion ration control") and 4) High BC (HBC with WSS) (0.8 kg of whole sunflower seeds + 6.45 kg per day of "ration Sunflower") (data expressed on wet basis). Concentrates supplied were isoenergetic and isoproteic. The rest of the diet consisted of grazing pasture with a consumption of 7.1 kg DM /

cow / day, plus 4.5 kg DM / cow / day of corn silage. Supplementation of sunflower seed at a level of 4% of the diet (dry basis) did not affect consumption, production and milk composition, metabolic profiles, or alter the reinitiation of ovarian activity. However, the body condition at calving showed the greatest effects. HBC group maintained higher milk production, milk fat percentage, plasma levels of IGF-1 and the highest proportion (0.66) of cows starting ovarian cyclicity in first 50 days postpartum, in relation to the LBC group.

Key words: dairy cow, fat supplementation, ovarian activity, body condition score



3. INTRODUCCIÓN

Los partos en los rodeos uruguayos se registran en forma diferente a lo largo del año, según el manejo reproductivo de cada predio. La distribución de los mismos se presentan en un patrón bi-estacional, en otoño-primavera (Cavestany, 2000). En un estudio reciente realizado a nivel nacional sobre 254 establecimientos lecheros en el período 2001-2005, donde se analizaron 209.210 partos y 147.713 lactancias cerradas, se menciona que los partos ocurren en un 84 % entre el mes de marzo y octubre, siendo el mes de marzo el cual registra la mayor cantidad de pariciones (Sotelo, 2006). La mayor cantidad de partos de otoño fue en parte, producto de un incentivo de la industria que bonificaba la producción invernal de leche.

La producción de leche en los establecimientos del Uruguay está basada fundamentalmente en el uso de forrajes y este factor se presenta como la principal limitante en el logro de producciones eficientes (Zanoniani et al., 2003). Pero a su vez permite producciones de leche a un menor costo. Debido a la gran dependencia de la base pastoril, la producción de leche acompaña la curva de oferta de pasturas y determina por tanto que su distribución no resulte uniforme a lo largo del año (Chilibroste et al., 2002). Para los distintos tipos de pastura utilizadas a nivel nacional, se observa una disminución importante en la masa de forraje ofrecida en el inicio del invierno, alcanzando en los meses de junio y julio niveles en torno a los 650 kg de MS por hectárea. Tanto los valores de masa como de altura del forraje ofrecido, son muy limitantes para una cosecha eficiente de éste por parte de los animales, comprometiendo de esta forma la posibilidad de producir leche a partir de la pastura como único o principal componente de la dieta (Chilibroste et al., 2002). A esto se le suma que los meses de principio de invierno coinciden con un gran porcentaje de vacas que inician la lactancia. Dicha etapa es de altos requerimientos nutricionales y transcurre durante un período en el que la oferta de pastura es escasa (Acosta, 1997; Grigera y Bargo, 2005), por lo que los animales se encuentran en un balance energético negativo (BEN) (De Luca, 2008). Por ello, la energía obtenida a partir de las reservas movilizadas adquiere especial importancia en este período (Grigera y Bargo, 2005). Para evitar esto se hace necesario recurrir a la suplementación con forrajes conservados y/o concentrados (Acosta, 1997), como por ejemplo a base de lípidos (grasas o aceites).

En los últimos años hubo un aumento notorio en la producción de leche a nivel nacional, dado por el incremento de los índices productivos de los tambos en los que los litros por hectárea se duplicaron y los litros por vaca masa también. Estos incrementos en la producción se han correlacionado con el aumento del consumo de concentrados y reservas forrajeras, pero la base del sistema de alimentación sigue siendo pastoril, ocupando más del 70% de la dieta (Chilibroste, 2002).

Debido a los factores mencionados que afectan la producción de forraje, estudios realizados en nuestro país reportaron que en condiciones de pastoreo las vacas de parición de otoño se adaptan con dificultad al inicio de la lactancia, lo que compromete su producción en el resto de la misma y retrasa el reinicio de la ciclicidad ovárica posparto (Meikle et al., 2004). En particular son las vacas primíparas las que parecen adaptarse con más dificultad a la transición entre la condición de vaca gestante a lactante, y si bien llegan con buen estado al parto, sufren pérdidas importantes de condición corporal en el posparto que no están orientadas a mantener altos niveles de producción, y que se explican probablemente

por bajos consumos, lo que lleva a dificultades en el reinicio de la ciclicidad y bajas producciones (Ibarra y Chilbroste, 2003).

Un relevamiento realizado por Ibarra (2002) reportó que, para vacas de parición de otoño, un 22,6% de los animales con más de 120 días de paridas se encontraban en anestro posparto, definido éste como el tiempo que transcurre entre el parto y el primer celo (Short et al., 1990). Los largos períodos de anestro posparto que sufren los animales en pastoreo también se reporta en sistemas pastoriles en otros países (Macmillan et al., 1996). Dicho período de inactividad ovárica es un factor que limita de forma importante la eficiencia reproductiva del rodeo (García et al., 1990; Montiel y Ahuja, 2005; De Luca, 2008).

No hay duda de que el factor que más influye sobre la eficiencia reproductiva del ganado es la nutrición (Butler y Smith, 1989; Thatcher et al., 1996). Sin embargo, se desconocen muchos mecanismos a través de los cuales los componentes de la dieta afectan la síntesis y secreción de las hormonas de la reproducción, y por tanto la eficiencia reproductiva (Gwazdauskas et al., 2000).

A pesar de la intensa actividad de investigación sobre la fisiología del anestro posparto, la ovulación, la gestación y la nutrición de vacas lecheras, aún falta aclarar aspectos fundamentales que permitan reducir significativamente el período días abiertos posparto y mejorar la tasa de preñez (Henao, 2001).

Conociendo la problemática de la eficiencia reproductiva que presentan las vacas primíparas en nuestro sistemas de producción de leche bajo alimentación pastoril, dada a conocer por investigadores nacionales (Ibarra y Chilbroste, 2003; Meikle et al., 2004; Cavestany et al., 2005), parece necesario manejar esta categoría de manera diferenciada para solucionar estas restricciones (Ibarra y Chilbroste, 2003). Una de las acciones que mostró resultados alentadores en esta categoría, fue la suplementación con semilla de girasol como fuente de lípidos, donde las primíparas suplementadas tuvieron su primera ovulación unos 20 días antes que las no suplementadas (Mendoza et al., 2006b). En este sentido, la suplementación con lípidos ha mostrado tener efectos positivos sobre distintos procesos reproductivos, entre ellos, el desarrollo y crecimiento folicular (Wherman et al., 1991; Staples et al., 1998), aunque no está claro el mecanismo de acción, que podría involucrar cambios en la dinámica de hormonas como la IGF-1 o metabolitos como el colesterol (Thomas et al., 1997; Staples et al., 1998; De Luca., 2008).

Partiendo de resultados anteriores obtenidos con semilla de girasol en primíparas por Mendoza et al. (2006b), se propone estudiar el efecto de la suplementación con esta semilla en el posparto temprano de vacas primíparas en dos diferentes estados corporales al parto, determinados por una alimentación diferencial durante el parto, para ver como afecta la producción y reproducción de mismas.

Hipótesis

La suplementación con semillas de girasol entera al 4% de la dieta (base seca) en el posparto temprano, acorta el reinicio de la ciclicidad ovárica posparto en vacas primíparas en pastoreo. La Condición corporal al parto mejora la producción y composición de la leche; y acorta el reinicio de la ciclicidad ovárica posparto.

Objetivo General

Evaluar el efecto de la suplementación con semillas de girasol y de la condición corporal al parto sobre características reproductivas y productivas de vacas primíparas en pastoreo.

Objetivos Específicos:

- Estudiar como la Condición corporal al parto afecta el reinicio de la ciclicidad ovárica posparto.
- Evaluar la respuesta de la suplementación con girasol sobre las diferentes condiciones corporales al parto, en el reinicio de la ciclicidad ovárica.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1 PROBLEMAS DE LA LECHERÍA EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS

4.1.1 Relación entre la producción de leche y la reproducción

El manejo, la nutrición, la producción y la genética son las principales razones de la disminución de la fertilidad en la vaca lechera moderna (Chagas et al., 2007). La mejora genética de vacas lecheras ha aumentado notablemente la producción de leche en las últimas tres décadas (Butler y Smith, 1989; Beam y Butler, 1999), pero este incremento fue acompañado por una disminución en la fertilidad de las vacas (Nakao, 1998; Beam y Butler, 1999; Butler, 2000; Staples y Thatcher, 2001; Kawashima et al., 2006; Overton, 2006). El reparto de nutrientes para las distintas funciones fisiológicas tiene prioridades; por ejemplo, las funciones de mantenimiento o lactación tiene prioridad sobre las funciones reproductivas (De Luca, 2008). Otros sostienen que la selección por un único rasgo, en este caso hacia la producción de leche, tomando muy pocas consideraciones de los rasgos asociados con la reproducción, son los responsables de la disminución antes mencionada (Chagas et al., 2007; De Luca, 2008). En este sentido, existe una correlación entre los rasgos reproductivos y los niveles de producción de leche, indicando que el mayor rendimiento productivo está asociado fenotípicamente y genéticamente con una baja performance reproductiva de vacas en producción (Nebel y McGilliard, 1993; Gong et al., 2002). Esta teoría se pone en duda cuando se analiza la capacidad reproductiva de las vaquillonas nulíparas que han mantenido un índice de concepción cercano al 70%, a pesar de la alta selección (De Luca, 2008; Lucy, 2008b). Esto también se demuestra cuando se analizan los parámetros reproductivos de vacas Holando en producción que tienen tasas de preñez a la primera inseminación 40% - 45%; esto demuestra claramente que la fertilidad posterior de las vaquillonas sustancialmente fértiles se ve gravemente comprometida por los altos niveles de producción de leche (Macmillan et al., 1996).

Recientemente se han esclarecido las relaciones entre hormonas que controlan la reproducción y la producción de leche en vacas al comienzo de su lactancia (Chagas et al., 2007; Lucy et al., 2009). La concentración sanguínea de la hormona del crecimiento (STH) se incrementa poco después del parto, lo que permite coordinar la partición o distribución de nutrientes, que son destinados preferentemente para la producción láctea, lo que indirectamente afecta la fertilidad (Wathes et al., 2006; Lucy, 2008). La insulina sanguínea y el factor de crecimiento tipo insulínico 1 (IGF-1) se mantienen bajos cuando se incrementan las concentraciones sanguíneas de STH (Lucy, 2008) y cuando aumenta la producción de leche (Wathes et al., 2006). El IGF-1 tiene efectos directos en el hipotálamo, hipófisis y ovario, y se cree que pueda ser un potencial regulador endócrino del retorno de la ciclicidad (Baskin et al., 1999), ya que a nivel ovario estimula la proliferación de células de la granulosa, promueve la esteroidogénesis, la foliculogénesis, la ovulación y la fertilización (Montaño y Ruiz Cortés, 2005).

La alta producción de leche que acompaña el inicio de la lactancia genera un antagonismo entre los ejes gonadotróficos y somatotróficos (Chagas et al., 2007). El

eje somatotrófico (incluida la STH, los receptores de STH e IGF-1) es desconectado en vacas de alta producción en la lactancia temprana para que el hígado no responda a STH y baje la producción de IGF-1. Esta separación está implicada en el proceso de partición de nutrientes, lo que permite que los animales logren una alta producción de leche. En cuanto a esto, se observó que vacas de alta producción con bajo estado corporal en lactancia temprana presentaban elevadas concentraciones de STH en sangre y bajas concentraciones de IGF-I; en cambio, vacas con una menor producción de leche pero con buen estado corporal presentaban baja concentración de STH y una mayor concentración de IGF-I en sangre, lo que indica la existencia de la ruptura en el eje somatotrófico (Lucy et al., 2009).

Cuando comienza la producción de leche después del parto los requerimientos nutricionales se incrementan rápidamente y el resultado es un balance energético negativo (BEN); este BEN prolongado en el tiempo inhibe completamente la frecuencia de pulsos de LH, demorando la primera ovulación (Butler, 2000). Los tejidos del ovario responden a este metabolismo directamente, con consecuencias para la foliculogénesis, esteroidogénesis y el desarrollo de los ovocitos y embriones. El resultado es un multi-factorial síndrome de subfertilidad durante la lactancia temprana (Chagas et al., 2007).

4.1.2 Alta eficiencia reproductiva y rentabilidad de las explotaciones lecheras

La alta eficiencia reproductiva es un componente clave para una producción eficiente y para mantener la rentabilidad de los sistemas de producción lecheros (Roche y Diskin, 2005a), a la vez que es uno de los factores que mayor incidencia tiene sobre los beneficios y rentabilidad de los rodeos lecheros (De Luca, 2008) y para algunos es considerada la llave del éxito en la mayoría de los establecimientos (Nakao, 1998). Por lo general se recomienda preñar las vacas en un tiempo reducido posparto, con la finalidad de no alargar demasiado la lactancia (con bajas producciones en los últimos meses) (De Luca, 2008).

La alta selección genética para la producción de leche durante las últimas décadas se ha asociado con la disminución de eficiencia reproductiva (Lucy, 2001). Dicha eficiencia también cobra importancia en los sistemas de producción de leche como los uruguayos, en los que el pasto es parte importante de la dieta y además existen precios diferenciales a lo largo del año por la leche remitida (Laborde, 2004). Esto genera producción de leche estacional, donde el reinicio rápido de la ciclicidad ovárica es deseable, ya que posibilita que presenten mayor cantidad de ciclos estrales de duración normal previo al servicio, lo que aumenta la eficiencia reproductiva del rodeo (Cavestany et al., 2001).

Ajenos al sistema de alimentación, los parámetros de fertilidad en vacas lecheras están declinando, por ende una baja eficiencia reproductiva afecta la rentabilidad debido a: 1) largos intervalos inter-partos resultante en menos leche y menos número de terneros cada año; 2) el aumento del descarte debido a fallas reproductivas que reducen el progreso genético y aumentan los costos de reemplazos; 3) baja tasas de concepción que aumentan los costos de semen; 4) un largo período seco o de baja producción, que puede resultar de vacas que no logren preñarse (Jara Aguilar et al., 2004; Roche y Diskin, 2005; García Bouissou, 2008).

Todos estos factores tienen como resultado un aumento significativo de los costos para el sistema de producción de leche (Heuer et al., 1999; Beever, 2006).

Lograr una buena eficiencia reproductiva depende de obtener una normal involución uterina posparto, una temprana reanudación de la ciclicidad ovárica, una alta eficiencia en la detección de celos y un alto índice de concepción por servicio (Roche y Diskin, 2005). El porcentaje de vacas cíclicas a un determinado tiempo posparto es un indicador razonable de salud reproductiva dentro de un rodeo; los rodeos con una gran población de vacas en anestro tendrán una respuesta pobre en este indicador (Lucy, 2008a).

4.1.3 La producción de leche en sistemas pastoriles: su problemática

Las vacas lecheras manejadas en un sistema de alimentación a pastoreo generalmente mantienen un patrón estacional de partos (Lucy, 2008a; Cavestany, 2000), en nuestro sistema explicado por la demandas de la industria que incentiva la producción de leche otoño-invierno (Laborde, 2004). Los mejores resultados reproductivos son definidos por resultados económicos, el escenario perfecto es el de una vaca que queda preñada dentro de un lapso de tiempo que maximiza sus beneficios, y por lo tanto, los beneficios del establecimiento. Las vacas que son manejadas en sistemas de pastoreo tienden a perder más rápido condición corporal luego del parto, que vacas alimentadas con dietas totalmente mezcladas (TMR) (Roche et al., 2007). La pérdida de CC de forma acentuada tiene repercusión sobre el reinicio normal de la ciclicidad ovárica (Butler et al., 1989), otro factor que se suma en los sistemas pastoriles es la búsqueda y cosecha de forraje que suponen una demanda adicional de energía (Meikle et al., 2004), todos estos factores hacen que los sistemas pastoriles se experimenten largos períodos de anestro que comprometan la rentabilidad del establecimiento (Macmillan et al., 1996).

4.2 VACA EN TRANSICIÓN

El período de transición (últimas 3 semanas de preñez y primeras 3 semanas de lactancia) desde estado gestacional de no lactante al de lactante, representa un problema para la vaca (De Luca, 2008). La gestación, la disminución del consumo en al final de la gestación, la lactogénesis, y el parto, tienen efectos dramáticos sobre el metabolismo de las vacas lecheras durante este período (Grummer, 1995), donde las deficiencias y/o desequilibrios nutricionales suelen ser el origen de las denominadas “enfermedades de la producción” (Corbellini, 2000). Al final de la gestación y comienzo de la lactancia se genera un aumento en los requerimientos de energía y minerales para soportar la súbita demanda ocasionada por la creciente actividad de la glándula mamaria. Los requerimientos ocasionados en este período, generalmente no son cubiertos por la dieta (De Luca, 2008), ya que el consumo de alimento se ve reducido en un 30% a 35% durante las últimas 3 semanas preparto (Grummer, 1995). Esto da comienzo a una importante movilización de reservas corporales (De Luca, 2008), que produce un aumento de los ácidos grasos no esterificados (NEFA) en plasma durante los 10 días previos al parto, registrándose la mayor concentración el día del parto para luego disminuir rápidamente (Grummer, 1995). Esto induce un gran flujo de NEFA al hígado que no pueden ser completamente metabolizados y afectan el normal funcionamiento hepático, lo que aumenta las posibilidades de cetosis clínica o subclínica (Grigera y Bargo, 2005).

4.2.1 Regulación de la actividad ovárica posparto

Las vacas en el período posparto sufren cambios fisiológicos importantes que conducen a la reanudación de la secreción pulsátil de gonadotropinas hipofisarias y al restablecimiento del desarrollo de ondas foliculares, culminando con la manifestación del estro y la ovulación (Nett, 1987).

El proceso en el cual se produce un crecimiento continuo y regresión de folículos antrales que conducen a desarrollar el folículo preovulatorio se conoce como dinámica folicular y se refiere al crecimiento de folículos en oleadas. El desarrollo folicular presenta un patrón de dos a tres ondas, las cuales se caracterizan por tener tres fases: 1) **reclutamiento**, en la que un grupo de folículos adquiere la habilidad para responder a las gonadotropinas y empieza a crecer rápidamente; 2) **selección**, en la que un grupo de folículos es escogido para escapar del proceso de atresia y continuar creciendo y 3) **dominancia**, en la que un folículo se desarrolla de forma más rápida que el resto, suprimiendo el crecimiento de los subordinados e impidiendo el reclutamiento de un nuevo grupo de estructuras foliculares (Espinoza-Villavicencio et al., 2007).

Durante las primeras semanas posparto no parecen existir limitaciones en el desarrollo folicular a causa de una deficiencia de la hormona folículo estimulante (FSH), ya que la liberación de pulsos de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) de baja frecuencia estimula la síntesis y liberación de la misma (Lucy, 2003), pero la hormona luteinizante (LH) sí es una limitante para el desarrollo folicular. Para que los folículos adquieran la capacidad de ovular, éstos deben recuperar el soporte normal de pulsos de LH, el cual se restablece en la 2-3 semanas posparto (Beam y Butler, 1997; Lucy, 2003).

Luego del parto hay un aumento en las concentraciones de FSH que determina el reclutamiento de folículos (cada 8-10 días) y la emergencia de la primera onda folicular 2 a 3 días luego del parto (Crowe et al., 1998; Beam y Butler, 1999). El aumento de la FSH conduce a la emergencia de folículos estrógeno-activos de 3 a 5 mm que producen concentraciones crecientes de estrógeno e inhibina. Estas dos hormonas tienen un efecto de retroalimentación negativa sobre la FSH, cuya disminución resulta en la supresión de los folículos antrales crecientes, los que sufren atresia, excepto uno. El folículo antral más grande continúa creciendo, produciendo estrógeno que promueve la expresión de receptores de LH en células de la granulosa y se torna en un folículo dominante, el cual es LH-dependiente hasta alcanzar el tamaño preovulatorio (Fortune et al., 2004). El destino del folículo dominante depende ahora de la frecuencia pulsátil de LH. Una baja frecuencia en los pulsos de LH (un pulso cada 3-4 horas) resulta en la atresia del folículo dominante debido a un apoyo insuficiente de LH. Por el contrario, una frecuencia pulsátil de LH de uno por hora resulta en una producción continua de estrógeno y en la inducción de picos preovulatorios de GnRH, LH y FSH, lo que produce entonces la ovulación del folículo dominante (Roche y Diskin, 2005b). Los factores que repercuten en la frecuencia de pulsos de LH son, el BE y la CC, que afectan el momento de la primera ovulación y el período de anestro posparto (Lucy et. al., 1992).

En vacas lecheras el patrón reproductivo está caracterizado por la reanudación de ciclicidad a los 14 días posparto (Nakao, 1998), mientras que en sistemas pastoriles es aproximadamente 35 días (Cavestany et al., 2001). La primera fase luteal es generalmente corta, de 7-9 días de duración, que se debe a una prematura liberación de prostaglandina debido a la ausencia de la preparación del útero por la

progesterona (Roche y Diskin, 2005b). El primer celo posparto en un rodeo alimentado en base a pasturas con todas las categorías ocurre en promedio a los 51 días (Chilibroste et al., 2002a), mientras que Cavestany et al., (2001) reporta 80 días para dicha variable. En una encuesta realizada a productores nacionales se determinó que el primer celo posparto se presentó al día 41 (Zaffaroni et al., 2003), siendo 10 días posterior para las primíparas (Chilibroste et al., 2002a).

4.2.2 Fertilidad en el Posparto temprano

Existen cuatro componentes primarios que contribuyen colectivamente a la disminución en la fertilidad en el tambo: 1- Anestro fisiológico y comportamental; 2- Función ovárica anormal en vacas cíclicas; 3- Calidad pobre de los gametos y de la pre implantación embrionaria; 4- Incompetencia útero/placentaria (Lucy, 2008b). El efecto de los cambios metabólicos masivos y la movilización de tejidos en el período posparto temprano en la vaca Holando de alta producción puede afectar: la dinámica folicular, el tamaño del folículo dominante y la calidad del oocito (Roche y Diskin, 2005a). Un período de anestro fisiológico (desarrollo folicular en el ovario sin ovulación), también llamado período anovulatorio, es común encontrar en las vacas lecheras de alta producción. Dicho anestro es causado por balance energético negativo (BEN), el cual determina un ambiente hormonal inadecuado para el desarrollo del folículo preovulatorio, el pico de LH y la ovulación (Lucy, 2008b). Las vacas lecheras, a diferencia de las vacas de carne, una vez que salen del anestro son muy poco fértiles debido a que su anestro está relacionado con un déficit energético (Lucy, 2008b). La importancia del balance de energía (BE) en el posparto sobre el reinicio normal de la ciclicidad ovárica en el ganado lechero de alta producción ha sido reconocido en varios estudios (Butler et al., 1989). Lo ideal es obtener un período corto con un leve BEN, logrado mediante la maximización del consumo de alimentos para minimizar la pérdida del estado corporal (Roche y Diskin, 2005a).

