

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON
SEMILLAS OLEAGINOSAS SOBRE EL REINICIO
DE LA CICLICIDAD OVÁRICA POSPARTO, LA
PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE DE
VACAS PRIMÍPARAS EN PASTOREO

por

Florencia DÍAZ
Ernst Martin KLAASSEN
Juan Pablo VIERA

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2009

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Alejandro La Manna

Ing. Agr. Ana Bianco

Ing. Agr. Ricardo Mello

Fecha: 23 de marzo de 2009.

Autores:

Florencia Díaz

Ernst Martin Klaassen

Juan Pablo Viera

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a nuestras familias por el apoyo brindado en forma incondicional durante todos estos años, sin el cuál no hubiese sido posible lograr este objetivo.

A Alejandro Mendoza, quien nos guió y acompañó paso a paso durante el trabajo de campo, apoyándonos en el día a día, habiendo realizado un aporte invalorable.

A la familia López, del tambo de INIA "La Estanzuela", por el ambiente de trabajo que nos brindó, haciendo mucho más llevadero el diario quehacer.

Agradecemos también a Daniel Cavestany, acompañando y apoyando durante las ecografías, siendo el director de este trabajo junto a Alejandro La Manna, quien nos guió durante la confección de este trabajo.

A todos aquellos con quienes compartimos gratos momentos durante nuestra estadía en Estanzuela.

A todos..... MUCHAS GRACIAS!

TABLA DE CONTENIDO

Página	
PÁGINA DE APROBACIÓN	
AGRADECIMIENTOS	
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	II
	III
<u>I. INTRODUCCIÓN</u>	VI
 II. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	 1
A. OBJETIVO	
B. DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN MAS COMUNES EN URUGUAY	3 3
C. USO DE FUENTES DE LÍPIDOS EN DIETAS DE VACAS LECHERAS	3 3
1. <u>Introducción</u>	
2. <u>Efecto sobre la reproducción</u>	6
3. <u>Efecto sobre el rúmen, consumo, producción y composición de leche</u>	6 7
a. Hidrólisis y saturación de lípidos en el rúmen	10
b. Consumo	
c. Producción	10
d. Composición de leche	12
D. UTILIZACIÓN DE LA SEMILLA DE GIRASOL COMO SUPLEMENTO EN DIETAS DE VACAS LECHERAS	12 13
1. <u>Efecto sobre el consumo de materia seca</u>	
2. <u>Producción de leche</u>	15
3. <u>Rendimiento y contenido de grasa láctea</u>	16
4. <u>Rendimiento y contenido de proteína láctea y otros sólidos</u>	17 18
5. <u>Efectos sobre el peso vivo</u>	
6. <u>Aspectos reproductivos</u>	20
E. UTILIZACIÓN DE LA SEMILLA DE SOJA CRUDA COMO SUPLEMENTO EN DIETAS DE VACAS LECHERAS	21 21
1. <u>Efecto sobre el consumo, producción y composición de leche, peso y cc, y características del reinicio de la ciclicidad ovárica posparto en vacas</u>	22
2. <u>Resumen</u>	
F. HIPÓTESIS	25

28
29

III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	30
A. UBICACIÓN DEL ENSAYO	30
B. ANIMALES Y TRATAMIENTOS	30
C. VARIABLES QUE SE MIDIERON	34
1. <u>En los animales</u>	34
a. Condición corporal	34
b. Peso vivo	35
c. Producción y composición de leche	35
d. Dinámica folicular y hormonas reproductivas	35
e. Consumo	36
2. <u>En los alimentos</u>	36
a. Disponibilidad de pastura	36
b. Valor nutritivo de los alimentos	36
D. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	37
IV. <u>RESULTADOS</u>	39
A. CONDICIÓN CORPORAL	39
B. CONSUMO	40
C. PRODUCCIÓN DE LECHE	41
D. LECHE CORREGIDA POR GRASA AL 4%	43
E. PORCENTAJE DE GRASA	44
F. PORCENTAJE DE PROTEÍNA	45
G. PERFILES METABÓLICOS	46
H. REPRODUCCIÓN	47
1. <u>Desarrollo folicular</u>	48
2. <u>Destino de la primera onda folicular</u>	48
V. <u>DISCUSIÓN</u>	49
VI. <u>CONCLUSIONES</u>	53
VII. <u>RESUMEN</u>	54
VIII. <u>SUMMARY</u>	55
IX. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	56