4.3 LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE LAS PRIMÍPARAS EN SISTEMAS PASTORILES:

En los sistemas pastoriles, las vacas primíparas son una categoría particularmente crítica, ya que frecuentemente puede verse resentida tanto su producción en la primera lactancia como su normal actividad ovárica en el posparto, y estos efectos pueden arrastrarse sobre su potencial productivo en la segunda lactancia. Se ha demostrado que las primíparas pierden más estado que las multíparas y no logran recuperarlo en forma en su primer lactancia (Chilibroste et al., 2002a), repercutiendo esto posteriormente en la actividad ovárica (Meikle et al., 2004). El reinicio de la ciclicidad ovárica es más prolongado en primíparas que en multíparas y en animales con menor estado corporal al parto. Esto es coincidente con un mayor intervalo parto-primer servicio y parto-concepción y con un menor porcentaje de preñez (Meikle et al., 2002; Cavestany, 2004). Sin embargo, en un ensayo realizado por Cavestany et al. (2001), reportaron no encontrar diferencias entre vacas primíparas y multíparas en el intervalo a la primera ovulación con un promedio de 35 días, ni en el intervalo del parto al primer celo (Cavestany et al., 2001). Sin embargo, se ha observado que el estado corporal al parto tiene una correlación negativa con respecto al tiempo de reinicio de la actividad ovárica posparto en vacas primíparas

(Cavestany et al., 2001; Sepúlveda et al., 2001; Cavestany, 2004). En un ensayo realizado en vaquillonas de razas cárnicas, Astessiano et al. (2008) reportaron una tendencia a mayor anestro posparto al día 46 en animales que parieron con baja condición corporal ($CC < 3,5$). En muchos rodeos lecheros no existen diferencias significativas de vacas primíparas frente a múltiparas, pero en otros las primíparas pueden presentar un riesgo de no ciclar normalmente (Moreira et al., 2001). Esta diferencia que se encuentra en la bibliografía sobre las problemática de las primíparas con respecto al reinicio temprano de la ciclicidad en el posparto parece ser un problema de los sistemas pastoriles y no así para otros sistemas.

Estudios nacionales en sistemas pastoriles dan a conocer las diferencias metabólicas que presentan las primíparas en comparación con múltiparas, donde para las primeras las concentraciones de NEFA comienza aumentar antes del parto, y su máxima concentración es alcanzada hacia el día 20 posparto, en comparación con las múltiparas que al día 14 posparto comienzan una declinación en la concentración de este metabolito (Meikle et al., 2004). Esto indicaría que las primíparas al parecer están en un BEN más severo que múltiparas, determinando un mayor grado de lipólisis reflejado por los NEFA en sangre.

4.4 BALANCE ENERGÉTICO NEGATIVO (BEN) Y SU IMPACTO EN LA REPRODUCCIÓN

El balance energético se define como la diferencia entre el consumo de energía de un animal y la energía requerida para el mantenimiento y la secreción de leche. Como ya es conocido, los requerimientos nutricionales se incrementan rápidamente con el comienzo de la producción de leche después del parto y este incremento no es acompañado por una buena capacidad de ingestión, debido a que el consumo se encuentra deprimido por los cambios hormonales que suceden entorno al parto (Roberts et al., 1981; Senatore, 1996). El resultado es un balance energético negativo (BEN), que puede persistir por un período de 4 a 12 semanas posparto (Senatore, 1996), el cual culmina cuando las vacas adquieren la máxima capacidad de consumo (e incrementan el consumo de energía), lo que generalmente ocurre alrededor del día 50 posparto, donde entran en BE positivo (Lucy et al., 1991).

El BEN es más acentuado en los sistemas de alimentación a pastoreo, como el de Uruguay, donde gran parte de la energía de la dieta la aporta la pastura. Esto fue confirmado en un trabajo nacional de donde el consumo de pasturas en dos estaciones del año, otoño e invierno, no logró cubrir las demandas de producción, lo que determinó que los animales limitaran la producción por encontrarse en un BEN (Chilibroste et al., 2002a). Si este BEN es prolongado en el tiempo determina niveles bajos en plasma de glucosa, insulina e IGF-1 y genera demoras en el reinicio normal de la actividad ovárica, ya que se altera la frecuencia de pulsos de LH, generando una baja producción de estrógeno por el foliculo dominante (Butler, 2000; Lucy, 2008a). Cuando las vacas entran en un BEN hay una disminución en las concentraciones de GnRH y de LH. Este mecanismo parece ser coordinado por la leptina (hormona secretada por el tejido adiposo), la que regula numerosas funciones tanto metabólicas como reproductivas y es la encargada de mantener el balance energético (Friedman y Halaas, 1998).

Para mantener la rentabilidad económica en los sistemas de producción lechero en base pastoril, los productores están obligados en la mayoría de las situaciones a tratar de preñar las vacas al principio de la lactancia, lo que coincide con el BEN de

los animales (De Luca, 2008). Es por esto que la disminución del desempeño reproductivo es explicado por la alta demanda metabólica del inicio de lactancia que genera el BEN, originando mayor intervalo parto-ovulación y deprimiendo la función luteal (Grummer y Carroll, 1991), y que como consecuencia causa una disminución en la concentración de progesterona, que impacta directamente en la fertilidad del ganado (Butler, 2000; Santos, 2001).

Una vez que las vacas pasan el nadir del BEN (es decir, el punto más bajo del BEN), los animales recuperan rápidamente la normal función ovárica y comienzan a ciclar (Chilibroste et al., 2002a; Overton, 2006). Los niveles de insulina y de IGF-1 se incrementan y el soporte endócrino de la GnRH ahora se encuentra restaurado (Overton, 2006). Para muchos autores, el problema se resuelve limitando la profundidad del BEN, lo que fue demostrado en vacas multíparas alimentadas de tal forma que tuvieron un balance energético positivo, mostraron inferiores concentraciones de NEFA, β -hidroxibutirato (BHB) y una menor concentración de triacilglicéridos en el hígado, y menor cantidad de días a la primera ovulación postparto (van Knegsel et al., 2007).

Son muchas las hipótesis que tratan de explicar como el balance de energía impacta sobre performance reproductiva en el ganado lechero. Es conocido que los animales en BEN se caracterizan por presentar niveles sanguíneos elevados de STH y NEFA (Butler, 2000; Santos, 2001; Lucy, 2008 a), y niveles bajos de glucosa e insulina en plasma, que limitan en conjunto la respuesta del ovario a las gonadotropinas (Butler y Smith, 1989). También se reporta que estas vacas presentan niveles altos de NEFA en el líquido folicular, lo que afecta la calidad del oocito y baja los porcentajes de concepción (Leroy et al., 2005). No se conoce con precisión el mecanismo a través del cual las sustancias energéticas participan en la respuesta hipotalámica para la reanudación del ciclo estral (Henao, 2001), pero al parecer la información sobre el balance energético se trasmite al eje reproductivo a través de los niveles de IGF-1 y leptina en plasma (Henao, 2001; Meikle et al., 2004).

4.4.1 Balance de energía (BE) y su relación con la dinámica folicular

La alta producción de leche fue asociada con una irregular función ovárica en el posparto, pero el reinicio normal de la actividad ovárica ha sido más estrechamente relacionados con el balance de energía (Beam y Butler., 1999; Butler, 2000; Henao, 2001). El BE determina el número de folículos en cada onda folicular, el diámetro máximo alcanzado por el folículo dominante, el intervalo parto-primera ovulación y la cantidad de progesterona producida por el primer cuerpo lúteo (Beam y Butler, 1997; Staples et al., 1998). Antes del día 25 posparto, el número de folículos de clase 1 (3 a 5 mm, detectado por ultrasonografía) disminuyen a medida que se incrementan los días posparto, y el número de folículos de clase 3 (10 a 15 mm) y clase 4 (> 15 mm) se van incrementando. El número de folículos de clase 1 y 2 (6 a 9 mm) disminuyen al incrementarse el BE y los folículos de clase 3 aumentan. Después del día 25 posparto, el BE no afecta el número promedio de folículos por vaca, pero la dieta afecta el número de folículos dentro de cada clase. Estos resultados identifican la importancia de la dieta y el balance de energía sobre el folículo y la función ovárica posparto de las vacas lecheras. Al parecer, la clase más pequeña de folículos pasa a las clases mayores a medida que aumentan los días después del parto y no se repone durante los primeros 25 días posparto (Lucy et al., 1991).

Lucy et al., (1991) y Staples et al., (1998) mencionan que el balance energético en los primeros 25 días posparto puede modificar las poblaciones de folículos, afectando la dinámica y el número promedio de folículos por onda.

Es asumido por varios autores que el balance de energía positivo esta altamente relacionado con la dinámica folicular posparto y con una buena actividad reproductiva en el bovino (Nakao, 1998; Staples et al., 1998; Henao, 2001; Santos, 2001). Cuanto mayor es el intervalo parto al nadir del BEN, menor es la probabilidad de ovular el primer folículo dominante (Beam y Butler, 1998). Estas demoras en el inicio normal de la actividad ovárica, limitan el número de ciclos estrales antes del período reproductivo, determinar una disminución de la fertilidad (Butler y Smith, 1989; Cavestany et al., 2001).

4.5 CONDICIÓN CORPORAL COMO INDICADOR DE RESERVAS ENERGÉTICAS

La estimación de la condición corporal (CC) en vacas lecheras es un indicador de la cantidad de reservas energéticas almacenadas. Su evaluación periódica permite a los productores y asesores prever la producción de leche y la eficiencia reproductiva, evaluar la formulación y asignación de alimentos y reducir la incidencia de enfermedades metabólicas en el inicio de lactancia (Trama, 2000; Meikle et al., 2002; Grigera y Bargo, 2005). El estado nutricional de un animal se evalúa a través de la CC, ya que refleja si el organismo dispone de reservas energéticas para la lactancia (Montiel y Ahuja, 2005). Si en el inicio de la lactancia las vacas sufren un déficit de energía debido a la gran producción de leche, movilizan grasas desde los tejidos de depósito para mantener la producción (Contreras 1998; Bewley et al., 2008), lo que determina una disminución de la CC en la lactancia temprana, lo cual comienza a revertirse durante el resto de la lactancia (Bewley et al., 2008).

4.5.1 Estimación de CC vs. real determinación de las reservas energéticas

La estimación de la CC es un método subjetivo de evaluación de la cantidad de energía almacenadas en la grasa y músculo (reservas corporales) en un animal vivo (Edmonson et al., 1989) y que sirve como indicador del balance energético (Edmonson et al., 1989; Grigera y Bargo, 2005). Esta puntuación es una medida indirecta del nivel de grasa subcutánea en ganado lechero y ha sido adoptada ampliamente para la investigación y evaluación en los predios con fines de gestión en las explotaciones agrícolas (Bewley et al., 2008). En un ensayo realizado en nuestro país se encontró una fuerte correlación entre las peso vivo y puntuación del estado corporal para vacas primíparas y multíparas, lo que determina que el método de puntuación de CC es una herramienta muy útil (Meikle et al., 2004).

La correcta estimación de las reservas energéticas debe hacerse a través de la medición del CC en forma visual utilizando una escala de 1 a 5 (1 = flaca, 5 = gorda) propuesta por (Edmonson et al., 1989). Su determinación es particularmente importante en momentos claves como el secado, el ingreso al parto, el parto y el pico de producción. El peso vivo no es un buen indicador de las reservas corporales ya que vacas de un mismo peso pero de diferente conformación, pueden presentar diferentes niveles de engrasamiento (Grigera y Bargo, 2005).

Las puntuaciones de CC son muy útiles para la gestión de ganado lechero y programas de mejoramiento, pero la consistencia y la calidad de los registros

realizados por los consultores en el campo son desconocidos (Kristensen et al., 2006). Esto genera preocupaciones acerca de la subjetividad, limitando el uso de la puntuación de CC en la gestión diaria. Un sistema automatizado de CC podría dar una visión más objetiva de la estimación de reservas de energía en el ganado lechero (Bewley et al., 2008).

Se ha reportado una alta repetibilidad en la puntuación de estado corporal realizada por personal entrenado juntos, entre ellos y con sus anteriores registros. Esto valida el uso de las puntuaciones de CC para la evaluación comparativa en la evolución, tanto en la vaca como a nivel de rodeo durante el transcurso de la lactancia (Kristensen et al., 2006). El registro de la CC es una buena herramienta para identificar vacas con riesgo de presentar fallas reproductiva, su evaluación al parto y durante el posparto es de gran utilidad en el manejo de los rodeos lecheros (Meikle et al., 2002).

4.5.2 Evolución de la CC en el Posparto

Durante la lactancia temprana, el aumento del consumo voluntario no sigue el ritmo de aumento de la producción de leche (Butler y Smith, 1989), lo que origina una moderada movilización de grasas que se considera normal, pero cuando el déficit de energía es mayor, la movilización de grasa excede la capacidad que tiene el hígado para metabolizarla y se produce el Síndrome de Movilización Grasa (Contreras, 1998). Esto es especialmente importante en sistemas de producción pastoriles donde se manejan animales seleccionados para la producción de leche, dado que el consumo de materia seca (MS) en inicio de lactancia suele verse comprometido (Grigera y Bargo, 2005). La selección genética por producción de leche predispone a las vacas a movilizar reservas en respuesta a las demanda de nutrientes, una adaptación demostrada por el ganado lechero luego de años de selección (Blake y Custodio, 1984).

Los animales con alta CC posparto presentan una alta producción de leche y una relación grasa proteína mayor a 1.5, y en general a mayor CC al parto, mayor son las pérdidas posteriores de CC (Heuer et al., 1999). El grado de pérdida de condición corporal después del parto y su posible impacto sobre la fertilidad es considerado un fenómeno común en muchos establecimientos con independencia de la media de producción de leche (Beever, 2006).

La movilización de reservas corporales en respuesta a la lactancia es más acentuada en vacas multíparas que en primíparas (Gossen et al., 2006), pero esto no es una regla y en sistemas pastoriles no parece ser así. Chilibroste et al., (2002a) y Meikle et al., (2004) reportaron que las vacas primíparas tuvieron un descenso más brusco en la CC que vacas multíparas, lo que estaría explicado por la tendencia de las primíparas a perder más CC que las multíparas, y a que además de las demandas energéticas de la lactancia, esta categoría tiene una demanda energética para completar su desarrollo corporal (Meikle et al., 2005).

Las vacas con alta CC al comienzo de la lactancia logran altas producciones de leche a expensas de una gran movilización de grasa corporal (Gossen et al., 2006). La magnitud de la movilización en el posparto y el nadir de la CC se correlacionan positivamente con la CC que la vaca presenta al parto. Aquellas vacas que paren con una buena CC son las que registran las mayores pérdidas en el posparto (Roche et al., 2007b), debido en parte a que presentan mayores restricciones al

consumo de alimento en el inicio de lactancia, lo que agudiza su balance energético negativo (Grigera y Bargo, 2005).

4.5.3 Reinicio de la actividad ovárica y su relación con la CC al parto

La CC al parto y su evolución posterior están muy correlacionados con la actividad ovárica en el posparto (Trama et al., 2000; Jara Aguilar et al., 2004). Una baja CC al parto puede afectar el inicio de la actividad ovárica en primíparas pero no en múltiparas (Cavestany et al., 2001; Meikle et al., 2002). Lo que sí está claro, es que las vacas que paren con una buena CC son más aptas para desencadenar la ovulación del primer folículo dominante y obtener su primer celo antes del día 40 posparto (Chilibroste et al., 2002a; Jara Aguilar et al., 2004).

En lo que respecta a la evolución de la CC en el posparto, cuando ésta presenta severas pérdidas (de más de un punto de CC), aumentan los días a la primera ovulación, al primer celo, el número de servicios por concepción, lo que da como resultado más días abiertos (Butler y Smith, 1989; De Luca, 2008). Butler y Smith (1989) encontraron que las vacas que perdieron menos de 0.5 unidades de CC durante el posparto temprano, tuvieron mayores tasas de concepción en el primer servicio que las vacas que perdieron más de 0.5. La evolución de la CC es importante en vacas lecheras, ya que una pérdida de 0.75 a 1.25 puntos de CC precipita el anestro (Roche y Diskin, 2005b).

En cuanto a la CC al parto, está claro que en vacas con una CC menor a 2.5 es muy probable que se altere la actividad del ovario y que terminen en anestro, debido a una falla del folículo dominante en ovular más que a la ausencia de ondas foliculares (Henaó, 2001; Roche y Diskin, 2005b). El nivel de CC al parto tiene mayor importancia en primíparas que en múltiparas (Cavestany et al., 2001; Meikle et al., 2005) y en ésta categoría es donde se reportan largos intervalos de anestro posparto asociados a una baja CC (CC<3) (Meikle et al., 2004; Meikle et al., 2005).

4.5.4 Perfiles metabólicos y hormonales asociados con la CC al parto en primíparas

Las primíparas que llegan al parto con una baja CC presentan niveles altos de NEFA y BHB en plasma (Taylor et al., 2003; Meikle et al., 2004), y tienen tendencia a presentar bajas concentraciones de glucosa e insulina en sangre (Taylor et al., 2003). Es común encontrar en el periparto de vacas lecheras un aumento en la concentración de NEFA, acompañada con una disminución de insulina y leptina plasmática, pero los niveles de NEFA son mayores cuando las primíparas paren con baja CC. Cuando los NEFA se incrementan reflejan una actividad lipolítica aumentada, que puede estar asociado a altas concentraciones de BHB, que a su vez tiene una clara correlación negativa con la producción de leche (Meikle et al., 2004).

La CC al parto en las vacas primíparas ha mostrado tener un efecto sobre la concentración en el plasma de IGF-1 (Meikle et al., 2004). En este sentido, las primíparas con baja CC presentan menores niveles IGF-1, que también se acompaña con niveles altos de BHB en plasma (Taylor et al., 2003; Lents et al., 2008). Sabiendo que existe una alta asociación entre la CC y el balance de energía del animal, esto determina que bajos niveles energéticos limitan la expresión hepática de los receptores de STH. Como consecuencia, los procesos estimulados

por la STH a nivel hepático se reducen, tales como la producción de IGF-1 (Rhoads et al., 2007). Por lo general en torno al parto, las primíparas presentan una pronunciada caída en la IGF-1, presentando a su vez niveles inferiores en relación a las múltiparas, lo que demuestra un efecto de la paridad (Meikle et al., 2004).

Los bajos niveles de IGF-1 están altamente correlacionados con las demoras en el reinicio temprano de la actividad ovárica en el posparto. Esto quedó demostrado en vacas primíparas que retrasaron su ovulación y tuvieron menores concentraciones de IGF-1, en comparación con primíparas que reiniciaron la actividad ovárica normalmente (Taylor et al., 2003; Meikle et al., 2004). Esto confirma la existencia de una asociación entre la ovulación del folículo dominante y los niveles de IGF-1 en plasma que fuera mencionado por Beam y Butler (1997 y 1998) citado por (Thatcher et al., 2004).

4.6 EFECTO DE LA NUTRICIÓN SOBRE LA ACTIVIDAD OVÁRICA

Los sitios potenciales de acción de la nutrición en la función ovárica incluyen efectos a nivel sistémicos: a) en el hipotálamo sobre la síntesis y liberación de GnRH; b) en la hipófisis anterior mediante el control de la síntesis y liberación de FSH, LH y STH; c) a nivel ovárico mediante la regulación del crecimiento folicular y la síntesis de esteroides (Roche y Diskin, 2005a). Todos estos efectos explican por qué la nutrición ha tenido un impacto importante en la performance reproductiva del ganado lechero.

La energía parece ser el mayor nutriente requerido por los animales, presentando una gran influencia sobre la reproducción, tanto en el déficit como en el exceso (Santos, 2001; De Luca, 2008). Es conocido que para que exista un buen desempeño reproductivo, la nutrición con energía y proteína se debe atender de forma adecuada (Butler, 2000). Según algunos autores no existen nutrientes específicamente requeridos para la reproducción que no sean requeridos para otras funciones fisiológicas normales en el animal (Roche y Diskin, 2005a), y que el principal regulador de la función reproductiva es el balance de energético (Butler y Smith, 1989; l'Anson et al., 1991; Roche y Diskin, 2005a).

Sabiendo la importancia de la energía sobre el comportamiento reproductivo, hay algunos investigadores que sostienen que la suplementación con lípidos tiene efecto sobre la actividad del ovario que no es explicado solamente por el aumento de la densidad energética de la dieta (Santos, 2001; Staples, 1998). A nivel nacional se ha reportado un reinicio más rápido de la actividad ovárica en vacas primíparas que recibieron una fuente de ácidos poliinsaturados, en donde las dietas fueron isoenergéticas e isoproteicas (Mendoza et al., 2006b).

4.7 SUPLEMENTACIÓN CON LÍPIDOS EN EL POSPARTO DE VACAS LECHERAS

4.7.1 Antecedentes de los lípidos en la reproducción

Los ácidos grasos esenciales parecerían tener un efecto de gran importancia sobre el mantenimiento de la performance reproductiva. En los primeros trabajos de Burr y Burr, (1930) citado de Staples (1998), se alimentó a ratas con una dieta libre de

grasas, que dio como resultado un cese del crecimiento y, en la mayoría de las ratas, el cese o una irregular función ovárica. Las ratas fueron entonces suplementadas con aceite de maíz, de oliva, de linaza y aceite de coco en aproximadamente el 1% de la dieta en materia seca. Con la excepción del aceite de coco el consumo de los demás aceites dio lugar a una rápida expresión de celo (dentro de 6 a 9 días del cambio de dieta). El aceite de coco no tiene C18:2 (ácido linoleico), mientras que los demás aceites sí lo contienen (aceite de maíz = 41%, aceite de oliva = 7% del total de los ácidos grasos), lo que sugiere que este ácido graso pueda tener un importante efecto sobre los tejidos reproductivos (Lucy et al., 1991).

4.7.2 Metabolismo de los lípidos en el rumiante

Los ácidos grasos (AG) presentes en los vertebrados son generados ya sea por síntesis de novo o se absorben de la dieta. Ácidos grasos de cualquier fuente pueden someterse a la elongación y desaturación, generando ácidos grasos con diferentes propiedades bioquímicas. En los animales no existe la desaturación por encima del carbono 9. Esto evita que los animales puedan sintetizar ácidos grasos de la familia Ω -3 y Ω -6. Dado que los animales tienen requisitos absolutos para algunos de los ácidos grasos de la familia Ω -3 y Ω -6, estos ácidos grasos se consideran esenciales y deben ser proporcionados por la dieta (Mattos et al., 2000). En la digestión ruminal de los lípidos se distinguen tres etapas: a)-Hidrólisis, b)-Biohidrogenación, c)-Saponificación. Las distintas formas lipídicas son casi hidrolizadas en un 95%, por hidrolasas bacterianas, que tienen como producto final un glicerol y ácidos grasos libres. La hidrogenación transforma los AG insaturados en saturados, y ocurre en ácidos grasos libres, por lo que se necesita que anteriormente ocurra la lipólisis (Cirio y Tebot, 2000). La biohidrogenación ruminal de AG de cadena larga Ω -3 es amplia, con un promedio de > 85% para eicosapentaenoico (EPA) y > 75% para el docosahexaenoico (DAH) con para sales de calcio y suplementos de aceite de pescado sin protección (Castañeda-Gutiérrez et al., 2007). El ácido linoléico (C18:2 n-6) se hidrogena hasta ácido transvaccénico (C18:1 n-7t). Este último será parcialmente saturado hasta esteárico (C18) aunque cierta proporción pasa como tal al intestino. Así, el 37% de los poliinsaturados hidrogenados en el rumen se encuentran en el duodeno bajo forma de ácido transvaccénico. El linoleico puede ser parcialmente incorporado a las bacterias ya que es capaz de difundir a través de su membrana, lo que lo protege de la hidrogenación y permite que el rumiante pueda disponer de éste AG esencial que será liberado y absorbido a nivel intestinal. En conclusión, los principales AG de cadena larga que serán incorporados al organismo del rumiante son: esteárico, palmítico, transvaccénico y linoleico (Cirio y Tebot, 2000). En el pH poco ácido del rumen (6.5) los AG saturados tienden a formar jabones insolubles con el calcio y el magnesio. No se absorben en los pre-estómagos y pasan como tal al intestino. Los AG libres entran al intestino delgado adheridos a las partículas alimenticias (fase particular), donde la progresiva elevación del pH y la presencia de sales y fosfolípidos (PL) biliares aseguran la disolución de los AG y su estabilización en una fase micelar. Los principales lugares de absorción de AG en el rumiante son el yeyuno medio distal y el ileon. El enterocito reesterifica los AG por la vía del α glicerofosfato resintetizando así TAG y PL, que conjuntamente con ésteres de

colesterol pasan a la circulación general principalmente con la linfa e incorporados en lipoproteínas de transporte (Cirio y Tebot, 2000).

La suplementación con grasa a menudo es incluida en la dieta de las vacas lecheras en el posparto temprano, con el fin de aumentar la densidad de energía de la misma para tratar de satisfacer las demandas energéticas de la lactancia (Cirio y Tebot, 2000; Santos, 2001). Esta práctica se prefiere a la de aumentar el contenido en almidón de la dieta, lo cual puede resultar en efectos negativos sobre la digestión, la composición de la leche y la salud de los animales.

4.7.3 Mecanismos por el cual las grasas en la dieta influyen en la reproducción

Los mecanismos por los cuales las dietas que contienen algún suplemento lipídico pueden mejorar el desempeño reproductivo de animales no ha sido dilucidado (Staples et al., 1998), aunque se han propuesto varias hipótesis, como por ejemplo:

- 1) Una mejora en el balance energético, que conduce a un retorno temprano al estro en el posparto y, por lo tanto, una mejora de la fertilidad.
- 2) Un aumento en la esteroidogénesis, que favorece una mejora en la fertilidad.
- 3) Modificaciones en la concentración de insulina a fin de estimular el desarrollo de folículos ováricos.
- 4) Un estímulo o inhibición de la producción y liberación de prostaglandina (PGF₂α), que influye en la persistencia del cuerpo lúteo.

4.7.4 Perfiles metabólicos y hormonales asociados a la suplementación lipídica

Al parecer la suplementación de la dieta con alguna fuente lipídica, puede generar cambios en las concentraciones de algunos metabolitos u hormonas que puedan impactar de alguna forma sobre la reproducción. El mecanismo por el cual las grasas actúan en los procesos reproductivos no está bien comprendido. Algunas teorías se apoyan en que las dietas hiperlipídicas proporcionadas a rumiantes, casi siempre provocan un incremento en los niveles sanguíneos de colesterol total (lipoproteínas de alta densidad y de baja densidad) (Rafalowski y Park, 1982; Grummer y Carroll 1988; DePeters et al., 1989; Staples et al., 1998; Kassa et al., 2002; Marín-Aguilar et al., 2007). Este incremento del colesterol plasmático encontrado por varios investigadores, se debe a la necesidad de aumentar la absorción de ácidos grasos dentro de los quilomicrones y de las VLDL (lipoproteínas de muy baja densidad) desde el intestino delgado, principal sitio de síntesis de novo del colesterol en rumiantes (Grummer y Carroll, 1988). La mayor parte del colesterol (90-95%) en la sangre bovina es encontrado en las HDL (lipoproteínas de alta densidad) (Grummer y Carroll, 1988). Con la suplementación no solo se incrementa el colesterol plasmático, sino que también en el líquido folicular (Staples et al., 1998). Ambas lipoproteínas son la fuente principal de colesterol, y este es un precursor importante para la esteroidogénesis (Grummer y Carroll 1988; Staples et al., 1998). Reconociendo que el colesterol es un precursor de las hormonas esteroideas (Mattos et al., 2000), algunos trabajos reportan el aumento de la progesterona sintetizadas por células luteales del ovario acompañando al incremento del colesterol plasmático (Carroll et al., 1990; Lucy et al., 1993; Spicer et al., 1993). La progesterona prepara el útero para la implantación del embrión y también ayuda a mantener la gestación. Concentraciones altas de progesterona en el plasma pueden asociarse con mejoras en los porcentajes de concepción de vacas lecheras en

producción (Staples et al., 1998), lo que para muchos explicaría como los lípidos logran mejorar el desempeño reproducido.

Si bien algunos investigadores como Rafalowski y Park (1982) que usaron la semilla de girasol como fuente de lípidos, encontraron éste aumento de colesterol plasmático, trabajos nacionales con semilla de girasol como suplemento en aproximadamente 7% de la dieta (base seca) de vacas primíparas y múltiparas en pastoreo no encontraron modificaciones en esta variable (Dodera et al., 2007). También en otros trabajos nacionales con semilla de girasol donde se mejoró la performance reproductiva de las vacas lecheras, documentaron no encontrar efectos (Mendoza et al., 2006b).

La suplementación con lípidos, además de los efectos a nivel del colesterol, también ha mostrado aumentar las concentraciones plasmáticas de NEFA (DePeters et al., 1989; Grummer y Carroll, 1991; Staples et al., 1998; Marín-Aguilar et al., 2007), que se debe a una absorción incompleta de los ácidos grasos después de la hidrólisis de las lipoproteínas VLDL (Grummer y Carroll., 1991). A pesar de esto, no en todos los trabajos los NEFA son modificados por la suplementación lipídica (Robinson et al., 2002; Dodera et al., 2007).

Estudios realizados en nuestro país reportaron que la suplementación energética con afrechillo de arroz de corta duración mejoró la preñez temprana de vacas primíparas que se encontraban en anestro (Soca et al., 2007). También se documentó que existe efecto de la suplementación energética en el parto sobre la aceleración del reinicio de la ciclicidad ovárica en vacas múltiparas, encontrándose niveles de IGF-I mayores en animales suplementados (Cavestany et al., 2007).

4.7.5 Efecto de suplementación con grasas sobre la reproducción

La suplementación con grasa tiene un valor especial en la dieta de vacas lecheras de alta producción, ya que permite incrementar la densidad energética de la dieta y aumentar la eficiencia metabólica, debido a que los ácidos grasos del suplemento se transfieren directamente hacia la grasa de la leche (Coppock y Wilks, 1991). Esta suplementación con grasas puede reducir parcialmente el BEN de la vaca durante el período posparto temprano y de esta manera influir positivamente en el desempeño reproductivo (Mattos et al., 2000; Funston, 2004).

La respuesta en los parámetros reproductivos a la suplementación con lípidos no es siempre predecible. En un trabajo donde se revisó los efectos de las grasas sobre el desempeño reproductivo de las vacas lecheras, mostró que 11 de 20 experimentos reportaron mejoría sobre distintas variables reproductivas (Staples et al., 1998). La respuesta a la suplementación parece depender de la CC al parto, la edad al parto, los nutrientes disponibles en la dieta y del tipo de grasa que se suplemente (Funston, 2004), pero es independiente del estado energético de las vacas (Staples et al., 1998).

Varios estudios reportan una mejora en el desempeño reproductivo de vacas lecheras en lactancia con suplementación grasa. Para algunos autores esto estaría dado por el aumento de la energía que aportan los lípidos a la dieta, o al aporte de sustratos que aumentan los precursores de hormonas reproductivas, tales como esteroides, prostaglandinas y cambios en la frecuencia de pulsos de LH (Mattos et al., 2000). Sin embargo, esto último no se ha podido demostrar fehacientemente (Staples et al., 1998). En los últimos años diferentes autores mencionan que los

efectos probablemente no sean el resultado de una mejor situación energética y que el aumento en la fertilidad podría asociarse a los efectos directos de los ácidos grasos sobre la hipófisis, ovarios y útero (Mattos et al., 2000).

Dilucidar cómo la suplementación con grasa influye en la función reproductiva ha sido un proceso difícil (Funston, 2004). La suplementación con grasa (alrededor del 3% de la dieta en MS) a menudo ha influido positivamente en el estado reproductivo de las vacas lecheras, incluyendo el aumento de tamaño del folículo ovulatorio, el número de folículos ováricos, la concentración plasmática de progesterona, reducción de la secreción de prostaglandinas, y la mejor utilización de colesterol sanguíneo para la síntesis de progesterona por parte del cuerpo lúteo, aumentando también la vida de éste (Grummer y Carroll, 1991; Staples et al., 1998; Mattos, 2000).

Staples et al. (1998), en una revisión de un gran número de trabajos donde se incluían suplementos grasos en la ración de vacas lecheras, concluyen que cuando se aumentan los niveles de lípidos en la ración, esto se traduce en mejoras en el rendimiento reproductivo de las vacas, por ejemplo en mayores porcentajes de concepción, este efecto positivo de los lípidos se observó ajeno al aumento de energía en la dieta. Esto también fue reportado por Santos et al. (2001), que mencionan haber encontrado una influencia de los ácidos grasos sobre el desempeño reproductivo de vacas lecheras cuando la concentración energética en la ración se mantenía constante. Anteriormente a estos resultados, ya algunos investigadores mencionaban que existía la posibilidad que las grasas afectaran el metabolismo de la vaca independientemente de las alteraciones que puedan resultar de las mejoras en el balance de energía (Grummer y Carroll, 1991). De todos modos, Grummer y Carroll, (1991) sostienen que la mejora que deriva de la alimentación con lípidos podría depender de la mejora de balance energético de la vaca lechera durante períodos de 0 a 3 semanas posparto. Trabajos más recientes se oponen a esta idea y asumen que los efectos de la suplementación grasa esta más allá del efecto energético que aportan los lípidos (Staples et al., 1998; Santos et al., 2001). Además, no todas las grasas tienen efectos sobre la función reproductiva. Nueva evidencia indica que la suplementación con ácidos grasos insaturados que logren no ser hidrogenados en el rumen (by-pass) y lleguen al intestino para su absorción pueden tener de esta manera un efecto en la función reproductiva y la fertilidad (Santos et al., 2001; Thatcher et al., 2004). En ensayos realizados en nuestro país se encontró un efecto de los ácidos grasos poliinsaturados en la función ovárica de vacas primíparas en sistemas pastoriles, donde se logró a través de la suplementación acelerar el reinicio de la ciclicidad ovárica (Mendoza et al., 2006b). Existe mucha información en la bibliografía internacional sobre la suplementación con lípidos en vacas lecheras, pero a pesar de esto, su efecto sobre el desempeño reproductivo no es bien comprendido, debido a que gran parte de los datos publicados provienen de estudios que tienen como objetivo la nutrición en lugar de la reproducción. Los estudios a menudo han sido diseñados principalmente para examinar los efectos de la suplementación grasa y su respuesta en el consumo de materia seca, digestibilidad, producción y composición de la leche, no estudiando parámetros reproductivos como: retorno al celo, el crecimiento folicular, y los porcentajes de preñez.

4.7.6 Los beneficios de los lípidos parecen estar asociados a los ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs)

Como se mencionó anteriormente no todos los lípidos tendrían efectos benéficos sobre la reproducción (Staples et al., 1998). Más precisamente, la evidencia indica que los suplementos que contienen PUFAs, específicamente ácido linoleico, linolénico, EPA y DHA, pueden alterar los tejidos reproductivos. Las semillas de oleaginosas han sido usadas como fuente de poliinsaturados con efectos interesantes en la reproducción de vacas lecheras.

La estructura de los AG, es decir, la longitud de su cadena, el número de dobles enlaces en la cadena, y los tipos de isómeros formados por cada doble enlace determina en gran medida su función. Los AG saturados no tienen dobles enlaces en su cadena. La presencia o ausencia de dobles enlace modifica la propiedad química de los ácidos grasos (Cirio y Tebot, 2000). Los PUFAs se clasifican en diferentes familias de acuerdo a la posición del primer doble enlace contando a partir del extremo metilo. Por ejemplo, el ácido linoleico es considerado un poliinsaturado, tiene 18 átomos de carbono y dos dobles enlaces (C18:2), con su primer doble enlace en la sexta posición partiendo del grupo metilo, y por lo tanto es un miembro de la familia Ω -6. En contraste, el ácido linolénico (C18:3) pertenece a la familia Ω -3, porque el primero de sus dobles enlaces se encuentra en la posición del tercer carbono (Cirio y Tebot, 2000). La suplementación con AG Ω 6 en vacas, determinó un aumento en las concentraciones de IGF-1 en el estro y mayores niveles de colesterol que se correlacionaron con cambios en el número y tamaño folicular, donde el primer folículo dominante fue mayor para aquellas vacas suplementadas (Robinson et al., 2002).

Ácidos grasos en la dieta de la familia de Ω -3 reducen en el ovario y endometrio la síntesis y la secreción de PGF2 α durante el ciclo estral y en el posparto temprano (Mattos et al., 2000; Henao, 2001; Robinson et al., 2002; Thacher et al., 2004). Si bien la PGF2 α tienen una función importante en la fertilidad tanto después del parto, para favorecer la involución uterina, y durante el ciclo estral, regular la vida media del cuerpo lúteo. Los AG son precursores de la síntesis de prostaglandinas y las dietas ricas en grasas son una excelente fuente de estos precursores, sin embargo, las dietas altas en PUFAs inhiben la síntesis de prostaglandinas y producen un cuerpo lúteo de mayor vida media. Debido a esto, la inclusión de PUFAs en la dieta puede mejorar la tasa de concepción (Henao, 2001). Al parecer, los PUFAs producen inhibición de la síntesis de PGF2 α a través de diferentes mecanismos tales como: a) la reducción de la disponibilidad de su precursor, el ácido araquidónico, debido a la competencia de los PUFAs con el ácido araquidónico, b) competencia de ácidos grasos Ω -3 con el ácido linoleico por la enzima Δ 6-desaturasa, reduciendo así la conversión de ácido linoleico en araquidónico, c) alterando los perfiles de ácidos grasos de la membrana plasmática del PL, reduciendo la capacidad de incorporación del ácido araquidónico a la misma, d) inhibición de la síntesis y de la actividad de la enzima prostaglandina H sintetasa, la cual se encarga de la conversión de ácido araquidónico a PGF2 α , e) competencia de los PUFAs con la enzima prostaglandina H sintetasa (Mattos et al., 2000).

Algunos PUFAS, específicamente EPA y DHA parece ser ácidos grasos nutracéuticos o componentes funcionales de los alimentos que tienen un efecto fisiológico que no sea un efecto simplemente nutricional. In vitro, se demostró que el EPA ha interactuado con antiluteolíticos, interferón-tau, provocando una supresión

en la secreción de $\text{PGF2}\alpha$, y de esta manera contribuye con los efectos beneficiosos de la alimentación con ácidos grasos sobre la función reproductiva (Thatcher, et al., 2004). Otros autores mencionan que los AG pueden tener un efecto directo sobre la transcripción de genes que codifican proteínas que son esenciales para los eventos reproductivos (Mattos et al., 2000).

Trabajos nacionales en los cuales se suplementó con aceite de pescado como fuente de PUFAs (contiene 8,4% de EPA y 19,4% DHA) se encontró una respuesta en el porcentaje de preñez en vacas de carne, sin poder conocer cual fue el mecanismo por el cual se obtuvieron estos resultados (de Nava et al., 2000). Otros trabajos nacionales con aceite de pescado encontraron un aumento en el diámetro folicular en los animales suplementados (Hernández et al., 2008)

4.7.7 Influencia de la dieta con grasa sobre la actividad ovárica

Para que la suplementación con lípidos mejore el desempeño reproductivo debe lograr estimular la actividad ovárica (desarrollo folicular) en el posparto temprano (Thatcher et al., 2004; Castañeda-Gutiérrez et al., 2007). La suplementación con grasa puede generar cambios en dinámica folicular, alterando potencialmente la sensibilidad del ovario a las hormonas metabólicas como STH, IGF-1 y gonadotrofinas (LH y FSH) (Thatcher et al., 2004).

La alimentación de vacas lecheras con PUFAs ha mostrado influir en la síntesis de hormonas esteroideas (Robinson et al., 2002) y de esta manera lograr estimular el desarrollo folicular durante el posparto temprano (Staples et al., 1998), acelerando el reinicio de la actividad cíclica (Marín-Aguilar et al., 2007). En dietas donde se adicionaron altas concentraciones de ácido linolénico o linoleico, ambos PUFAs, redujeron los niveles de progesterona plasmática, en particular en la fase lútea temprana, y aumentaron el número de folículos pequeños y medianos (5-10 mm de diámetro) (Grummer y Carroll, 1991). Sin embargo, otros autores mencionan que la suplementación con altos niveles de ácido linoleico y linolénico, determina una disminución en la $\text{PGF2}\alpha$, lo que permite una mayor síntesis y secreción de progesterona a partir de células de la granulosa y células del cuerpo lúteo (Staples et al., 1998). Otro efecto que se le atribuye a los lípidos es aumentar los niveles de IGF-1, el cual contribuye a aumentar la síntesis de progesterona, debido en parte, a una mejor utilización del colesterol (De Luca, 2008).

Vacas suplementadas con ácido linoleico ($\Omega 6$) mostraron aumento en las concentraciones plasmáticas de colesterol y de IGF-1 en el estro, que se correlacionaron con el diámetro del primer folículo dominante, que fue mayor en los animales que recibieron el PUFAs. Dicha suplementación no afectó los niveles de NEFA, ni los de insulina plasmática (Robinson et al., 2002), lo que sugiere que existe un efecto de los PUFAs sobre la función del ovario que no está relacionado con la mejora del balance energético de las vacas (Grummer y Carroll, 1991).

Estudios realizados con suplementación de grasa bypass ruminal con proporciones altas o bajas de PUFAs, reportaron que el diámetro de los folículos preovulatorios fue mayor en vacas alimentadas con altas proporciones de insaturados, observándose también que las concentraciones y el contenido de androstenodiona (A4) y estradiol E2 en el líquido folicular fue mayor en aquellos animales que recibieron PUFAs en la dieta (Zachut et al., 2008).

4.8 LA SEMILLA DE GIRASOL COMO FUENTE DE ÁCIDOS POLIINSATURADOS PARA ESTIMULAR LA ACTIVIDAD OVÁRICA

La semilla de girasol entera (SGE) usada como suplemento en dietas de vacas lecheras, como se mencionó anteriormente, ha incrementado la concentración de colesterol en el suero sanguíneo sin alterar el consumo de materia seca (MS) (Rafalowski y Park, 1982; Finn et al., 1985). La explicación de por qué los aceites aportados por las semillas oleaginosas puedan ser usadas como suplemento sin alterar el consumo total de MS (debido a que no disminuyen la digestibilidad ruminal), probablemente sea debido a la lenta liberación del aceite en el contenido ruminal, el cual sea liberado paulatinamente con la rumia (Coppock y Wilks, 1991; Mendoza et al., 2006a). La semilla de girasol parece ser una fuente excelente de PUFAs, donde el ácido linoleico (C 18:2) representa aproximadamente 65% del contenido lipídico. Considerando que los PUFAs puedan tener un efecto en la reproducción, se han diseñado dietas a base de ácidos grasos orientadas a mejorar la función ovárica y aumentar la eficiencia reproductiva (Staples et al. 1998). En esta línea de investigación se han realizado trabajos en nuestro país utilizando la SGE, donde se han reportado efectos acortando el intervalo parto-ovulación de vacas primíparas (Mendoza et al., 2006b).

4.9 COMPOSICIÓN DEL ACEITE DE GIRASOL

Los aceites de girasol pueden clasificarse de acuerdo con la composición de los ácidos grasos que lo componen. Las características comunes a todos ellos son: muy bajo porcentaje de ácidos grasos saturados y una alta cantidad de vitamina E del orden de 60 mg por 100 g de aceite. El tipo de semilla de girasol más difundida a nivel mundial es el que presenta aceites poliinsaturados en su mayor porcentaje, con un contenido de ácido linoleico (C18:2) del orden de 60 – 66%, 25 – 30% de oleico y un 10% de saturados (Gagliostro, 2003). El aceite del girasol es muy similar a otros oleaginosos por tener altas concentraciones de ácido linoleico (C18:2) (Stegeman et al., 1992).

La semilla de girasol puede servir como una buena práctica de bajo costo con el fin de vehicular el ácido linoleico sin afectar el metabolismo del rumen, la respuesta productiva de la vaca y poder de esta manera influir en la función reproductiva (Gagliostro, 2003).

4.10 EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON GRASA SOBRE EL CONSUMO

Son muchos los trabajos que indican que las grasas afectan negativamente la digestibilidad ruminal, aunque esto es muy variable según la naturaleza de las dietas grasas y en relación con el total de alimento (Palmquist y Jenkins, 1980). Sin embargo, grandes cantidades de aceite vegetal en la dieta en forma libre puede afectar negativamente el desempeño de los animales, ya que puede producir alteraciones en la fermentación a nivel ruminal (Gómez-Cortés et al., 2008). Algo similar sucede cuando se suministra aceite de pescado intra-ruminal, donde la ingesta se puede reducir hasta en un 15 % (Castañeda-Gutiérrez et al., 2007).

Con relación al uso de semilla de girasol en la ración como fuente de aceite, dicho oleaginoso no altera el consumo de MS (Rafalowski y Park, 1982). Estos

investigadores suplementaron vacas en lactancia temprana con semilla de girasol entera a razón de 10, 20, 30% de los concentrados, no encontrando efectos sobre la composición de la leche. El porcentaje molar de acetato se incrementó y el resto de las variables medidas en el fluido ruminal no fueron alteradas por el tratamiento dietético. Confirman estos resultados trabajos nacionales recientes con niveles crecientes de semilla de girasol, donde no se reportaron efectos negativos sobre el consumo de vacas lecheras en pastoreo (Dodera et al., 2007).

4.11 EFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN CON SGE SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE:

El consumo de lípidos puede tener efectos negativos en la digestión de la fibra en el rumen y disminuir la producción de ácido acético y butírico (precursores de ácidos grasos de cadena cortas y medias en leche), afectando la síntesis de novo en la glándula mamaria (Palmquist y Jenkins, 1980; Coppock y Wilks, 1991). Cuando la grasa es incluida en la ración se produce un incremento de los AG de cadena larga en los TAG por la glándula mamaria (Palmquist y Jenkins, 1980; Finn et al., 1985; Middaugh et al., 1988), lo que afecta el porcentaje de grasa en la leche y la composición de la misma (Palmquist y Jenkins, 1980).

La suplementación de la dieta con una fuente de grasa insaturada puede tener diferentes efectos sobre la producción de leche, ya que se ha reportado un aumento (Madison et al., 1997) o un mantenimiento, a pesar de sus efectos antes mencionados sobre el consumo (Palmquist y Jenkins, 1980). En cambio algunos estudios dan a conocer que si bien la producción se puede mantener, cuando es corregida al 4% de grasa se encuentra una menor producción, debido a una caída en los porcentajes de ésta (Casper et al., 1988). En estudios realizados a nivel nacional con suplementación con semilla de girasol entera (SGE) en vacas lecheras primíparas y múltiparas, no se encontraron efectos de la suplementación sobre la producción de leche (Mendoza et al., 2006a; Dodera et al., 2007).

La semilla de girasol en la dieta de vacas lecheras no produjo efectos sobre los porcentajes de los diferentes componentes de la leche (Rafalowski y Park, 1982), pero sí modifica la proporción de los diferentes AG en la leche, incrementando los AG insaturados y de cadenas largas (Rafalowski y Park, 1982; Finn et al., 1985; Middaugh et al., 1988; Madison et al., 1997). En trabajos nacionales en sistema pastoriles con niveles de 1,4 kg/día de semilla de girasol como fuente de lípidos, se reportó una disminución en la producción de grasa butirosa (Dodera et al., 2007).

El efecto de la suplementación con SGE en la dieta de vacas lecheras y su relación con el porcentaje de grasa butirosa está correlacionado con el nivel de suplementación. Lo que si está claramente aceptado, es que se altera la composición de la grasa láctea (Wales et al., 2009). También es conocido que la infusión de aceites de pescado intra-ruminal, dependiendo del volumen de infusión, puede deprimir la grasa láctea hasta en un 20% (Castañeda-Gutiérrez et al., 2007).

En lo que respecta al porcentaje de proteína, Stegeman et al., (1992) menciona una disminución del orden de 0.2 unidades en animales que fueron suplementados con grasas. En estudios realizados por Rafalowski y Park (1982) se determinó que el contenido de proteínas en la leche puede verse influido por tipo, cantidad, y el grado de saturación de los ácidos grasos del suplemento lipídico.

Al parecer la semilla de girasol en la dieta puede alterar el porcentaje de sólidos totales en la leche. Se encontró una disminución en los sólidos totales, donde la síntesis de los componentes no grasos, presumiblemente lactosa, fue alterada, ya

que los niveles de proteína y grasa en la leche no fueron afectados (Coppock y Wilks, 1991). En trabajos nacionales no se encontraron alteraciones en este parámetro con respecto a la uso de semilla de girasol.

En investigaciones nacionales se encontró que la SGE en un nivel de 8% de la dieta de vacas lecheras en sistemas pastoriles, no afectó la producción de leche, tampoco el porcentaje de grasa y proteínas. Esto determina que la incorporación de la semilla de girasol como fuente energética no tiene impactos negativos en el rendimiento productivo del ganado (Mendoza et al., 2006a). Una información similar es dada a conocer por otros investigadores (McGuffey y Schingoethe, 1982; Markus et al., 1996). Sin embargo, la SGE tiene un efecto en la composición de los ácidos grasos de la leche (Casper, et al., 1988), donde la SGE genera mayores concentraciones en leche de C18:0, C18:2 y C20:0 (Markus et al., 1996), en cuanto a la composición presentaron más ácido esteárico, oleico, linoleico y linolénico. (McGuffey y Schingoethe, 1982), y se redujo caproate a palmitato (Rafalowski y Park, 1982).

La semilla de girasol puede ser útil con el fin de vehiculizar el ácido linoleico, precursor de la formación de ácido linoleico conjugado (CLA) sin afectar negativamente el metabolismo del rumen y la respuesta productiva de la vaca (Gagliostro, 2003). Debido a lo beneficios potenciales de cis 9, trans-11 CLA para la salud humana, hay una necesidad de desarrollar estrategias eficaces para la mejora de las concentraciones CLA en la materia grasa de la leche (Shingfield et al., 2006; Castañeda-Gutiérrez et al., 2007; AbuGhazaleh, 2008) Niveles de cis-9, trans-11 CLA en la leche puede incrementarse mediante suplementos de aceite de pescado y aceite de girasol (Shingfield et al., 2006; AbuGhazaleh, 2008), pero existe una considerable variación en la respuesta. Parte de esta variación puede reflejar en función del tiempo ruminal adaptaciones a niveles elevados de lípidos en la dieta, que dan lugar a alteraciones en la formación específica de intermediarios en biohidrogenación (Shingfield et al., 2006).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN

El ensayo se realizó entre los meses de enero y mayo de 2008 en la Unidad de Lechería del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Estación Experimental "La Estanzuela", Ruta 50 Km 11, del Departamento de Colonia.

5.2 ANIMALES

Se utilizaron 40 vaquillonas de raza Holando con fecha probable de primer parto en otoño (marzo y abril). Durante los últimos dos meses de gestación los animales se dividieron en dos grupos de 20 animales cada uno y cada grupo recibió diferentes dietas para lograr las diferentes condiciones corporales al parto, las que se denominaron: alta condición corporal (ACC) y baja condición corporal (BCC).

5.3 ALIMENTACIÓN Y MANEJO PREPARTO

El manejo diferencial preparto comenzó dos meses antes de la fecha prevista de parto. Al grupo de primíparas de alta condición corporal (ACC) se le suministró una alimentación consistente en 4 kg de afrechillo de trigo + 12 kg de silo de trigo (base fresca) (BF) y al grupo de baja Condición corporal (BCC) solamente 12 kg de silo de trigo (BF); esta alimentación se suministró en comederos colectivos en horario matutino. Ambos lotes pastorearon en potreros similares de campo natural (*Paspalum dilatatum* y *Cynodon dactylon*) con una disponibilidad promedio de $1831,9 \pm 131,7$ kg/MS/há.

Cuadro I. Composición de los alimentos ofrecidos en el preparto, expresados como porcentaje de Materia seca^a.

TIPO	DMO ¹	PC ²	FDN ³	FDA ⁴	ENL/MS ⁵	% MS
Pastura	56.32	10.50	61.54	40.41	1.36	28.30
Ensilaje de trigo	57.75	9.01	59.41	42.36	1.29	43.00
Aflechillo de trigo	70.64	16.00	39,20	14.47	1.71	88.30

¹: Digestibilidad materia orgánica, % ²: Proteína cruda, % ³: Fibra detergente neutra, % ⁴: Fibra detergente ácida, % ⁵: Energía neta para lactancia, Mcal/Kg.

Se evaluó semanalmente la evolución de la CC (utilizando la escala de 1 al 5 propuesta por Edmonson et al., 1989), se determinó el peso vivo (PV) mediante balanza electrónica. En promedio al parto la CC del grupo (ACC) fue de $3,1 \pm 0,5$ puntos y un (PV) $493,9 \pm 49,4$ kg, en cambio para grupo de (BCC) fue de $2,4 \pm 0,4$ puntos y un (PV) promedio $446,8 \pm 51,0$ kg. Se le realizaron guardias de parto que consistían en recorridas evaluando los signos prodrómicos del parto y según estos las frecuencias de las mismas. El día del parto se sangró la vaca, determinó su CC y se le colocó un collar con una caravana numerada correlativamente del 1 al 40 (números pares vaquillonas ACC y números impares vaquillonas BCC) y de color celeste de forma al azar aquellos animales que recibirían el tratamiento con semilla de girasol entera (SGE)+ ración girasol (Con G) y caravana blanca al grupo de Ración control (Sin G). Tanto los sangrados como la evaluación del estado corporal fueron realizados semanalmente.

Luego del parto los animales fueron manejados en 4 grupos:

1. Control baja CC (BCC Sin G) (7,5 kg BF "ración control").
2. Tratado baja CC (BCC Con G) (semilla de girasol entera 0,8 kg BF+ 6,450 kg BF "ración girasol"/vaca/día).
3. Control alta CC (ACC Sin G) (7,5 kg BF "ración control").
4. Tratado alta CC (ACC Con G) (semilla de girasol entera 0,8 kg BF+ 6,450 kg BF "ración girasol"/vaca/día).

5.4 ALIMENTACIÓN Y MANEJO POSPARTO

Luego del parto, los animales mantuvieron el grupo correspondiente a la condición corporal al parto (ACC y BCC), a su vez el tratamiento con semilla de girasol fue asignado al azar, conformándose dos grupos, tratamiento (Con G) y control (Sin G); el grupo Con G recibió SGE + ración girasol, al grupo Sin G se le suministró solamente RC. Los diferentes alimentos ofrecidos fueron administrados en comederos individuales en la sala de ordeño. El alimento era ofrecido en dos momentos del día, a las 7:30 hs. y 17:30 hs. Las cantidades ofrecidas se fueron aumentando en los primeros días, hasta lograr un acostumbamiento de los animales al manejo del ordeño y su nueva dieta.

Durante el período experimental, entre los ordeños AM y PM, los animales consumían silo de maíz planta entera a razón de 4,5 kg de MS/día en comederos colectivos (o individuales cuando se requería determinar el consumo y el posible rechazo). Por la noche todas las primíparas pastorearon juntas en pasturas de leguminosas (*Medicago sativa* y *Lotus corniculatus*) con una asignación diaria de forraje de 8 kg (MS) por vaca en forma de franjas, (la disponibilidad al inicio del ensayo fue de 2900 kg MS/ha, al finalizar el período experimental la producción de forraje por parte de las pasturas fue disminuyendo debido a las escasas precipitaciones que se registraron). Luego de cada ordeño, en la pastura y durante la noche, todas las vacas tuvieron acceso a agua fresca y sales minerales.

Cuadro II. Composición de los alimentos ofrecidos en el posparto a ambos grupos, expresados como porcentaje de Materia seca^a

TIPO	MS ¹	PC ²	FDN ³	FDA ⁴	ENL/MS ⁵
Pastura	21,00	24,14	38,51	29,55	1,59
Silo de maíz	32,40	7,98	50,76	25,64	1,37
Semilla de girasol	91,20	13,10	29,80	19,70	3,07
Ración girasol	88,48	20,02	16,83	10,75	1,87
Ración control	88,65	19,88	14,43	9,17	1,93

^a: Análisis realizado en el Laboratorio de Nutrición de INIA La Estanzuela, ¹: Porcentaje de materia seca, ²: Proteína cruda, % ³: Fibra detergente neutra, % ⁴: Fibra detergente ácida, % ⁵: Energía neta para lactancia, Mcal/Kg.

Cuadro III. Composiciones de los diferentes concentrados utilizados en la formula de las raciones RG y RC (en base seca)

COMPONENTES	RG ¹ %	RC ² %
Grano de Maíz	56,32	64,56
Expeller de Girasol	15,22	5,27
Afrechillo de Trigo	9,89	7,91
Expeller de Soja	16,74	21,08
Fosfato Bicálcico	0,76	0,26
Sal común (NaCl)	1,07	0,92
TOTAL	100	100

¹Ración Girasol, ²Ración Control

Cada dieta completa fue formulada separadamente para ser isoenergética e isoproteica entre sí, de manera de poder evaluar el efecto de los aceites del girasol por sí mismo sobre los diferentes niveles de condición corporal y poder atribuir los resultados a los ácidos grasos poliinsaturados presentes en la SGE, y no a un consumo de energía o proteína diferente entre los distintos grupos.

5.5 DETERMINACIONES

5.5.1 En los animales

5.5.1.1 Condición corporal:

La condición corporal se comenzó a determinar 60 días antes de comenzar el ensayo, para lograr dos niveles de condición corporal (ACC y BCC). Dicha evaluación se realizó utilizando una escala de 1 a 5 de Edmonson et al., (1989). Las determinaciones se realizaron por personal previamente entrenado, las mismas fueron tomadas semanalmente tanto antes como después del parto. Luego del mismo durante 7 semanas posparto.

5.5.1.2 Peso corporal:

Se determinó el peso vivo (PV) de los animales al inicio del período pre-experimental cada 15 días, luego en el momento del parto y en la sexta semana de lactación, utilizando para estas mediciones balanza electrónica colocada en la puerta del tubo.

5.5.1.3 Producción y composición de leche:

Se registró la producción de leche individual diariamente luego de culminado el descalostrado hasta el final del período experimental. En cada semana de medición los días miércoles y jueves, en el ordeño AM y PM se tomaron muestras individuales de leche con conservante, obteniendo datos de dos ordeños por semana de cada animal. Las muestras se mantuvieron en la heladera hasta su envío al Laboratorio de Leche de INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay. Allí se les realizó el análisis de composición, mediante el método Mojonier para grasa y método Kjeldahl para proteína. Se utilizó un equipo Bentley 2000 (Bentley Instruments Inc. Chaska, MN 55318, USA).

5.5.1.4 Metabolitos:

Se extrajeron muestras de sangre por venopunción yugular, para esto se utilizaron Vacutainer® (en tubos con vacío con heparina) para la determinación de los perfiles metabólicos. Los sangrados se realizaron en el día parto y en el posparto de forma semanal los días; 0 (parto), 7, 14, 21, 28, 35 y 42. Las muestras fueron extraídas antes del ordeño PM en el posparto, también en este momento se le evaluó la condición corporal. Las muestras de sangre se centrifugaban inmediatamente después de extraídas durante 10 minutos y a 3000 RPM, por este método obtenemos el plasma. El mismo se almacenó en tubos eppendorf previa identificación (numero del animal y fecha), los cuales fueron congelados hasta su posterior análisis. Los metabolitos se determinaron en el DILAVE, Miguel C. Rubino, Montevideo, Uruguay. La bioquímica sanguínea fue analizada por las siguientes metodologías colorimétricas (Cuadro IV).

Cuadro IV. Detalle de los análisis para metabolitos

Metabolito	Método
Insulina	Radioinmunoensayo
IGF-1	Inmunoradiométrico
Urea	Urease UV
Colesterol	CHOD-PAP
Ácidos Grasos No Esterificados (NEFA)	ACS-ACOD (acil-CoA sintetasa y acil-CoA oxidasa)
Betahidroxiacetato (BHB)	3-HBDH-NAD+3-hidroxiacetato deshidrogenasa-NAD+

5.5.1.5 Determinación de reinicio de ciclicidad ovárica posparto:

Se realizó ultrasonografía ovárica una vez por semana los días miércoles con un transductor lineal de 7,5 MHz (Aloka SSD 500, Aloka, Tokio, Japón) a partir del día 8 PP y se realizó hasta detectar la presencia de cuerpo lúteo no se les realizaron las posteriores ultrasonografías. A las vacas que no ovularon en esa primera onda folicular, se les continuó realizando ultrasonografías semanalmente hasta detectar la presencia de cuerpo lúteo (CL) o hasta 50 días posparto tiempo que duró el ensayo.

5.5.1.6 Consumo:

La determinación del consumo de pastura fue por medición de oferta y rechazo metodología propuesta por Sairanen et al. (2006). Con el uso de cuadros de metal de 20 por 50 cm se realizaron cortes para determinar la disponibilidad de forraje en el potrero donde iban a pastorear los animales (previamente conocido el porcentaje de MS del forraje). Luego del pastoreo nuevamente se tiraban los cuadros para la determinación del remanente que dejaron los animales.

El criterio utilizado para la determinación del consumo de silo fue realizado de la siguiente manera, se dividieron los animales del ensayo en 3 lotes, esto fue para facilitar la tarea debido a que cada animal era embretado de forma individual donde se le suministraba los 4,5 Kg MS de silo de maíz. Luego de dejarlos un tiempo razonable para que los animales consumieran lo ofrecido, se pesaba el rechazo en el caso de que existiera.

La ración y la semilla de girasol se suministraron en la sala de ordeño, lo que permitió un consumo de forma individual. El concentrado se fraccionó para suministrar la cantidad diaria en dos tomas am y pm. En la sala de ordeño lo rechazado fue insignificante, consumiéndose la totalidad de lo asignado.

5.5.2 En los alimentos

5.5.2.1 Pastura:

Aprovechando los cortes realizados para disponibilidad y rechazo de la pastura a la entrada y a la salida de los animales de la franja. Se determinó el peso fresco de las muestras de forraje previo a su secado en estufa a 60 °C hasta obtener peso constante en la muestra, de esta manera se calculó el porcentaje de materia seca de las pasturas. Una vez seca la misma se envió al Laboratorio de Nutrición del INIA de La Estanzuela, donde se realizó el análisis químico de la pastura obteniendo datos de Fibra Detergente Ácida (FDA), Fibra Detergente Neutra (FDN), Proteína cruda (PC), Digestibilidad de la Materia Orgánica (DMO), Energía neta de lactancia (ENL)

5.5.2.2 Concentrado y ensilaje:

Se tomaron muestras del ensilaje de trigo consumido en el parto y del ensilaje de maíz en varias oportunidades durante el experimento y se procesaron siguiendo la misma metodología descrita para las muestras de forraje.

5.5.2.3 Asignación de forraje:

Con el dato de la disponibilidad, se asignó el forraje correspondiente (8 kg MS/vaca/día) mediante la utilización de franjas diarias. A la entrada de cada potrero nuevo se hizo el mismo procedimiento, además también se envió al laboratorio la muestra de forraje para determinar la composición.

Técnicas utilizadas para determinar la composición del alimento:

Cuadro V. Resumen de las técnicas analíticas usadas para determinar la composición de los alimentos

	Método	Consideraciones
MS	Secado a 104 °C	
DMO	Tilley y Terry, 1963	
PC	Método Kjeldahl	Se determina como contenido de N x 6,25
FDN	Van Soest et al., 1991	Se utilizó α -amilasa estable al calor. Los resultados no se corrigieron por contenido de proteína. Los resultados se presentan como libres de cenizas
FDA	Van Soest et al., 1991	Los resultados se presentan como libres de cenizas

5.5.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño del experimento fue completamente al azar. Para el análisis de variables continuas con más de una medición durante el transcurso del experimento (producción y composición de leche, CC, metabolitos y consumo silo) se utilizó un modelo mixto (procedimiento MIXED del SAS (Statistical Analysis System; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA; versión 9.1.3)), que incluyó como efectos fijos: tratamiento, CC al parto, la semana PP de medición (1 a 7 para producción y composición de leche y para CC, 1 a 5), las interacciones simples, dobles y la interacción triple entre estos efectos. El modelo incluyó como efecto aleatorio a la vaca dentro de suplementación x paridad. La estructura de covarianza utilizada fue AR (1) (Littell et al., 1998), y las medidas repetidas se realizaron sobre la unidad vaca dentro de suplementación x CC al parto.

Para el análisis de variables continuas con un solo valor registrado durante el experimento (intervalo parto a primera ovulación) se utilizó un modelo lineal (procedimiento GLM del paquete estadístico SAS), que incluyó como efectos al tratamiento, la CC al parto y la interacción entre ambos factores.

En todos los casos se utilizó un nivel de probabilidad de 5%, y la comparación de medias se realizó utilizando el procedimiento de mínima diferencia significativa. Los datos se presentan como medias de mínimos cuadrados \pm el error estándar de la media (EEM).

La variable discreta proporción de vacas que ovulan en los 50 días posparto se analizó con modelos lineales generalizados (procedimiento GENMOD del SAS). El modelo incluyó como efectos: tratamiento, CC al parto, la interacción entre estos factores, y los resultados se presentan como la probabilidad de que una vaca ovule durante dicho período.

6. RESULTADOS

6.1 CONSUMO TOTAL

El consumo total de MS promedio de las vaquillonas en el posparto fue $17,89 \pm 1,47$ Kg MS/vaca/día, donde los grupos tratados y control presentaron un consumo de MS; Con G = $17,69 \pm 1,47$ vs. Sin G = $18,10 \pm 1,47$ Kg MS/vaca/día. Esta información se presenta como datos descriptivos, no habiendo sido analizadas estadísticamente ya que de las sucesivas determinaciones de oferta y rechazo de pastura, se obtuvo un dato único de consumo para ambos grupos debido a que pastoreaban en la misma franja. Lo que si se analizó estadísticamente fue el consumo de ensilaje el cual fue igual entre grupos ($P > 0.10$) (Ver cuadro VI).

Cuadro VI. Resultados de consumo de los alimentos utilizados

Componente	Con G	Sin G	EEM
Ración G (kg MS/día)	5,44	----	0,12
Ración C (kg MS/día)	----	6,54	0,12
SGE (kg MS/día)	0,74	----	0,02
Ensilaje (kg MS/día)	4,30	4,34	0,12
Pastura (kg MS/día)		7,18	0,32
Total (kg MS/día)	17,69	18,10	
ENL (Mcal/día)	29,35	29,89	
PC (kg/día)	2,78	2,98	
ENL (Mcal/kg MS)	1,66	1,65	

Con G = Suplementadas con semilla de girasol, Sin G = Sin suplementación girasol, EEM = Error estándar de la media, Ración G = Ración girasol, Ración C = Ración control, ENL = Energía neta de lactancia, SGE = Semilla de girasol entera, PC = Proteína cruda. El consumo de Pastura fue determinado por oferta y rechazo.

6.1.1 Consumo de Energía Neta de Lactación (ENL)

El consumo de ENL en Mcal/Kg MS fue en promedio de 1,66. El grupo Con G tuvo un consumo de 29,35 Mcal/vaca/día y el grupo Sin G el consumo fue de 29,89 Mcal/vaca/día, los niveles de energía entre las dietas consumidas fueron similares, por lo que con la salvedad mencionada anteriormente, los datos parecerían sugerir que las dietas fueron isoenergéticas entre si.

6.1.2 Consumo de Proteína Cruda (PC)

El consumo de PC (kg PC/vaca/día) en promedio para ambos grupos fue de 2,88. El grupo Con G tuvo un consumo de 2,78 y el Sin G fue de 2,98 Kg/día, el consumo de proteína fue similar entre los grupos, con las mismas consideraciones que en el caso anterior.

Debido a que la suplementación con semilla de girasol entera en el posparto de primíparas no arrojó diferencias significativas en ninguna de las variables en estudio (producción de leche, gasa y proteína, perfiles metabólicos y endocrinos, ni en el reinicio de la actividad ovárica), los resultados se presentan dándole mayor trascendencia a los diferentes niveles de CC al parto, donde este factor si mostró tener efectos en las variables en estudio.

6.2 CONDICIÓN CORPORAL

La meta de este trabajo experimental fue obtener dos niveles de CC al parto, que se lograron mediante la utilización de dos dietas diferenciales en el período preparto. Un primer grupo denominado baja CC al parto (BCC) y un segundo de alta CC al parto (ACC), cuyos estados corporales promedio fueron de: $2,47 \pm 0,13$ vs. $3,07 \pm 0,12$ respectivamente. Ambos niveles de CC al parto fueron diferentes ($P < 0,05$).

Luego del parto, la CC mostró una tendencia ($P = 0,054$) a disminuir a lo largo de las diferentes observaciones semanales (ver figura 1). Para el grupo de ACC la disminución de CC en el período experimental no mostró diferencias ($P > 0,10$) con relación al día del parto (día 0). El grupo de BCC presentó una caída en las dos primeras semanas posparto, donde se registró una diferencia al día 14 y 28 con relación al día del parto (día 0) ($P < 0,05$), luego del día 28 posparto mostró una leve recuperación en la CC, debido que al día 42 la CC dejó de diferir con el día del parto (figura 1).

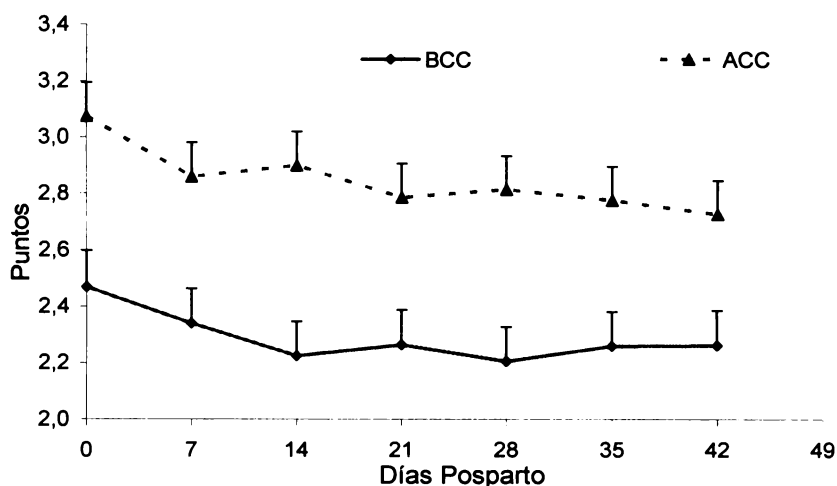


Figura 1: Evolución de la CC durante 6 primeras semanas posparto para los dos niveles de condición corporal al parto: BCC baja condición corporal, ACC alta condición corporal.

La CC tuvo una correlación positiva con la producción de leche ($r = 0,30$; $P < 0,001$; $n = 228$), y con los niveles de NEFA ($r = 0,26$; $P < 0,001$; $n = 262$), Urea ($r = 0,15$; $P < 0,05$; $n = 262$) e IGF-I ($r = 0,26$; $P < 0,01$; $n = 112$) en plasma.

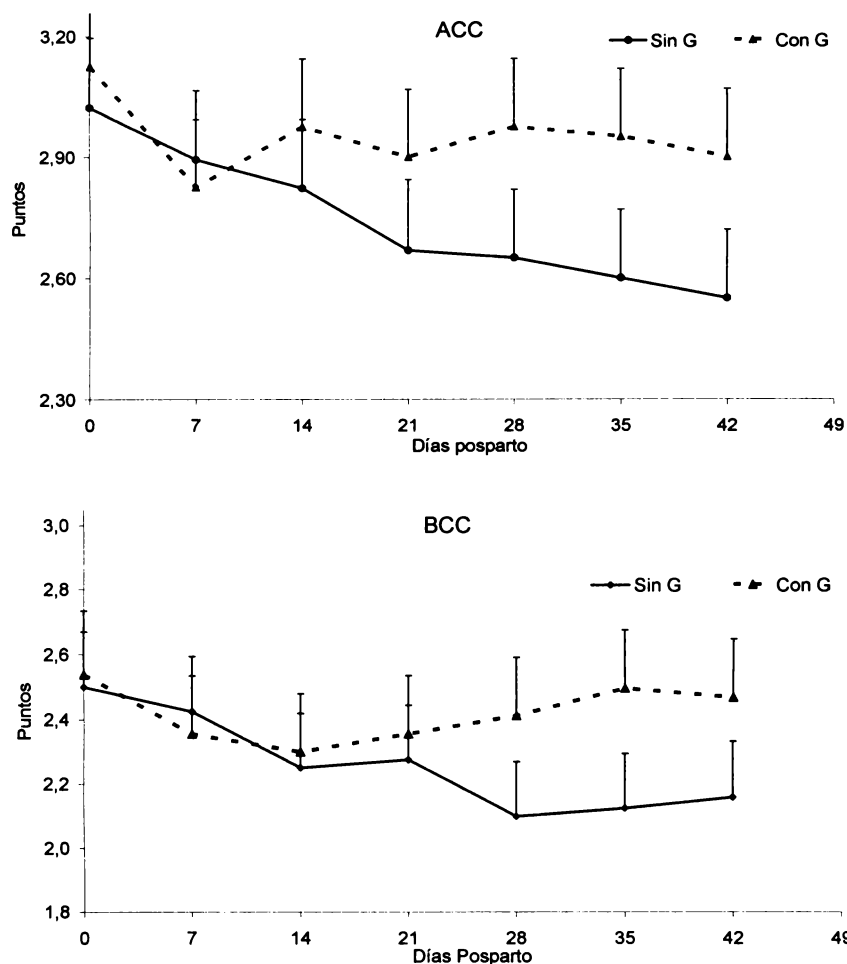


Figura 2: Evolución de la CC durante 6 primeras semanas posparto para los dos niveles de condición corporal al parto: BCC baja condición corporal (arriba), ACC alta condición corporal (abajo) para grupos sin girasol (Sin G) y con girasol (Con G).

La suplementación con semilla de girasol entera (SGE) en el posparto no afectó la evolución de la CC en ninguno de los niveles de CC ($P > 0.10$), las diferencias observadas en el nivel de ACC entre el grupo con girasol y sin girasol no difieren significativamente ($P > 0.10$). Si bien existe una declinación en la CC en las vaquillonas de ACC sin girasol, la misma no difiere al día 42 con respecto al día del parto (día 0) (ver figura 2, gráfico inferior). En cuanto a las vaquillonas de BCC (gráfico superior), la declinación en las reservas corporales se mantuvo hasta la segunda semana posparto, tanto para suplementadas y control, luego el grupo con girasol mostró una tendencia a recuperarse aunque las diferencias con el grupo sin girasol no son significativas ($P > 0.10$).

6.3 PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE

6.3.1 Producción de leche

Cuadro VII. Resultados de producción y composición de leche

	Significancias			Medidas				EEM
	CC	Obs	Sup	BCC		ACC		
				Sin G	Con G	Sin G	Con G	
Leche (kg/día)	**	***		17,54	18,1	20,31	21,39	0,92
LCG (L/día)	***	***		16,66	17,44	19,81	21,13	0,12
Grasa (%)	0,12	**		3,67	3,74	3,86	3,99	0,12
Grasa (kg/día)	**	***		0,64	0,68	0,78	0,84	0,04
Proteína (%)		***		3,13	3,15	3,08	3,06	0,06
Lactosa (%)		***		4,79	4,81	4,84	4,80	0,05
SNG		***		8,62	8,65	8,61	8,56	0,10

No se observaron efecto de las interacciones Sup x Obs, Sup x CC, CC x Obs ni triple interacción CC x Obs x Sup, para ninguna de las variables presentadas en el cuadro por lo cual no se incluyen en el mismo. CC= Condición corporal, Obs= Observación (semana), Sup= Girasol, BCC= Baja CC al parto, ACC= alta CC al Parto.*** P<0.001, **P<0.01. EEM = error estándar de la media, Medias = medidas de efectos. Sin G = Sin suplementación girasol, Con G = Con suplementación girasol

La producción diaria de leche fue afectada por la CC al parto (ACC = 20,80±0,64 vs. BCC = 17,81±0,66 Kg/vaca, P<0.01), entre la CC y la producción de leche existió una correlación positiva (r = 0.30; P<0.001; n = 228), en cambio la suplementación con SGE en el posparto no afectó la producción (Sin G = 18,90±0,64 vs Con G = 19,7±0,66 Kg/vaca, P>0.10).

En la cuadro VIII se muestra la producción (promedio semanal) de leche (kg/vaca/día) y el porcentaje de grasa en leche de los diferentes niveles de CC para tratamiento (Con G) y Control (Sin G), hasta la 6 semana PP. La producción de leche tendió a aumentar en todos los grupos hasta la 4^a y 5^a semana PP generando diferencias en las sucesivas observaciones (P<0.01).

Cuadro VIII. Producción de leche (kg/vaca/día) y porcentaje de grasa en leche (%) en los primeros 50 días posparto

Semana PP	BCC				ACC				EEM Leche	EEM Grasa
	Sin G		Con G		Sin G		Con G			
	Leche	Grasa	Leche	Grasa	Leche	Grasa	Leche	Grasa		
1	13,5	3,9	13,9	4,0	16,9	4,1	16,8	4,3	1,1	0,16
2	16,0	3,6	17,5	3,7	19,8	3,8	20,5	4,2	1,1	0,16
3	17,5	3,6	18,7	3,6	20,1	3,9	21,9	3,9	1,1	0,16
4	19,1	3,7	19,5	3,7	20,9	3,8	22,9	4,0	1,1	0,16
5	19,6	3,6	19,6	3,7	22,3	3,8	23,1	3,7	1,1	0,16
6	19,5	3,7	19,4	3,7	21,7	3,7	23,1	3,7	1,1	0,16
Promedio	17,51	3,68	18,10	3,73	20,30	3,85	21,40	3,97	1,1	0,16

ACC = alta CC al parto, BCC = baja CC al parto, Sin G = Sin suplementación girasol, Con G = Con suplementación girasol, EEM = Error estándar de la media

6.3.2 Porcentaje de grasa en leche

El porcentaje de grasa en leche no fue afectado por el nivel de CC al parto (ACC = $3,90 \pm 0,08$ vs. BCC = $3,70 \pm 0,08$ %; $P > 0.10$), ni por la suplementación con girasol (Sin G = $3,77 \pm 0,08$ vs. Con G = $3,84 \pm 0,08$ %; $P > 0.10$) (Ver cuadro VII). Luego del parto, el porcentaje de grasa en leche disminuyó en todos los grupos dando diferencias en las observaciones semanales ($P < 0.01$); en la primer medición luego del descalostrado el porcentaje de grasa promedio para todos los grupos fue 4,00 (%) y al final de ensayo el porcentaje registrado fue 3,68 (%).

En el cuadro VIII se presenta la producción porcentual de grasa en leche registrada por los diferentes grupos en las primeras seis semanas de lactancia, el porcentaje de grasa en leche no mostró diferencias en los grupos ($P > 0.10$).

6.3.3 Leche corregida por grasa al 4 %

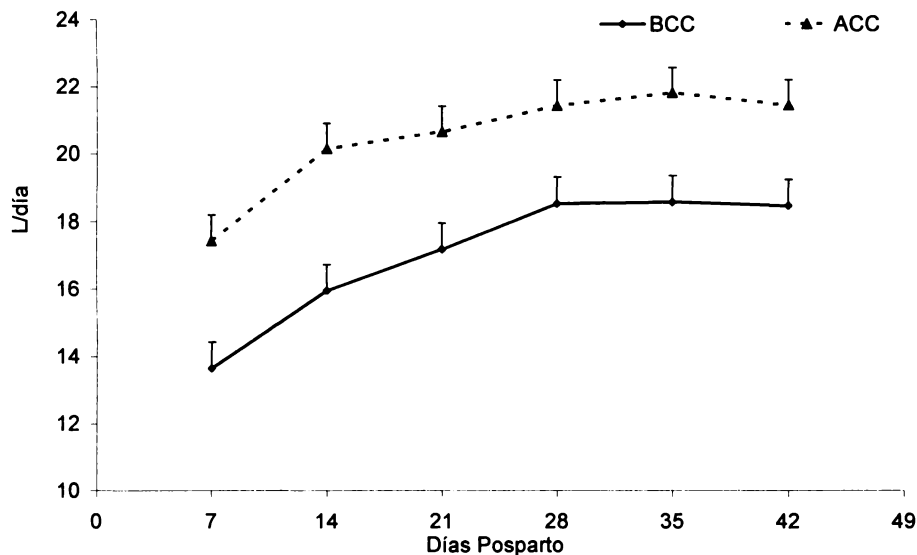


Figura 3: Producción de leche en L/vaca/día desde la primer semana posparto hasta la sexta semana en las diferentes condiciones corporales al parto: BCC baja condición corporal, ACC alta condición corporal.

Se registraron diferencias en la producción de leche corregida (LCG) al 4% de grasa cuando se analizaron los diferentes niveles de CC (ACC = $20,47 \pm 0,66$ vs. BCC = $17,05 \pm 0,66$ L/vaca/día; $P < 0.01$).

En la figura 3 se muestra la producción de leche corregida al 4% de grasa (promedio semanal) en donde se observa que el grupo de ACC mantuvo su producción por encima del grupo de BCC en todo el período experimental ($P < 0.05$).

La suplementación con semilla de girasol en el posparto no afectó la producción de LCG al 4% (Sin G = $18,23 \pm 0,66$ vs. Con G = $19,28 \pm 0,68$ L/vaca/día; $P > 0.10$). Sin embargo se presentaron diferencias en las observaciones semanales ($P < 0.01$), éstas se debieron a que los grupos se encontraban al inicio de la lactancia (cuadro VIII).

6.3.4 Producción de grasa en kilos

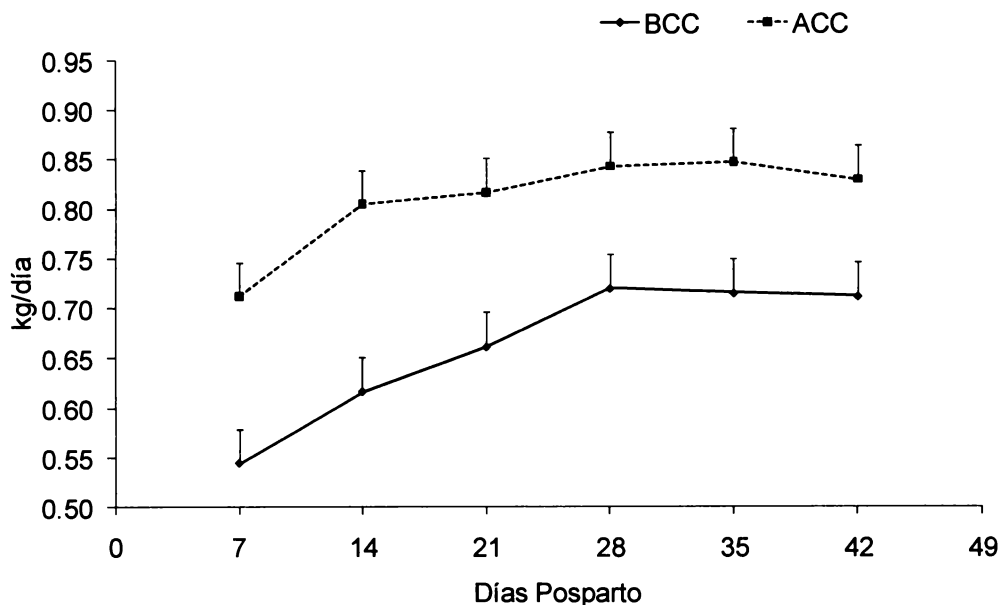


Figura 4: Producción de grasa en kg/vaca/día desde la primer semana posparto hasta la sexta semana en las diferentes condiciones corporales al parto: BCC baja condición corporal, ACC alta condición corporal

La producción de grasa (Kilos/vaca/día) no fue afectada por la suplementación con SGE (Con G = $0,76 \pm 0,02$ vs. Sin G = $0,71 \pm 0,02$ kg/día; $P > 0,10$). En la figura 4 se muestra la producción de grasa de los diferentes niveles corporales, donde la curva es similar a la de producción de leche (figura 3), debido a que el grupo que produjo más leche se corresponde con el que produjo más grasa (ACC = $0,80 \pm 0,03$ vs. BCC = $0,66 \pm 0,03$ Kg/día; $P < 0,05$).

Ambos niveles de CC (ACC y BCC) mostraron un aumento en la producción de leche acompañado con la producción de grasa desde la primer semana de lactancia hasta el día 28 posparto ($P < 0,05$). Luego del día 28 posparto la producción se mantuvo constante hasta el final de ensayo (ver figura 4).

6.3.5 Porcentaje de proteína en leche

En el porcentaje de proteína en leche no se registraron diferencias significativas en cuanto a la suplementación con SGE (Con G = $3,11 \pm 0,04$ vs. Sin G = $3,10 \pm 0,04$ %; $P > 0,10$).

Tampoco la CC al parto afectó la proteína en leche (ACC = $3,07 \pm 0,04$ vs. BCC = $3,14 \pm 0,04$ %; $P > 0,10$). Los valores disminuyeron significativamente hasta el día 21 posparto ($P < 0,01$), donde se mantuvieron relativamente constantes hasta el final del período experimental para todos los grupos.

6.3.6 Porcentaje de lactosa en leche

El porcentaje de lactosa en leche no mostró diferencias entre CC al parto (ACC = 4,82±0,04 vs. BCC = 4,80±0,04 %; P>0.10), ni fue afectado por la suplementación con SGE en el posparto (Con G = 4,80±0,04 vs. Sin G = 4,81±0,04 %; P>0.10). Al inicio de ensayo el valor de lactosa (promedio semanal) fue 4,73 %, este valor se incrementó en las siguientes semanas de lactancia, registrando al día 42 un valor de 4,87 %, originando diferencias en las observaciones semanales (P<0.01).

6.3.7 Porcentaje de sólidos no grasos en leche (SNG):

El porcentaje de sólidos no grasos en leche no presentó diferencias en el factor CC (ACC = 8,58±0,07 vs. BCC = 8,63±0,07 %; P>0.10), ni fue afectado por la suplementación con SGE en el posparto (Con G = 8,61±0,07 vs. Sin G = 8,61±0,07 %; P>0.10). El porcentaje de SNG fue disminuyendo en las sucesivas semanas: al inicio fue 8,93 %, finalizando al día 42 con 8,56 %, determinando diferencias semanales (P<0.01).

6.4 PERFILES METABÓLICOS Y ENDÓCRINOS

Cuadro IX. Resultados de perfiles metabólicos (valores expresados en mmol/L)

	Significancias			Medidas				
	CC	Obs.	Sup.	BCC		ACC		EEM
				Sin G	Con G	Sin G	Con G	
NEFA	0,058	***	-	0,45	0,39	0,49	0,47	0,03
BHB	-	***	-	0,64	0,74	0,70	0,79	0,08
Colesterol	0,064	***	-	3,13	3,15	3,44	3,51	0,17
Urea	0,054	***	-	5,39	5,5	5,72	5,91	0,18
Insulina	-	**	-	2,17	1,98	1,82	1,86	0,25
IGF1	*	-	-	37,2	30,4	49,0	46,9	5,2

No se observaron efectos de las interacciones Sup x Obs, Sup x CC, ni triple interacción CC x Obs x Sup, para ninguna de las variables presentadas en el cuadro por lo que no se incluyen en el mismo. CC= Condición corporal, Obs= Observación (semanal), Sup= Girasol, BCC= Baja CC al parto, ACC= alta CC al Parto. *** P<0.001, **P<0.01, *P<0.05. EEM = error estándar de la media, Medias = medias de efectos, Sin G= Sin suplementación girasol, Con G= Con suplementación girasol.

6.4.1 Ácidos grasos no esterificados (NEFA):

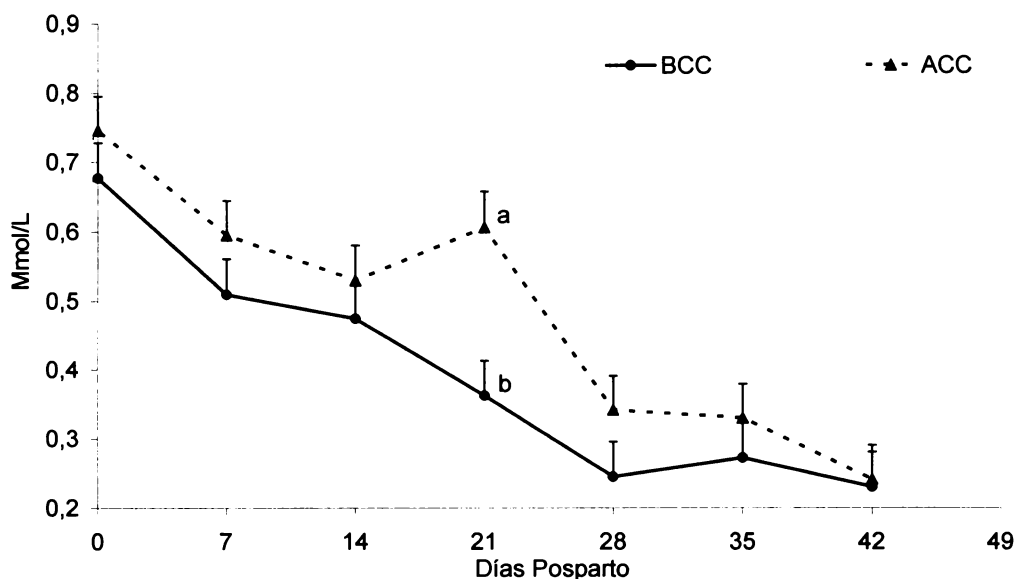


Figura 5: Niveles de NEFA plasmáticos medidos en mmol/L desde el parto hasta la sexta semana posparto para los diferentes niveles de condición corporal: BCC baja condición corporal, ACC alta condición corporal, (las letras a, b indican diferencias entre los puntos $P < 0,01$).

La concentración de los NEFA evidenció una tendencia ($P = 0,058$) a diferir entre los dos grupos evaluados ($ACC = 0,49 \pm 0,02$ vs. $BCC = 0,42 \pm 0,02$ mmol/L). La suplementación con SGE en el posparto no modificó las concentraciones plasmáticas de NEFA (Sin G = $0,47 \pm 0,02$ vs. Con G = $0,43 \pm 0,02$ mmol/L; $P > 0,10$) (cuadro IX).

La figura 5 muestra que al parto la concentración plasmática de NEFA alcanzó 0,71 mmol/L en promedio para ambos niveles de CC. Dicha concentración mostró una disminución semanal ($P < 0,01$), la cual se continuó hasta el final del ensayo para todos los grupos.

Al día 21 posparto el grupo de ACC mostró un pico en la concentración de NEFA difiriendo del grupo BCC ($P < 0,01$) (indicado en la figura 5 como a, b). Luego del pico de NEFA, en las siguientes semanas se observó una declinación más pronunciada llegando al final del ensayo ambos grupos con niveles similares ($P > 0,10$) mientras que al día 42 los niveles de NEFA fueron en promedio 0,24 mmol/L.

Los niveles de NEFA presentaron una correlación positiva con la CC al parto ($r = 0,26$; $P < 0,001$; $n = 262$) y con el porcentaje de grasa en leche ($r = 0,16$; $P < 0,05$; $n = 228$), y se correlacionaron negativamente con el colesterol plasmático ($r = 0,33$; $P < 0,001$; $n = 269$) y con los niveles de BHB ($r = 0,17$; $P < 0,01$; $n = 269$).

6.4.2 Betahidroxibutirato (BHB)

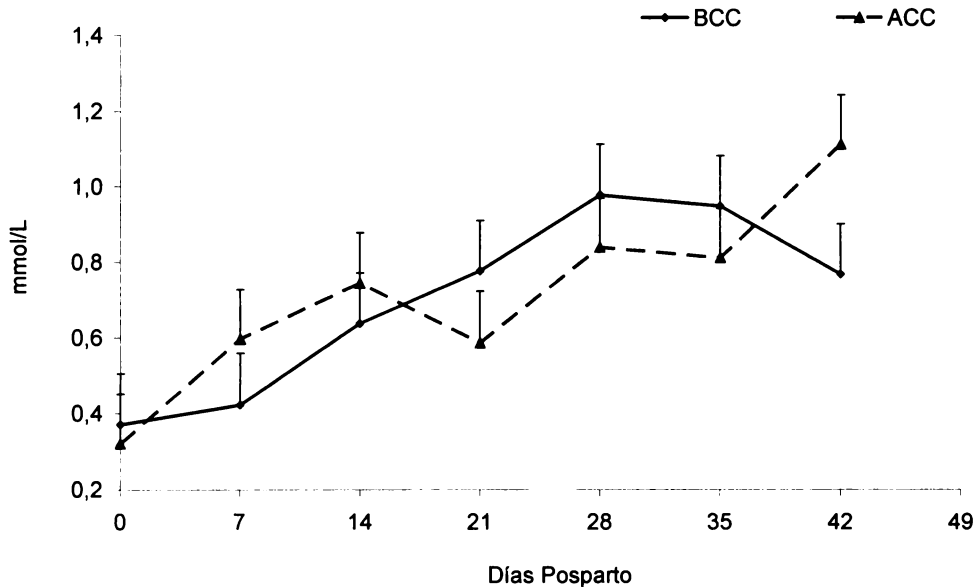


Figura 6: Niveles plasmáticos de BHB medidos en mmol/L desde la primera semana hasta la sexta semana posparto para vaquillonas de baja condición corporal (BCC) y alta condición corporal (ACC).

La CC al parto y la suplementación con SGE en el posparto no afectaron la concentración plasmática de BHB (ACC = $0,75 \pm 0,07$ vs. BCC = $0,69 \pm 0,06$ mmol/L y Sin G = $0,67 \pm 0,06$ vs. Con G = $0,77 \pm 0,06$ mmol/L, respectivamente; $P > 0,10$) (cuadro IX).

La figura 6 muestra los niveles plasmáticos de BHB para las diferentes CC al parto (ACC y BCC). Como se observa, el valor al día del parto fue en promedio para ambos grupos de 0,35 mmol/L, no existiendo diferencias entre niveles de CC. Lo cual comprueba que los tratamientos nutricionales realizados en el preparto para lograr los diferentes niveles de CC al parto, no alteraron los perfiles bioquímicos de los grupos al momento del parto.

Luego del parto la concentración de BHB fue en aumento hasta el día 28 posparto, tanto para ACC como BCC. Del día 28 en adelante el grupo de BCC registró un descenso en las concentraciones de BHB mientras que el grupo de ACC siguió en aumento hasta la última medición (día 42). Al día 42 los valores de BHB fueron 0,77 vs. 1,11 mmol/L para BCC y ACC respectivamente, donde mostraron un tendencia a diferir ($P = 0,06$).

Las vaquillonas del grupo ACC mostraron una disminución en la concentración de BHB al día 21 posparto (figura 6), ubicándose por debajo del grupo de BCC pero no siendo significativamente diferentes ($P > 0,1$), luego continuaron aumentando hasta el final del ensayo.

El BHB tuvo una correlación positiva con la producción de leche ($r = 0,38$; $P < 0,001$; $n = 229$) y con los niveles de colesterol ($r = 0,24$; $P < 0,001$; $n = 269$), y negativa con urea ($r = 0,24$; $P < 0,01$; $n = 269$)

6.4.3 Colesterol

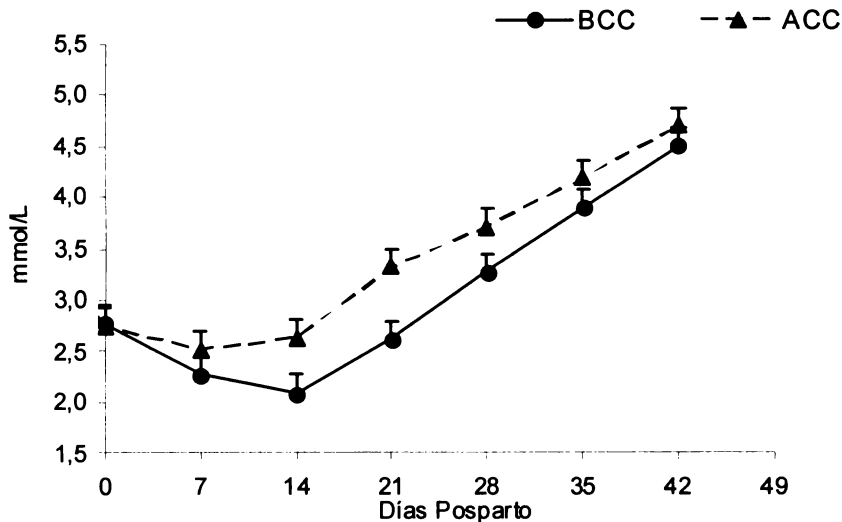


Figura 7: Niveles plasmáticos de colesterol medidos en mmol/L desde el parto hasta la sexta semana posparto para vaquillonas de baja condición corporal (BCC) y alta condición corporal (ACC).

La concentración plasmática de colesterol mostró una tendencia ($P = 0,07$) a diferir entre los dos grupos evaluados ($ACC = 3,47 \pm 0,12$ vs. $BCC = 3,14 \pm 0,13$ mmol/L). En cambio no se observaron diferencias significativas en la suplementación con SGE en el posparto (Con G = $3,33 \pm 0,13$ vs. Sin G = $3,29 \pm 0,12$ mmol/L; $P > 0,10$) (cuadro IX).

La figura 7 muestra los niveles de colesterol para los grupos de ACC y BCC, donde se observa una disminución desde el parto hasta el día 7 posparto para el grupo ACC y hasta el día 14 posparto para BCC. El grupo de ACC presentó niveles de colesterol superiores al de BCC en los días 14 y 21 ($P < 0,05$).

Luego del punto de inflexión de los diferentes grupos de CC, el colesterol fue en aumento hasta el final del período experimental donde se registraron los siguientes valores 4,50 y 4,69 mmol/L para BCC y ACC respectivamente (figura 7).

El colesterol presentó correlación positiva con la producción de leche ($r = 0,38$; $P < 0,001$; $n = 229$), con los niveles plasmáticos de BHB ($r = 0,24$; $P < 0,001$; $n = 269$), insulina ($r = 0,18$; $P < 0,05$; $n = 115$), IGF-I ($r = 0,31$; $P < 0,001$; $n = 116$). Se correlacionó negativamente con los niveles de NEFA ($r = 0,33$; $P < 0,001$; $n = 269$), urea ($r = 0,16$; $P < 0,01$; $n = 269$) y con el porcentaje de grasa ($r = 0,18$; $P < 0,01$; $n = 228$) y proteína en leche ($r = 0,45$; $P < 0,001$; $n = 228$).

6.4.4 Urea

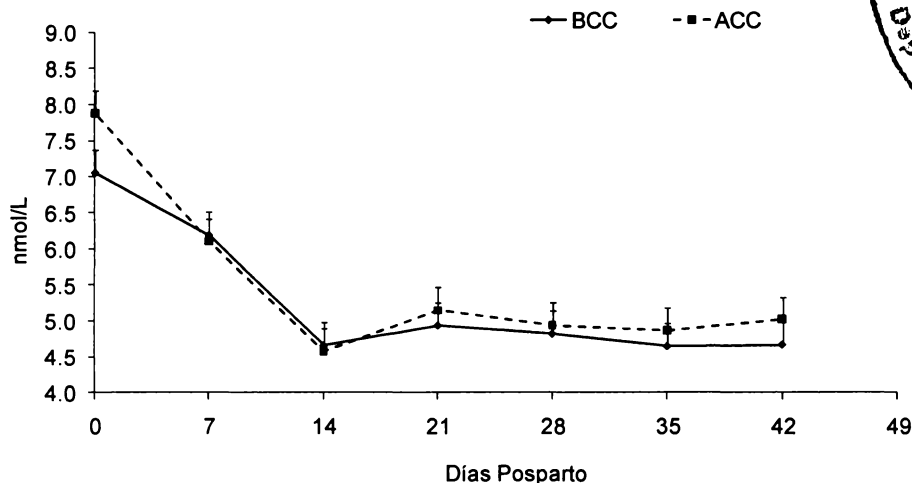


Figura 8: Niveles plasmáticos de urea medidos en mmol/L desde el parto hasta la sexta semana posparto para vaquillonas de baja condición corporal (BCC) y alta condición corporal (ACC).

La suplementación con SGE en el posparto no afectó la concentración plasmática de urea (Sin G = $5,55 \pm 0,13$ vs. Con G = $5,71 \pm 0,13$ mmol/L; $P > 0,10$), en cambio el factor CC al parto mostró una tendencia ($P = 0,053$) a diferir entre grupos (ACC = $5,82 \pm 0,13$ vs. BCC = $5,44 \pm 0,13$ mmol/L) (cuadro IX).

La figura 8 muestra los niveles en el plasma de urea para los grupos ACC y BCC. Luego del parto (día 0), los niveles de urea comenzaron una declinación acentuada hasta el día 14 posparto, donde comenzaron a estabilizarse, no hubo diferencias entre los grupos desde el parto hasta el final del ensayo ($P > 0,10$). En las últimas tres semanas del ensayo la urea se mantuvo en un valor promedio de 4,88 mmol/L para ambos niveles de CC.

La concentración de urea plasmática presentó correlación positiva con el porcentaje de grasa en leche ($r = 0,13$; $P < 0,05$; $n = 228$) y con la proteína ($r = 0,28$; $P < 0,001$; $n = 228$), y se correlacionó negativamente con la producción de leche ($r = 0,23$; $P < 0,001$; $n = 229$).

6.4.5 Insulina

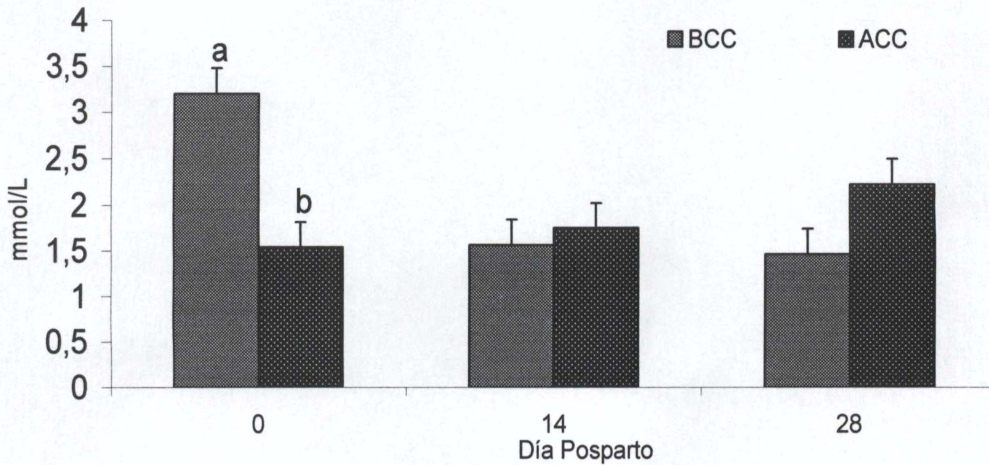


Figura 9: Niveles plasmáticos de insulina medidos en mmol/L en tres momentos: al parto (día 0), a los 14 y 21 días posparto para vaquillonas de baja condición corporal (BCC) y alta condición corporal (ACC).

El factor CC al parto no generó diferencias en la concentración promedio de insulina entre los grupos ACC vs BCC ($1,83 \pm 0,18$ vs $2,07 \pm 0,18$ mmol/L; $P > 0,10$), tampoco hubo efecto de la suplementación con SGE en el posparto (Sin G = $1,99 \pm 0,18$ vs. Con G = $1,92 \pm 0,18$ mmol/L; $P > 0,10$) (cuadro IX).

La figura 9 representa la concentración plasmática de insulina en los diferentes niveles corporales al parto (ACC y BCC) determinada en tres momentos (día 0, 14, 28). Al parto se encontraron diferencias en los niveles de insulina plasmática en las diferentes CC al parto (indicado en el grafico 9 a,b),siendo mayores en el grupo de BCC (BCC = 3,20 vs. ACC = 1,54 mmol/L; $P < 0,01$). Al día 14 posparto no existieron diferencias entre los grupos de CC ($P > 0,10$), en cambio la medición del día 28 mostró una tendencia ($P = 0,056$) a que las concentraciones de insulina fueran mayores para el grupo de ACC (ACC = 2,22 vs. BCC = 1,46 mmol/L).

Los niveles de Insulina plasmáticos presentaron una correlación positiva con la concentración de IGF-1 ($r = 0,20$; $P < 0,05$; $n = 116$).

6.4.6 IGF-1

El nivel de CC al parto afectó la concentración de IGF-1 en plasma (ACC = $47,97 \pm 3,8$ vs. BCC = $33,86 \pm 3,7$ mmol/L; $P < 0,05$), pero el tratamiento con SGE no mostró efecto sobre la concentración de IGF-1 (Sin G = $43,13 \pm 3,7$ vs. Con G = $38,70 \pm 3,7$ mmol/L; $P > 0,10$) (cuadro IX).

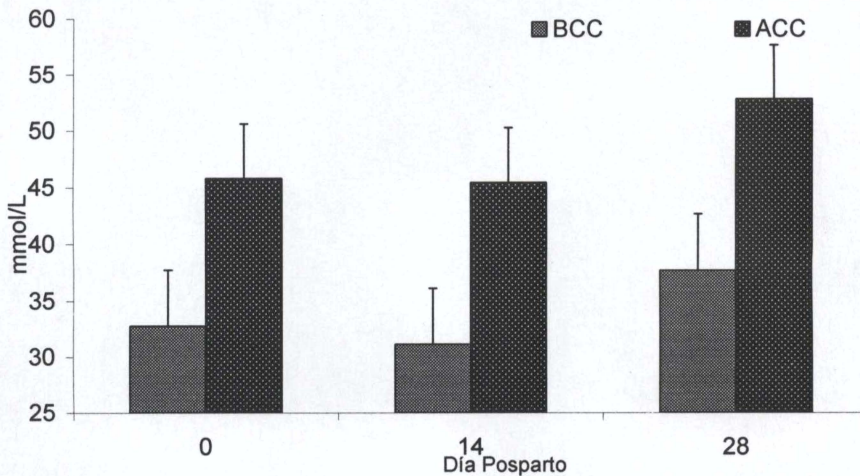


Figura 10: Niveles plasmáticos de IGF-1 medidos en mmol/L en tres momentos: al parto (día 0), a los 14 y 21 días posparto para vaquillonas de baja condición corporal (BCC) y alta condición corporal (ACC).

En la figura 10 se observa la concentración plasmática de IGF-1 determinada en tres momentos; día 0, 14, 28 posparto y los diferentes niveles de CC parto (ACC y BCC). Los niveles de IGF-1 difirieron entre ambos niveles de CC ($P < 0,05$), presentándose mayores concentraciones de IGF-1 para el grupo de ACC.

6.5 RESULTADOS REPRODUCTIVOS

6.5.1 Reinicio de la actividad ovárica posparto:

Una alta proporción de vaquillonas no reiniciaron la ciclicidad ovárica durante el período experimental (50 días posparto). Solo un 38,4% de los animales reinició su actividad ovárica.

El tratamiento con semilla de girasol entera en el posparto no afectó el reinicio de la ciclicidad ovárica en los primeros 50 días posparto. En este sentido, la proporción de vaquillonas que ovularon con el tratamiento (Con G) y control (Sin G) fue 0.53 vs. 0.47 respectivamente, no existiendo diferencias significativas ($P > 0,10$).

La mayor proporción de los animales que ovularon en los primeros 50 días posparto pertenecieron al grupo de ACC (0.66), en cambio solo el (0.33) de animales que ovularon pertenecieron al grupo de BCC.

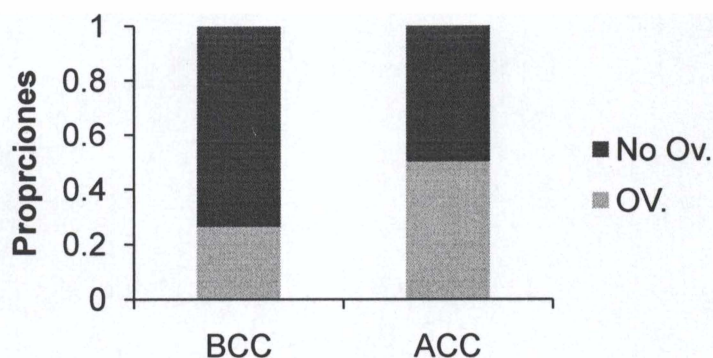


Figura 11: Proporción de vaquillonas que ovularon (Ov.) y que no ovularon (No Ov.) en los primeros 50 días posparto según la diferentes CC al parto (baja condición corporal BCC y alta condición corporal ACC).

La figura 11 muestra como se comportaron los diferentes niveles de CC en cuanto al reinicio temprano de la actividad ovárica (50 días posparto), donde ovaló un 26,3 % en el grupo de BCC al parto y un 50% de las vaquillonas del grupo ACC al parto.

Cuadro X. Variables reproductivos según tratamiento

Variable	BCC ¹		ACC ²	
	Sin G	Con G	Sin G	Con G
IPOV ³ (días)	31.7±5.9 ^{a,b}	44.0±7.3 ^a	33.0±5.1 ^{a,b}	26.2±4.2 ^b
Ovulación PP ⁴ (%)	30 ^{c,d}	20 ^c	40 ^{c,d}	60 ^d

¹: Baja Condición Corporal al parto, ²: Alta Condición Corporal al parto, ³: Intervalo parto a primera ovulación, ⁴: Ovulación en los primeros 50 días posparto. Significancias: ^{a,b}: P<0,10; ^{c,d}: P<0,11

6.5.2 Intervalo parto ovulación:

El intervalo parto-ovulación promedio fue de 31,5 días, no existiendo diferencias entre CC al parto (BCC = 37,8±4,7 vs. ACC = 29,6±3,3 días; P>0,10). Tampoco las suplementación con girasol afecto esta variable (Con G= 32,3±3,9 vs Sin G= 35,1±4,2 días; P>0.10).

7. DISCUSIÓN

Los resultados de este ensayo demostraron que la suplementación de vacas primíparas en diferentes niveles de CC con SGE (equivalentes a 4 % de la dieta consumida, en base seca) no afecta la producción de leche, la concentración de sólidos, los perfiles metabólicos y endocrinos, ni tuvo efecto sobre los parámetros reproductivos estudiados.

El consumo de materia seca no fue afectado por la suplementación de SGE equivalente al 4 % de la dieta en base seca (dato no analizado estadísticamente), lo cual determina que las dietas consumidas en el ensayo fueran isoenergéticas e isoproteicas. Cave mencionar que la ración y ensilaje fueron consumidos en la totalidad de lo suministrado siendo estadísticamente similares entre los grupos Con G y Sin G. En el caso de existir diferencias en el consumo, estas estarán asociadas al comportamiento ingestivo de los diferentes grupos en la pastura, lo cual no creemos que haya sucedido.

Al mantener un consumo similar entre grupos, en el caso que hubieran existido diferencias en las variables estudiadas, estas fueran atribuidas a los ácidos poliinsaturados presentes en la SGE y no a un efecto de adición proteica o energética del mismo.

El consumo no fue afectado por la SGE debido a que el volumen de suplementación fue relativamente bajo. En este sentido, otros experimentos nacionales en los que se asignó un mayor nivel de suplementación tampoco reportan tener efectos negativos sobre el consumo, con niveles 6,5 y 7 % de la MS de la dieta (Mendoza et al., 2006b; Doderá et al., 2007), y a nivel internacional algunos autores reportan que la suplementación con SGE hasta en un 12 % no tiene efectos sobre el consumo (Rafalowski y Park, 1982). Es conocido que grandes cantidades de aceite vegetal y de pescado en la dieta en forma libre puede afectar negativamente el desempeño de los animales, ya que puede producir alteraciones en la fermentación a nivel ruminal (Cirio y Tebot, 2000; Castañeda-Gutiérrez et al., 2007; Gómez-Cortés et al., 2008). Sin embargo, la explicación de por qué los aceites aportados por las semillas oleaginosas, en éste caso el girasol, puedan ser usadas como suplementos sin alterar el consumo total de MS (debido a que no disminuyen la digestibilidad del forraje a nivel ruminal), quizás se deba a la lenta liberación del aceite en el contenido ruminal producida por el proceso de rumia al cual es sometida la semilla cuando se suministra entera (Coppock y Wilks, 1991; Mendoza et al., 2006a).

La suplementación con SGE al 4% de la dieta (base seca) no influyó en la evolución posparto de la CC. Cuando se analiza la evolución de la CC posparto de las primíparas, se presenta una disminución más pronunciada en las que presentaban al parto menor CC (2,4), en comparación con las primíparas de mayor CC (3,1). Estas observaciones registradas en la evolución de la CC son similares a lo encontrado por Belassi et al. (2006), pero opuestas a otros trabajos que mencionan que vacas con alta CC al comienzo de la lactancia logran altas producciones de leche a expensas de una gran movilización de grasa corporal (Gossen et al., 2006), y que aquellas vacas que paren con una buena CC son las que registran las mayores pérdidas en el posparto (Meikle et al., 2004; Cavestany et al., 2005; Roche et al., 2007b). Esto se explica debido a que presentan mayores restricciones al consumo

de alimento en el inicio de lactancia, lo que agudizaría su balance energético negativo y obligaría a que recurrieran al uso de sus reservas energéticas (Grigera y Bargo, 2005).

La explicación posible de por que las primíparas de BCC al parto presentaron una disminución en la CC mayor que primíparas de ACC al parto, sea tal vez explicado por los tratamientos que recibieron los animales preparto en busca de lograr los diferentes niveles de CC al parto. Y esto posiblemente determinó que el grupo de BCC ingresara a la etapa de lactancia en un déficit de energía y movilizándolo ya en el preparto sus reservas, agudizándose en el principio de la lactancia. En este grupo de BCC cerca del día 30 posparto comenzaron con una leve recuperación de la CC, en principio creemos que esto sea un error en las determinaciones debido a que es una técnica subjetiva. De no ser un error en las determinaciones no se logra entender porque se produce la recuperación de la CC en este grupo, sabiendo que no se encontraban en un balance positivo de energía debido a que presentaron muy bajas producciones y que un gran porcentaje de las primíparas de este grupo no reiniciaron la actividad ovárica en el período experimental, de haberse encontrado en un balance energético positivo era de esperar que una mayor proporción de vaquillonas ovulara (Chilibroste et al., 2002a; Overton, 2006).

La producción de leche y la concentración de sólidos de interés a nivel productivo, no fue afectada por la suplementación con SGE en un 4 % de la dieta (base seca) en el posparto. Esto se debe a que el consumo total de ENL y PC fue similar para grupos tratados y control, debido a que las dietas fueron formuladas para ser isoenergéticas e isoproteicas no era de esperar variaciones en la producción de leche entre grupos con y sin suplementación. Resultados similares son reportados por otros autores (Palmquist y Jenkins, 1980), pero también hay información de que se pueda aumentar la producción cuando se suministra alguna fuente de grasa insaturada (Madison et al., 1997), y también hay reportado aumentos con el uso de semilla de girasol (Rafalowski y Park, 1982), aunque en estos casos es posible que se alterase el aporte de energía y proteína.

No era de esperar variaciones en la producción en este ensayo, ya que trabajos nacionales mencionan que no se afectó la producción cuando se adiciono en un 6,5 y 7% de la dieta con SGE, con dietas isoenergéticas e isoproteicas (Mendoza et al., 2006b; Dodera et al., 2007).

La producción de leche en este ensayo fue afectada por los niveles de CC con que los animales llegaron al parto. Los animales de ACC presentaron mayor producción a lo largo de todo el período experimental respecto a los de BCC. Esto podría explicarse debido a que las vaquillonas que parieron con buena CC estaban más aptas para producir que el grupo de BCC, por presentar mayores reservas. En el grupo de BCC a su vez de menores producción, tiene en el principio de la lactancia mayores pérdidas de CC con respecto al grupo de ACC, lo que hace pensar que se encontraban en un peor déficit de energía, coincidiendo con lo mencionado por Ibarra y Chilibroste (2003) quienes encuentran que las primíparas que registraban las mayores pérdidas de CC coincidían con las menores producciones.

Las primíparas de ACC presentaron mayor producción de leche y grasa (Kg/día) debido que pudieron movilizar mayor cantidad de reservas corporales, en relación al grupo de BCC que no disponía de las mismas, debido a que los animales de buena CC tienen mayor sensibilidad del adipocito a las hormonas lipolíticas, pues existe una correlación positiva entre la lipólisis y la CC al parto (Cirio y Tebot, 2000). Esta

mayor lipomovilización se puede comprobar analizando la relación grasa / proteína en el inicio de lactancia. Algunos autores mencionan que relaciones altas entre grasa y proteína (1,5) indican que existe un BEN y una movilización de reservas (Heuer et al., 1999; De Luca, 2008). En nuestro ensayo no analizamos este indicador, pero si la producción porcentual de grasa en leche que mostró una tendencia ($P=0.12$) a ser superior en los animales de ACC en comparación con los de BCC. Esto tal vez demuestra que el grupo de BCC no disponía de adecuada cantidad de reservas para poder movilizar.

En lo respecta a la composición de la leche, la misma no fue modificada por la suplementación con SGE, ya que los porcentajes de grasa y proteína láctea fueron iguales entre los grupos tratados y control. Esto puede ser explicado por el hecho que los aceites del girasol no afectaron la digestibilidad del forraje, como sostienen algunos investigadores que podría ocurrir cuando se suministra alguna fuente lipídica, que podría disminuir la producción de ácido acético y butírico, que son precursores de ácidos grasos de cadena cortas y medias en leche, afectando la síntesis *de novo* en la glándula mamaria (Palmquist y Jenkins, 1980; Coppock y Wilks, 1991). Los resultados encontrados son similares a los ya reportados a nivel nacional con SGE (Mendoza et al., 2006b) e internacional (Rafalowski y Park, 1982), donde se da a conocer que la semilla de girasol en bajas proporciones en la dieta no modifican los niveles de sólidos totales. Al parecer los efectos de la suplementación con SGE en la dieta de vacas lecheras y su relación con el porcentaje de grasa en leche están correlacionados con el nivel de suplementación. Lo que sí está claramente aceptado es que la suplementación altera la composición de la grasa láctea (Wales et al., 2009), modifica la proporción de los diferentes AG en la leche, incrementando los AG insaturados y de cadenas largas (Rafalowski y Park, 1982; Finn et al., 1985; Middaugh et al., 1988; Madison et al., 1997). La composición de la grasa no fue estudiada en nuestro ensayo por lo que se desconoce si existieron cambios en la proporción de AG en la leche.

Durante el posparto las concentraciones de NEFA y su evolución en el tiempo fueron similares entre el grupo suplementado con semilla de girasol y el testigo. Esto era de esperar debido a que los NEFA en el principio de la lactancia están relacionados con el balance energético y el grado de lipomovilización (Bauman y Currie, 1980; Cirio y Tebot, 2000; Bell, 1995), y entre el grupo Con G y Sin G no difirieron las producciones de leche, grasa y tampoco en el consumo de MS, ENL. Por lo tanto, sería esperable que el balance energético fuera similar entre estos grupos, lo que determinaría que no hubiera diferencias en el grado de movilización de reservas entre ellos. Algunos trabajos encuentran mayor concentración de NEFA luego de una suplementación con alguna fuente lipídica, lo que estaría asociado a una captación incompleta de NEFA luego de la hidrólisis de triglicéridos plasmáticos, que están aumentados durante la suplementación lipídica (por la enzima lipoproteína-lipasa) (Grummer y Carroll, 1991). En el caso de nuestro ensayo creemos que el nivel de suplementación utilizado (4%) pudiera explicar el hecho por el cual no se registraron efectos de la suplementación sobre la concentración de NEFA.

En cuanto a la CC al parto, ésta se correlacionó positivamente con las concentraciones de NEFA. Encontrándose una tendencia ($P=0.058$) a que las primíparas de grupo ACC presentaran niveles mayores en este metabolito respecto al grupo BCC. Estos resultados son contradictorios con los reportes bibliográficos (Taylor et al., 2003; Meikle et al., 2004) que mencionan que vacas de baja condición

corporal presentan mayores niveles de NEFA, debido a una mayor lipólisis por encontrarse en un mayor BEN. La explicación por la cual el grupo de BCC al parto presentó una tendencia a menores niveles de NEFA durante todo el período experimental probablemente se deba a que el promedio de CC para este grupo era de 2,4 unidades, lo que hace pensar que no presentaban al momento del parto un nivel de reservas adecuadas para movilizar. Esto coincide con el hecho que este grupo también presentó menor producción de leche, lo cual habla de que a pesar de estar en un peor BE, no disponían de una cantidad adecuada de reservas para movilizar.

En el parto fue cuando se observaron las mayores concentraciones de NEFA, por lo cual, se cree que ya en el parto existía un importante grado de lipólisis, coincidiendo con algunos trabajos que mencionan que las primíparas ya una semana antes del parto presentan niveles elevados de NEFA (Wathes et al., 2006). Este aumento es el resultado de la disminución del consumo de MS previo al parto, y a los cambios hormonales antes del parto que estimulan la movilización de NEFA desde el tejido adiposo para proveer energía para el parto y la lactogénesis (Vazquez – Añon et al., 1994), esto creemos que pueda haber sido así, debido a que no se determinó el consumo en el parto. Luego los NEFA comenzaron a disminuir hasta el final del ensayo para todos los grupos, ubicándose en valores relativamente bajos 0,25 mmol/L, con relación al 0,70 mmol/L, que es considerado como valor de referencia para vacas en lactancia (Whitaker, 2004). Esta disminución podría atribuirse en parte a la captación de gran parte de ellos por el hígado y la glándula mamaria (Cirio y Tebot, 2000). Otra explicación posible podría ser que el grupo de primíparas presentaban en su mayoría una CC inferior a la recomendada al momento del parto, por lo que no dispondrían de una cantidad adecuada de reservas grasas para movilizar (Waltner et al., 1993).

En condiciones fisiológicas, como consecuencia de la lipomovilización posparto se produce un aumento de los niveles de NEFA circulante en el momento del parto (Cirio y Tebot, 2000; Bobe et al., 2004), tal como sucedió en nuestro ensayo. La concentración de NEFA presentó una correlación negativa con los niveles de BHB en el plasma, ya que éstos no son máximos al momento del parto, como ocurre en el caso de los NEFA. Los máximos niveles de BHB se alcanzan entre la segunda y cuarta semana de lactación (Cirio y Tebot, 2000), esto también es sostenido por otros autores que mencionan que los aumentos en el BHB son posteriores en el tiempo al aumento de NEFA (Busato et al., 2002) cuando por un lado se han atenuado la lipomovilización y la esteatosis. Este desfase temporal entre los fenómenos de catabolismo lipídico y de cetogénesis se explica por la falta de disponibilidad de glucosa (Cirio y Tebot, 2000).

Ni la CC al parto ni la suplementación lipídica generaron diferencias en las concentraciones de BHB. La suplementación con semilla de girasol no influyó sobre los niveles plasmáticos del BHB en el período estudiado, explicado esto por encontrarse los grupos suplementados y control en un mismo BE, debido a que presentaron similares consumos de MS, ENL y mantuvieron iguales producciones de leche y grasa.

El BHB se comportó igual entre los diferentes niveles de CC al parto, mostrando un aumento en los niveles desde el comienzo del experimento hasta el final. Al final del ensayo hubo una tendencia ($P=0.06$) a diferir en el nivel de BHB, presentando una mayor concentración en el grupo de ACC, esto era de esperar debido a que este grupo presentó una tendencia a mayores niveles de NEFA en el ensayo.

La falta de relación entre los niveles de NEFA y BHB contrasta con lo reportado por Meikle et al. (2004), pero coincide con lo encontrado por Crespi et al. (2005); Belassi et al. (2006) y Wathes et al. (2006) quienes reportan una disminución de los NEFA concomitantemente con un aumento del BHB. Este hecho podría explicarse ya que al inicio de la lactancia la gran mayoría de los NEFA son oxidados completamente hasta CO₂ y H₂O a través del ciclo de Krebs, pero a medida que avanza la lactancia y nos acercamos al máximo requerimiento de glucosa, los NEFA son desviados hacia la vía de los cuerpos cetónicos, lo que explicaría el aumento sostenido del BHB al lo largo de ensayo (Cirio, comunicación personal).

Las primíparas que presentan una mayor producción de leche en el ensayo se correlacionaron con las que presentaron una mayor CC al parto, las mismas mostraron una tendencia (P=0.058) a tener mayores niveles de NEFA en plasma, y también al final del ensayo mostraron una tendencia (P=0.06) a tener mayores niveles de BHB. Esto se explica porque este grupo de animales presentó al parto una mayor cantidad de reservas para movilizar en respuesta a la lactancia en comparación con el grupo de primíparas de BCC. Similar información reportan otros trabajos donde mencionan que los mayores niveles de NEFA y BHB están correlacionados con la mayor CC al parto y grado de pérdidas que se producen en el posparto (Busato et al., 2002)

Los niveles de colesterol disminuyeron en las dos primeras semanas de lactancia y luego comenzaron a aumentar hasta el final del ensayo para todos los grupos. La suplementación con SGE no alteró la concentración de colesterol plasmático, no coincidiendo con lo establecido por varios autores que mencionan que la suplementación lipídica altera los niveles de este metabolito (Rafalowski y Park, 1982; Grummer y Carroll 1988; DePeters et al., 1989; Staples et al., 1998; Kassa et al., 2002; Marín-Aguilar et al., 2007). Este incremento del colesterol plasmático encontrado en otros trabajos se debe a la necesidad de aumentar el transporte de ácidos grasos dentro de los quilomicrones y de las VLDL (lipoproteínas de muy baja densidad) desde el intestino delgado, principal sitio de síntesis *de novo* del colesterol en rumiantes (Noble, 1981; Grummer y Carroll, 1988). Pero nuestros resultados si coinciden con trabajos nacionales que no encuentran efecto de la suplementación con lípidos sobre el colesterol (Dodera et al., 2007; Hernández et al., 2008). La posible causa de la falta de efecto de la suplementación con SGE sobre la concentración de colesterol en plasma podría deberse a que el nivel de suplementación (4% de la dieta en base seca) no fue suficiente para inducir una mayor síntesis de colesterol.

En las observaciones semanales el nivel de colesterol sérico fue en aumento después de la segunda semana de lactancia, información similar a la reportada por otros autores (Córdoba et al., 2000; Cavestany et al., 2005; Crespi et al., 2005), quienes lo atribuyeron a la recuperación del BE. Esto explica que el grupo de ACC, que mostró una tendencia (P=0.07) en nuestro ensayo a presentar mayores niveles de colesterol, estuviera en un mejor BE que el grupo de BCC. Además, el colesterol aparece correlacionado de forma positiva con la producción de leche, con las concentraciones de insulina e IGF-1, lo parece confirmar lo mencionado por Cavestany et al. (2005) y Crespi et al. (2005). Lo que no queda claro es que también se correlacione con los niveles de BHB.

La concentración de urea en plasma varía en el mismo sentido que la concentración del amoníaco en el líquido del rumen y que el tenor nitrogenado de la ración (Cirio y Tebot, 2000). Es considerada un reflejo del metabolismo del nitrógeno de los

rumiantes, y está en relación directa con el aporte de proteína de la dieta así como con la relación proteína/energía de la misma, y su determinación revela información sobre el metabolismo proteico del animal. (Wittwer, 2000).

Los niveles de urea no fueron afectados por la suplementación con SGE en el posparto, lo cual era de esperar debido a que las dietas mantuvieron similares niveles de proteína y energía. Sin embargo, todas las vaquillonas comenzaron al parto con niveles altos de urea, lo que puede ser atribuido a un aumento en el catabolismo proteico correspondiente a la acción de los glucocorticoides que aumentan en este momento (Cirio y Tebot, 2000). Luego los niveles de urea declinan hasta el día 14, de manera similar a lo reportado por Wathes et al. (2006). A partir de este momento hasta el final del ensayo, los valores se mantienen sin grandes variaciones.

En cambio, el factor CC generó una tendencia ($P=0.053$) a que los niveles de urea fueran mayores en el grupo de ACC en relación con el de BCC. No se pueden explicar estas leves diferencias en la concentración de urea debido a que no se obtuvieron datos de consumo entre grupos de ACC y BCC. Lo que sí se puede establecer es que el nivel de urea en esta categoría tiene gran relación con un estado catabólico, por presentar correlaciones positivas con el porcentaje de grasa y proteína en leche, y negativamente correlacionado con la producción.

La insulina juega un papel central en la homeostasis del control del metabolismo energético y su concentración esta correlaciona positivamente con la ingesta energética. La disminución de la concentración es coherente con la reducción en la ingesta de MS que caracteriza en el período posparto (Chilliard et al., 1998). En este ensayo la suplementación con SGE no modificó las concentraciones de insulina entre el grupo suplementado y control, lo que era esperable debido a que los niveles de energía se mantuvieron similares entre los grupos, y confirma lo reportado en investigaciones anteriores donde el girasol no afectó las concentraciones de glucosa (Mendoza, 2008), cuyos cambios determinan los niveles de insulina que se asocia principalmente con variaciones en las concentraciones de glucosa (Busato et al., 2002).

Cuando analizamos esta hormona en las diferentes CC al parto se observan niveles de insulina mayores al parto para el grupo de BCC en relación al grupo de ACC. Esta diferencia no tiene una explicación lógica debido, a que según la bibliografía los niveles de glucosa y insulina al momento del parto son relativamente bajos (Busato et al., 2002). Si bien no determinamos la glicemia, sabemos que los niveles de NEFA fueron máximos al parto y similares para ambos grupos lo que demuestra que los animales tanto de ACC y BCC estaban en un BEN, por lo tanto no se entienden las diferencias encontradas en los niveles de insulina al parto. En la segunda semana de lactancia los niveles fueron similares entre grupos y al mes del parto el grupo de ACC mostró una tendencia ($P=0.056$) a presentar mayores niveles de insulina, lo cual era esperable debido a que disponían de mayor cantidad de reservas para soportar la lactación, y por lo tanto logran llegar al mes de lactación con un mejor BE que el grupo de BCC. Esta mejora en el BE que se presenta al mes del parto se confirma cuando analizamos la correlación positiva existente entre insulina y colesterol.

Las concentraciones plasmáticas de IGF-1 no fueron afectadas por la suplementación con SGE en el posparto en este ensayo, lo que coincide con lo reportado por otros autores que mencionan que la inclusión de lípidos poliinsaturados no modificó la concentración plasmática de IGF-1 (Mendoza, 2008; Thomas et. al., 1997), aunque en otros casos, vacas suplementadas con estos

lípidos mostraron aumento en las concentraciones plasmáticas de IGF-1 en el estro, con efectos positivos a nivel ovárico (Robinson et. al., 2002).

Los niveles plasmáticos de IGF-1 a lo largo del ensayo difirieron entre los diferentes niveles de CC al parto, donde las vaquillonas de ACC presentaron mayor concentración de IGF-1 en comparación con las de BCC durante todo el período experimental. Esto concuerda con los resultados obtenidos por otros autores, que indican que vaquillonas con menor CC al parto presentan menores niveles de IGF-1 (Taylor et al., 2003; Meikle et al., 2004; Lents et al., 2008). Sabiendo que existe una gran asociación entre la CC y el BE del animal (Rhoads et al., 2007), podemos afirmar que las vaquillonas del grupo de ACC mantuvieron un mejor BE, esto también respaldado por presentar tendencias a mayor nivel de colesterol, insulina e IGF-1 que el grupo de BCC. Dicha información es similar a la reportada por Roche (2006).

En cuanto al reinicio de ciclicidad ovárica temprana (primeros 50 días posparto), nos encontramos con un bajo porcentaje de primíparas que reiniciaron su actividad ovárica (38,4%), independientemente de factor CC al parto y del tratamiento con SGE.

La suplementación con SGE no afectó el reinicio temprano de la actividad ovárica de las primíparas, siendo similar la proporción de vaquillonas que ovularon en el grupo tratado y control. Estos resultados son contradictorios con ensayos anteriores, donde la SGE arrojó resultados alentadores sobre esta categoría de animales (Mendoza et al., 2006b). Sin embargo, los resultados obtenidos son coherentes con el hecho que el nivel de suplementación usado no modificó los perfiles metabólicos ni endócrinos. El factor CC al parto fue el que tuvo los mayores impactos sobre la actividad ovárica en el posparto, ya que la mayor proporción de animales que ovularon pertenecieron al grupo ACC. Además, este grupo mantuvo la mayor producción de leche durante todo el ensayo, coincidiendo con lo reportado a nivel nacional por Ibarra et al. (2003). Al parecer en los sistemas pastoriles no es tan claro el antagonismo entre altas producciones y la eficiencia reproductiva que se da a conocer en la bibliografía internacional.

Los animales que reiniciaron la actividad ovárica en su mayoría pertenecían al grupo de ACC. Este grupo tuvo los mayores niveles de IGF-1 y una tendencia a presentar mayores concentraciones de insulina al día 28. Esta información es similar a la reportada por otros autores, donde los menores niveles de IGF-1 se encuentran en vacas de baja CC al parto, las que no reinician su actividad ovárica de forma regular, y sostienen la existencia de una relación entre la CC en primíparas y la concentración de IGF-1 (Taylor et al., 2003; Meikle et al., 2004). Sabiendo que existe una gran asociación entre la CC y el BE de los animales, los mayores niveles de y de insulina al mes posparto confirman que el grupo de ACC mantuvo un mejor nivel energético en este ensayo en relación a las primíparas de BCC.

8. CONCLUSIONES

12

La suplementación con semilla de girasol entera en las diferentes condiciones corporales de vacas primíparas en pastoreo al inicio de la lactancia, a razón de 0,8 kg (BF) por día, equivalentes a una proporción de 4 % de la dieta (base seca), no tuvo efectos sobre la producción y composición de la leche, los perfiles metabólicos, ni mostró efecto sobre el reinicio temprano de la actividad reproductiva. Sin embargo, la condición corporal al parto, independiente de la suplementación con SGE, fue el factor que determinó las mayores diferencias, ya que las vaquillonas de alta condición corporal al parto (3,1) presentaron las mayores producciones de leche, grasa, una mayor concentración de IGF-1 y una tendencia a niveles superiores de insulina hacia el final de ensayo, en relación al grupo de baja condición corporal (2,4). Además, el grupo de alta condición corporal al parto fue el que presentó la mayor proporción de vaquillonas que ovularon en los primeros 50 días posparto.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. AbuGhazaleh AA. (2008). Effect of fish oil and sunflower oil supplementation on milk conjugated linoleic acid content for grazing dairy cows. *Animal Feed Sci Technology*; 141:220–232
2. Acosta Y. (1997). Utilización de ensilajes, concentrados y pasturas para producción de leche. En: Restaino, E., Indarte, E. (Eds.), *Pasturas y Producción Animal en Áreas de Ganadería Intensiva. Serie Técnica N° 15. INIA. Uruguay.* pp 157-166
3. Astessiano AL, Quintans G, Soca P, Pérez-Clariget R, Carriquiry M. (2008). Efecto de la condición corporal al parto en las respuestas productivas de la vaca de primera cria y su ternero. XXXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú 12 al 14 de Junio. pp 259-260
4. Bauman DE, Currie WB. (1980). Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J Dairy Sci*; 63:1514–1529
5. Baskin DG, Lattemann DF, Seeley RJ, Woods SC, Porte D. (1999). Insulin and leptin: dual adiposity signals to the brain for the regulation of food intake and body weight. *Brain Res*; 848:114-123.
6. Beam SW, Butler WR. (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
7. Beam SW, Butler WR. (1998). Energy balance, metabolic hormones, and early postpartum follicular development in dairy cows fed prilled lipid. *J Dairy Sci*; 81:121-131.
8. Beam SW, Butler WR. (1999). Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *J Reprod Fertil Suppl*; 54:411-424
9. Beaver DE. (2006). The impact of controlled nutrition during the dry period on dairy cow health, fertility and performance. *Anim Reprod Sci*; 96:212-226.
10. Belassi S, Federico Olariaga F, Perez MN. (2006). Efecto de la suplementación energética durante el parto sobre la producción y reproducción en vacas holando multíparas y primíparas en pastoreo. Tesis para el obtener el título de Doctor en Ciencias Veterinarias. Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay. 44p.
11. Bell AW. (1995). Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J Anim Sci*; 73:2804–2819.
12. Bewley JM, Schutz MM. (2008) Review: An Interdisciplinary Review of Body Condition Scoring for Dairy Cattle. *Professional Animal Scientist*; 24:507-529
13. Bewley JM, Peacock AM, Lewis O, Boyce RE, Roberts DJ, Coffey MP, Kenyon SJ, Schutz MM. (2008). Potential for estimation of body condition scores in dairy cattle from digital images. *J Dairy Sci*; 91:3439-3453
14. Blake RW, Custodio AA . (1984). Feed efficiency a composite trait of dairy cattle. *J. Dairy Sci*; 67:2075-2083
15. Bobe G, Young JW, Beitz DC. (2004). Pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. *J Dairy Sci*; 87:3105–3124

16. Busato A, Faissler D, Küpfer U, Blum JW. (2002). Body Condition Score in Dairy Cows: Associations with Metabolic and Endocrine Changes in Healthy Dairy Cows. *J. Vet. Med*; 49:455–460
17. Butler WR. (2000). Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sc*; 60-61:449-457
18. Butler WR, Smith RD. (1989). Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J Dairy Sci*; 72:767-783.
19. Carroll DJ, Jerred MJ, Grummer RR, Combs DK, Pierson RA, Hauser ER. (1990). Effects of fat supplementation and immature alfalfa to concentrate ratio on plasma progesterone, energy balance, and reproductive traits of dairy cattle. *J Dairy Sci*; 73:2855-2863
20. Casper DP, Schingoethe DJ, Middaugh RP, Baer RJ. (1988). Lactational Responses of Dairy Cows to Diets Containing Regular and High Oleic Acid Sunflower Seeds . *J Dairy Sci*; 71:1267-1274
21. Castañeda-Gutiérrez E, Veth MJ, Lock AL, Dwyer DA, Murphy KD, Barman DE. (2007). Effect of Supplementation with Calcium Salts of Fish Oil on n-3 Fatty Acids in Milk Fat *J. Dairy Sci*; 90:4149-4156.
22. Cavestany D. (2000). Temas de Lechería: Reproducción. Serie Técnica 116. INIA La Estanzuela. 58 pp.
23. Cavestany D (2004) Manejo reproductivo y sincronización de celos en vacas de leche ciclando y en anestro. INIA “La Estanzuela” Resultados experimentales en lechería. Actividades de Difusión, Nº 361, junio pp 1-21.
24. Cavestany D, Albanell F, Silva A, Viñoles C, Belassi S, Olariaga F, Pérez MN, Crowe M (2007). Efecto de la suplementación energética preparto en el reinicio de la ciclicidad ovárica posparto en vacas holando en pastoreo restringido. XXXV Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú 7 al 9 de Junio. pp 324-325.
25. Cavestany D, Blanc JE, Kulcsar M, Uriarte G, Chilbroste P, Meikle A, Febel H, Ferraris A, Krall E. (2005). Metabolic profiles of the transition dairy cow under a pasture-based milk production system. *J Vet Med A*; 52:1-7.
26. Cavestany D, Galina CS, Viñoles C. (2001). Efecto de las características del reinicio de la actividad ovárica posparto en la eficiencia reproductiva de vacas Holstein en pastoreo. *Arch Med Vet (Chile)*; 33:217-226.
27. Chagas LM, Bass JJ, Blache D, Burke CR, Kay JK, Lindsay DR, Lucy MC, Martin GB, Meier S, Rhodes FM, Roche JR , Thatcher WW, Webb R. (2007). Review: New Perspectives on the Roles of Nutrition and Metabolic Priorities in the Subfertility of High-Producing Dairy Cows. *J Dairy Sci*; 90:4022-4032.
28. Chilbroste P. (2002). Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período Otoño –Invernal. X Congreso Latinoamericano de Buiatría. XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, 12-15 Junio. pp 90-96
29. Chilbroste P, Ibarra D, Zibil S, Laborde D. (2002). Proyecto de Alimentación Reproducción Conaprole. informe final 2002.
30. Chilliard Y, Ferlay A, Delavaud C, Bocquier F. (1998). The comparison of plasma level and mRNA expression of leptin from Japanese Black steers and Holstein steers. *Livestock Prod Sci*; 81:247-255.
31. Cirio A y Tebot I. (1998). Fisiología metabólica de los rumiantes. Departamento de Fisiología. Facultad de Veterinaria. Universidad de la República. Uruguay. pp: 11-112.

32. Contreras PA. (1998). Síndrome movilización grasa en vacas lecheras al inicio de la lactancia y sus efectos en salud y producción de los rebaños. Arch Med Vet (Chile); 30:17-27.
33. Coppock CE, Wilks DL. (1991). Supplemental fat in high-energy rations for lactating cows: effects on intake, digestion, milk yield, and composition. J Anim Sci; 69:3826-3837
34. Corbellini Carlos N. (2000). Influencia de la nutrición en las enfermedades de la producción de las vacas lecheras en transición. XXI Congreso Mundial de Buiatria, XXVII Jornadas uruguayas de Buiatria (Resúmenes). Punta del Este 4 al 8 diciembre, pp 16
35. Córdoba G, Rupretcher G, Del Campo CH, Wittwer F. (2000). Variación de beta-hidroxi-butilato, colesterol y urea en el postparto de la vaca lechera. XXI Congreso Mundial de Buiatria, XXVII Jornadas uruguayas de Buiatria (Resúmenes). Punta del Este 4 al 8 diciembre, pp 66
36. Crespi D, Medín J, Piana M. (2005). Efecto de la suplementación energética y del suministro de sales aniónicas durante el parto sobre la producción y reproducción en vacas holando en pastoreo. Tesis para el obtener el título de Doctor en Ciencias Veterinarias. Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay 51p.
37. Crowe MA, Padmanabhan V, Mihm M, Beitins IZ, Roche JF. (1998). Resumption of follicular waves in beef cows is not associated with periparturient changes in follicle-stimulating hormone heterogeneity despite major changes in steroid and luteinizing hormone concentrations. Biol Reprod; 58:1445-1450
38. De Luca L. (2008). Nutrición y fertilidad en el ganado lechero. XXXVI Jornadas Uruguayas de Buiatria. Paysandú, 12-14 Junio, pp 51-61
39. De Nava GT, Uval A, Corti M. (2000). Efecto de la Administración de aceite de hígado de pescado sobre la performance reproductiva de vacas de cría manejadas en condiciones de pastoreo. XXI Congreso Mundial de Buiatria, XXVII Jornadas uruguayas de Buiatria (Resúmenes). Punta del Este 4 al 8 Diciembre, pp 43.
40. De Peters EJ, Taylor SJ, Baldwin RL. (1989). Effect of Dietary Fat in Isocaloric Rations on the Nitrogen Content of Milk From Holstein Cows. J Dairy Sci; 72:2949-2957
41. Dodera I, Macías R, Moré G. (2007). La semilla de girasol entera como suplemento para vacas lecheras en pastoreo en lactancia temprana: efectos sobre el consumo, la calidad de la leche y los perfiles metabólicos. Tesis para el obtener el título de Doctor en Ciencias Veterinarias. Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay 55p.
42. Edmonson AJ, Lean J, Weaver LD, Farver T, Webster G. (1989). A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. J Dairy Sci; 72:68-78.
43. Espinoza-Villavicencio JL, Ortega Perez R, Palacios Espinosa A. (2007). Crecimiento folicular ovárico en animales domésticos: una revisión. INCI, 32:93-99.
44. Finn AM, Clark AK, Drackley JK, Schingoethe DJ, Sahlu T. (1985). Whole Rolled Sunflower Seeds with or without Additional Limestone in Lactating Dairy Cattle Rations. J Dairy Sci; 68:903-913
45. Fortune JE, Rivera GM, Yang MY. (2004). Follicular development: the role of the follicular microenvironment in selection of the dominant follicle. Anim Reprod Sci; 82-83:109-126

46. Friedman AE, Halaas JL. (1998). Leptin and the regulation of body weight in mammals *Nature*; 395: 763-770
47. Funston RN. (2004). Fat supplementation and reproduction in beef females. *J Anim Sci*; 82 (E.Suppl):154-161
48. Gagliostro GA. (2003). Semilla de girasol: una herramienta nutricional para valorizar la calidad de la grasa butirosa. En: Anexo al Cuadernillo Informativo N° 4, abril 2003, ASAGIR. pp 6. Disponible en: <http://www.asagir.org.ar> . Acceso el 26/02/09
49. Garcia BR. (2008). Los costos ocultos de la ineficiencia reproductiva. XXXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú 12 al 14 de Junio. pp 133-135
50. García M, Huanta W, Echevarria L. (1990). Reproductive performance of purebred and crossbred zebu cattle under artificial insemination in the Amazon tropics. *Animal Production*; 50:41-49.
51. Gómez-Cortés P, Frutos P, Mantecón AR, Juárez M, de la Fuente MA, Hervás G. (2008). Milk Production, Conjugated Linoleic Acid Content, and In Vitro Ruminant Fermentation in Response to High Levels of Soybean Oil in Dairy Ewe Diet. *J. Dairy Sci*; 91:1560-1569
52. Gong JG, Lee WJ, Garnsworthy PC, Webb R. (2002). Effect of dietary-induced increases in circulating insulin concentrations during the early postpartum period on reproductive function in dairy cows. *Reproduction*; 123:419-427
53. Gossen N, Fietze S, Mösenfechtel S, Hoedemaker M. (2006). Relationship between body condition (back fat thickness and body condition scoring) and fertility in dairy cows. *Dtsch Tierarztl Wochenschr*; 113:1712-1747
54. Grigera J y Bargo F. (2005). Evaluación del estado corporal en vacas lecheras. Informe Técnico. www.produccion-animal.com.ar. Visitada 25/03/09
55. Grummer RR. (1995). Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *J Anim Sci*; 73:2820-2833.
56. Grummer RR, Carroll DJ. (1988). A review of lipoprotein cholesterol metabolism: importance to ovarian function. *J Anim Sci*; 66:3160-3173
57. Grummer RR, Carroll DJ. (1991). Effects of dietary fat on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. *J Anim Sci*; 69:3838-3852
58. Gwazdauskas FC; Kendrick KW; Prior AW; Bailey TL. (2000). Folliculogenesis in the bovine ovary. Impact of follicular aspiration on folliculogenesis as influenced by dietary and stage of lactation. *J Dairy Sci*; 83:1625-1634.
59. Henao GR. (2001). Reactivación ovárica postparto en bovinos. Revisión: revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín; 54:1285-1302.
60. Hernández A, Roura N, Valentín H. (2008). Efecto de la suplementación con aceite de pescado sobre la producción y reproducción en vacas Holando primíparas en pastoreo durante el período de transición. Tesis para el obtener el título de Doctor en Ciencias Veterinarias. Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay 51p.
61. Heuer C, Schukken YH, Dobbelaar P. (1999). Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds. *J Dairy Sci*; 82:295-304.
62. l'Anson H, Foster DL, Foxcroft GR, Booth PJ. (1991). Nutrition and Reproduction. *Oxford Rev Reprod Biol*; 13:239-311
63. Ibarra D, Chilbroste P. (2003). Evolución de la condición corporal y variables reproductivas. Proyecto "Interacción Alimentación Reproducción" Informe Final. Cap. 4, pp 34-45

64. Jara Aguilar D, Rangel Santos R, Garcia-Muniz JG. (2004). Efecto del nivel de producción de leche, número y estación de parto sobre el reinicio de la actividad ovárica posparto en vacas Holstein. *RC*, 14(6):548-558.
65. Kassa T, Ambrose JD, Adams AL, Risco C, Staples CR, Thatcher MJ, Van Horn HH, Garcia A, Head HH, Thatcher WW. (2002). Effects of Whole Cottonseed Diet and Recombinant Bovine Somatotropin on Ovarian Follicles in Lactating Dairy Cows. *J Dairy Sci*; 85: 2823-2830
66. Kawashima C, Kaneko E, Amaya-Montoya C, Matusi M, Yamagishi N, Matsunaga N, Ishii M, Kida K, Miyake Y, Miyamota A. (2006). Relationship between the first ovulation three weeks postpartum and subsequent ovarian cycles and fertility in high producing dairy cows. *J Reprod. Dev*; 52:479-486
67. Kristensen E, Dueholm L, Vink D, Andersen JE, Jakobsen EB, Illum-Nielsen S, Petersen FA, Enevoldsen C. (2006). Within- and across-person uniformity of body condition scoring in Danish Holstein cattle. *J Dairy Sci*; 89:3721-3728.
68. Laborde D. (2004). Las estrategias de mejoramiento genético del ganado lechero en Uruguay: coincidencias y contraindicaciones. XXXII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú 10 al 12 de Junio.pp 79-88
69. Lents CA, White FJ, Ciccioli NH, Wettemann RP, Spicer LJ, Lalman DL. (2008). Effects of body condition score at parturition and postpartum protein supplementation on estrous behavior and size of the dominant follicle in beef cows. *J. Anim Sci*; 86:2549-2556
70. Leroy JLMR, Vanholder T, Mateusen B, Christophe A, Opsomer G, Kruijff A, Genicot G, Van Soom A (2005). Non-esterified fatty acids in follicular fluid of dairy cows and their effect on developmental capacity of bovine oocytes in vitro. *Reproduction*; 130:485-495
71. Littell R, Henry P, Ammerman C. (1998). Statistical analysis of repeated measures using SAS procedures. *J Anim Sci*; 76:1216-1231.
72. Lucy MC. (2001). Reproductive loss in high- producing dairy cattle: where will it end?. *J Dairy Sci*; 84:1277-1293.
73. Lucy MC. (2003). Mechanisms linking nutrition and reproduction in postpartum cows. *Reprod Suppl*. 61:415-427.
74. Lucy MC. (2008a). Tratamientos para sincronización de celo en vacas de tambo en lactación en sistemas de pastoreo o de feedlot. XXXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú 12 al 14 de Junio .pp 30-34
75. Lucy MC. (2008b). Fuente de infertilidades y soluciones para corregir la infertilidad en las vacas de tambo al posparto. XXXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú 12 al 14 de Junio. pp 70-75
76. Lucy MC, de la Sota RL, Staples CR, Thatcher WW. (1993). Ovarian follicular populations in lactating dairy cows treated with recombinant bovine somatotropin (somatotrope) or saline and fed diets differing in fat content and energy. *J Dairy Sci*; 76:1014-1027
77. Lucy MC, Savio JD, Badinga L, De la Sota RL and Thatcher WW. (1992). Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *J Anim Sci*; 70:3615-3626.
78. Lucy MC, Staples CR, Michel FM, Thatcher WW. (1991). Effects of feeding calcium soaps to early postpartum dairy cows on plasma prostaglandin F₂-alpha, luteinizing hormone, and follicular growth. *J Dairy Sci*; 74:483-489.

79. Lucy MC, Staples CR, Michel FM, Thatcher WW. (1991). Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows. *J Dairy Sci*; 74:473-482
80. Lucy MC, Verkerk GA, Whyte BE, Macdonald KA, Burton L, Cursons RT, Roche JR, Holmes CW. (2009). Somatotropic axis components and nutrient partitioning in genetically diverse dairy cows managed under different feed allowances in a pasture system. *J Dairy Sci*; 92:526-539
81. Macmillan KL, Lean IJ, Westwood CT. (1996). The effects of lactation on the fertility of dairy cows. *Aust. Vet J*; 73:141-147
82. Madison-Anderson RJ, Schingoethe DJ, Brouk MJ, Baer RJ, Lentsch MR. (1997). Response of Lactating Cows to Supplemental Unsaturated Fat and Niacin. *J Dairy Sci*; 80:1329-1338
83. Marin-Aguilar AM, Tinoco-Magana JC, Herrera-Camacho J. (2007). Reinicio de la ciclicidad ovárica y nivel de metabolitos de lípidos en vacas lecheras suplementadas con aceite vegetal durante el posparto temprano. *INCI*; 32:180-184.
84. Markus SB, Wittenberg KM, Ingalls JR, Undi M. (1996). Production Responses by Early Lactation Cows to Whole Sunflower Seed or Tallow Supplementation of a Diet Based on Barley. *J Dairy Science*; 79:1817-1825
85. Mattos R, Staples CR, Thatcher WW. (2000). Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Rev Reprod*; 5:38-45
86. McGuffey RK, Schingoethe DJ. (1982). Whole Sunflower Seeds for High Producing Dairy Cows. *J Dairy Sci*; 65:1479-1483
87. Meikle A, Blanc EJ, Krall E, Rodríguez Irazoqui M, Garófalo EG, Ferraris A, Cavestany D. (2002). Estado corporal, producción de leche y reinicio a la ciclicidad ovárica posparto en vacas lecheras en condiciones de pastoreo controlado. IX Congreso Latinoamericano de Buiatría, XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú 12 al 15 de Junio
88. Meikle A, Cavestany D, Ferraris A, Blanc JE, Elizondo F, Chilbroste P. (2005). Efecto de la alimentación durante el período de transición sobre la primera ovulación posparto de vacas primíparas y multíparas. En: XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, 9 al 11 de Junio de 2005; pp 226-227
89. Meikle A, Kulcsar M, Chilliard Y, Febel H, Delavaud C, Cavestany D, Chilbroste P. (2004). Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. *Reproduction*; 127:727-737
90. Mendoza, A. 2008. La semilla de girasol entera como fuente de lípidos poliinsaturados para vacas lecheras en pastoreo. Tesis Magister en Ciencias Agrarias. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Uruguay. 91 p.
91. Mendoza A, Crespi D, La Manna A, Cavestany D. (2006b). Efecto de la suplementación con semilla de girasol entera sobre el reinicio de la ciclicidad ovárica posparto de vacas lecheras en pastoreo. XXXIV Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú 8 al 10 de Junio. pp 137-138
92. Mendoza A, La Manna A, Cavestany D, Delucchi I. (2006a). Efecto de la suplementación con semilla de girasol entera sobre la producción y composición de leche en vacas en pastoreo. XXXIV Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú 8 al 10 de Junio .pp 135-136
93. Middaugh RP, Baer RJ, Casper DP, Schingoethe DJ, Seas SW. (1988). Characteristics of Milk and Butter from Cows Fed Sunflower Seeds. *J Dairy Sci*; 71:3179-3187

94. Montaña E, Ruiz Cortés Z. (2005). ¿Por qué no ovulan los primeros folículos dominantes de las vacas cebú posparto en el trópico colombiano?. *Rev Col Cienc Pec*; 18:2.
95. Montiel F, Ahuja C. (2005). Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review *Anim Reprod Sci*; 85:1-26.
96. Moreira F, Orlandi C, Risco CA, Mattos R, Lopes F, Thatcher WW. (2001). Efecto of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. *J Dairy Sci*; 84:1646-1659
97. Nakao, Toshihiko. (1998). Problemas reproductivos en vacas lecheras de alta producción. XXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú 18 al 20 de Junio. pp 27-29
98. Nebel RL, McGilliard ML. (1993). Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *J Dairy Sci*; 76:3257-3268.
99. Nett TM. (1987). Function of the hypothalamic-hypophysial axis during the postpartum period in ewes and cows. *J Reprod Fert* 34:201-213.
100. Overton MW. (2006). Interrelaciones entre la producción de leche y la reproducción. XXXIV Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú 8 al 10 de Junio. pp 10-13
101. Palmquist DL, Jenkins TC. (1980). Fat in lactation rations: review. *J Dairy Sci*; 63:1-14
102. Rafalowski W, Park CS. (1982). Whole sunflower seeds as a fat supplement for lactating cows. *J Dairy Sci*; 65:1484-1492
103. Rhoads RP, Kim JW, Van Amburgh ME, Ehrhardt RA, Frank SJ, Boisclair R. (2007). Effect of nutrition on the GH responsiveness of liver and adipose tissue in dairy cows. *Journal of Endocrinology* ; 195:49-58
104. Roberts C, Reid I, Rowlands G, Patterson A. (1981). A fat mobilization syndrome in dairy cows in early lactation. *Vet. Rec*; 108:7-9
105. Robinson RS, Pushpakumara PGA, Cheng Z, Peters AR, Abayasekara DRE, Wathes DC. (2002). Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on ovarian and uterine function in lactating dairy cows. *Reproduction*; 124:119-131
106. Roche, J. F. 2006. The effect of nutritional management of the dairycow on reproductive efficiency. *Anim. Reprod. Sci*; 96:282–296.
107. Roche JR, Berry DP, Lee JM, Macdonald K, Boston RC. (2007). Describing the Body Condition Score Change Between Successive Calvings: A Novel Strategy Generalizable to Diverse Cohorts. *J Dairy Sci*; 90:4378-4396
108. Roche JF, Diskin MG. (2005^a). Efecto de la nutrición sobre la eficiencia reproductiva de los bovinos. En: XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría, 9 al 11 Junio 2005, pp 21-26
109. Roche JF, Diskin MG. (2005^b). Inducción hormonal de la ovulación y sincronización del celo en bovinos. En: XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría, 9 al 11 Junio 2005, pp 27-32
110. Roche JR, Macdonald KA, Burke CR, Lee JM, Berry DP. (2007^b). Associations Among Body Condition Score, Body Weight, and Reproductive Performance in Seasonal-Calving Dairy Cattle. *J. Dairy Sci*; 90:376-391
111. Sairanen A, Khalili H, Virkajarvi P. (2006). Concentrate supplementation responses of the pasture-fed dairy cow. *Livestock Sci*; 104:292-302.

112. Santos JEP. (2001). Dietary ingredients and nutritional management impact fertility in dairy cattle. In Proc. 36th Pacific Northwest Animal Nutrition Conference. Boise, ID. pp. 189-219.
113. Senatore EM; Butler WR, Oltenacu PA. (1996). Relationship between energy balance and post-partum ovarian activity and fertility in first lactation dairy cows. *J Animal Sci*; 62:17-23.
114. Sepúlveda NG, Inostrosa MA, Peña Salazar P. (2001). Postpartum ovarian function in primiparous and multiparous dairy cows. *Arch. Zootec*; 50: 399-402.
115. Shingfield KJ, Reynolds CK, Hervás G, Griinari JM, Grandison AS, Beever DE. (2006). Examination of the Persistency of Milk Fatty Acid Composition Responses to Fish Oil and Sunflower Oil in the Diet of Dairy Cows. *J Dairy Sci*; 89:714-732
116. Short RE, Bellow RA, Staigmiller RB, Berardinelli JG, Custer EE. (1990). Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *J Animal Sci*; 68:799-816.
117. Soca P, Rodríguez M, Olivera J, Villegas N, Clarmunt M. (2007). Efecto de la suplementación energética de corta duración y el destete temporario sobre el tamaño folicular y preñez temprana de vacas primíparas en anestro. XXXV Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú 7 al 9 de Junio. pp 303-305
118. Sotelo, F. (2006). ¿Cómo andan “reproductivamente” nuestros Tambos? Instituto Nacional de Mejoramiento Lechero. Disponible en: <http://www.mejoramientolechero.org.uy/articulos/comportamientoreproductivo.pdf>
f Fecha de consulta: 25/03/09
119. Spicer L, Alpizar JE, Echternkamp SE. (1993). Effects of insulin, insulin-like growth factor-I and gonadotropins on bovine granulosa cell proliferation, progesterone production, estradiol production, and (or) insulin-like growth factor-I production in vitro. *J Anim Sci*; 71:1232-1241
120. Staples CR, Burke JM, Thatcher WW. (1998). Influence of Supplemental Fats on Reproductive Tissues and Performance of Lactating Cows. Symposium: Optimizing energy nutrition for reproducing dairy cows. *J Dairy Sci*; 81:856–871.
121. Staples CR, Thatcher WW. (2001). Nutrient influences on reproduction of dairy cows. Disponible en: <http://www.txanc.org/proceedings/2001/NutrientReproductionDairyCows.pdf>
Acceso el: 27/02/09
122. Stegeman GA, Casper DP, Schingoethe DJ, Baer RJ. (1992). Lactational responses of dairy cows fed unsaturated dietary fat and receiving bovine somatotropin. *J. Dairy Sci*; 75:1936–1945.
123. Taylor VJ, Beever DE, Bryant MJ, Wathes DC. (2003). Metabolic profiles and progesterone cycles in first lactation dairy cows. *Theriogenology*; 59:1661-1677
124. Thatcher WW, Bilby T, Staples CR, MacLaren L, Santos J. (2004). Effects of polyunsaturated fatty acids on reproductive processes in dairy cattle. En: Proc. Southwest Nutr & Managmt Conf, Bioproducts, Inc. Pre-conference Symposium. Phoenix, AZ, 26 de febrero, 2004. pp 1-28
125. Thatcher WW, de la Sota RL, Schmitt EJ, Diaz TC, Badinga L, Simmen FA, Staples CR, Drost M. (1996). Control and management of ovarian follicles in cattle to optimize fertility. *Reprod Fertil Dev*; 8:203-217.
126. Thomas MG, Bao B, Williams GL. (1997). Dietary fats varying in their fatty acid composition differentially influence follicular growth in cows fed isoenergetic diets. *J Anim Sci*; 75:2512-2519

127. Tilley, J.M.A. and Terry, R.A. 1963. A two-step technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Br. Grass. Soc.* 18: 104-111.
128. Trama R, Landi H, Rubio R. (2000). Relación entre la condición corporal al parto, la producción láctea e inicio de la actividad sexual. XXI Congreso Mundial de Buiatria, XXVII Jornadas uruguayas de Buiatrias (Resúmenes). Punta del Este 4 al 8 diciembre, pp 35
129. Van Kneysel AT, Van den Brand H, Dijkstra J, Kemp B. (2007). Effects of dietary energy source on energy balance, metabolites and reproduction variables in dairy cows in early lactation. *Theriogenology*; 68(Suppl 1:S):274-280.
130. Vazquez-Añón M, Bertic S, Luck M, Grummer RR. (1994). Peripartum liver triglycerides and plasma metabolites in dairy cows. *J Dairy Sci*; 77:1521-1528.
131. Wales WJ, Kolver ES, Egan AR, Roche JR. (2009). Effects of strain of Holstein-Friesian and concentrate supplementation on the fatty acid composition of milk fat of dairy cows grazing pasture in early lactation. *J Dairy Sci*; 92:247-255.
132. Waltner SS, McNamara JP, Hillers JK. (1993). Relationships of body condition score to production variables in high producing cattle. *J Dairy Sci*; 76:3410-3419
133. Wathes DC, Cheng Z, Bourne N, Taylor VJ, Coffey MP, Brotherstone S. (2006). Differences between primiparous and multiparous dairy cows in the interrelationships between metabolic traits, milk yield and body condition score in the periparturient period. *Domestic Animal Endocrinology*; 33:203-225
134. Wherhan ME, Welsh TH, Williams GL. (1991). Diet-induced hyperlipidemia in cattle modifies the intrafollicular cholesterol environment, modulates ovarian follicular dynamics, and hastens the onset of postpartum luteal activity. *Biol Reprod*; 45:514-522
135. Whitaker, DA. (2004). Metabolic profiles. En: Andrews AH, Blowey RW, Boys H, Eddy RG. *Bovine Medicine: Diseases and Husbandry of cattle.* (Eds) 2a ed. Oxford, Blackwell Science; pp. 804-817.
136. Wittwer, F. (2000). Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. En: Gonzalez FHD, Barcellos J, Ospina Patiño H, Ribeiro LA. *Perfil metabólico em Ruminantes: Seu uso em nutrição e doenças nutricionais.* Porto Alegre, Univ Federal Rio Grande do Sul; pp. 9-22.
137. Zachut M, Arieli A, Lehrer H, Argov Nand, Moallem U. (2008). Dietary unsaturated fatty acids influence preovulatory follicle characteristics in dairy cows. *Reproduction*; 135:683-692
138. Zaffaroni R, Cernicchiar N, De Freitas J, Piaggio J, Suanes A, Huerta S, Gil A. (2003). Encuesta sobre características reproductivas y de manejo en establecimientos lecheros del Uruguay. XXXI Jornadas Uruguayas de Buiatria. Paysandú 12 y 13 de Junio, sección posters pp 123
139. Zanoniani R, Zibil S, Ernst O, Chilbroste P. (2003). Manejo del pastoreo y producción de forraje: resultados del monitoreo realizado durante el año 2003. Proyecto "Interacción Alimentación Reproducción" Informe Final. Cap. 3; pp 25-34.