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Composición química de la semilla de girasol, con cáscara y entera, y de algunos suplementos comúnmente utilizados en la alimentación de vacas lecheras en Uruguay	16
2. Composición química de la semilla de soja cruda, con cáscara y entera, y de algunos suplementos comúnmente utilizados en la alimentación de vacas lecheras en Uruguay	23
3. Perfil de ácidos grasos de la semilla de soja cruda	24
4. Composición química de los alimentos utilizados en el parto	31
5. Dieta diaria ofrecida por animal en el posparto según tratamiento	31
6. Composición final del suplemento según tratamiento	32
7. Composición química del concentrado y granos	33
8. Composición química de praderas y silos	34
9. Resumen de las técnicas analíticas usadas para determinar la composición química de los alimentos	37
10. Consumo de concentrado (C) y ensilaje (E) para los tres tratamientos según semana de medición Características de la dieta final según tratamiento	40
11. Características de la dieta final según tratamiento	40

12. Producción de leche (L/vaca/día) durante las primeras 7 semanas posparto (C: Grupo Control, G: Grupo Girasol, S: grupo Soja)	41
13. Producción de leche corregida por grasa (LCG) al 4 % (L/vaca/día) según semana posparto (C: Grupo Control, G: Grupo Girasol, S: Grupo Soja)	43
14. Porcentaje de grasa en leche por semana	44
15. Porcentaje de proteína en leche por semana	45
16. Intervalo parto- 1ª ovulación y diámetro máximo del folículo dominante según tratamiento	48

Figura No.

1. Evolución de la CC durante los 21 días previos al parto y 35 días posteriores al mismo para los grupos control, girasol y soja	39
2. Producción de leche hasta el día 49 posparto para los grupos control, girasol y soja	42
3. Producción de leche corregida por grasa	44
4. Evolución plasmática de ácidos grasos no esterificados	46
5. Evolución del nivel de colesterol en sangre	47

I. INTRODUCCIÓN

En Uruguay aproximadamente el 50% de los partos se concentran durante otoño e inicio de invierno (Rovere et al., 2002), por lo que el inicio de la lactancia, una etapa de altos requerimientos nutricionales, transcurre durante un período en el que la oferta de pastura es más escasa, por lo que se hace necesario recurrir a la suplementación con concentrados y/o forrajes conservados (Acosta, 1997).

Estudios realizados en nuestro país reportaron que en condiciones de pastoreo, las vacas de partos de otoño se adaptan con dificultad al inicio de la lactancia, lo que compromete tanto su producción en el resto de la misma y retrasa el reinicio de la ciclicidad ovárica posparto (Ibarra y Chilbroste 2003, 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 vaca lactante, lo que se ve reflejado en perfiles metabólicos (Cavestany et al., 2005) y endócrinos (Meikle et al., 2004) más desbalanceados respecto a las vacas adultas.

La inclusión de lípidos en la dieta de vacas lecheras en pastoreo es una práctica cuya frecuencia se ha ido incrementando en los últimos tiempos, debido entre otras razones, a la posibilidad de incrementar la densidad de energía de la dieta (Schroeder et al., 2004). Por otra parte, la inclusión de fuentes de lípidos, en especial con alta proporción de ácidos grasos poliinsaturados, podría tener efectos positivos sobre distintos procesos reproductivos en hembras bovinas, entre ellos el desarrollo y crecimiento de folículos ováricos (Staples et al., 1998), que eventualmente podrían conducir a un reestablecimiento más rápido de la actividad luteal posparto (Wehrman et al. 1991, Beam y Butler 1997).

La semilla de girasol es un alimento con una alta densidad de energía, proteína y grasa (con un perfil fuertemente poliinsaturado), que puede ser incluido hasta 1,4 kg (6,5%) en la dieta de vacas lecheras en pastoreo a inicio de lactancia sin efectos adversos sobre el consumo, la producción o composición de leche (Castro et al., 2007).

Adicionalmente, las vacas primíparas suplementadas con semilla de girasol tuvieron su primera ovulación posparto unos 20 días antes que las no suplementadas, aunque esto no fue observado en las vacas multíparas (Castro et al., 2007). Si bien la causa de esta respuesta no pudo ser dilucidada, no estuvo vinculada con cambios en la concentración plasmática de colesterol o de IGF-I, dos posibles mediadores de los efectos de los lípidos sobre la dinámica folicular (Wehrman et al. 1991, Thomas et al. 1997).

La semilla de soja es una oleaginosa que, como el girasol, tiene una elevada concentración de energía, proteína y grasa (20%), y que podría constituir un suplemento adecuado para incluir en la dieta de vacas lecheras en pastoreo a inicio de lactancia. Su contenido de grasa, con un perfil altamente insaturado, podría tener efectos positivos sobre el reinicio de la ciclicidad ovárica posparto del mismo modo que el girasol, pero mientras en esta última oleaginosa la cáscara disminuiría la hidrogenación en el rumen de los ácidos grasos potencialmente beneficiosos sobre la reproducción, en el caso de la soja sus cubiertas son más degradables y por tanto el pasaje de dichos ácidos grasos hacia el resto del tracto gastro-intestinal (y de allí a los tejidos reproductivos) sería menor.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. OBJETIVO

Evaluar el efecto de las semillas de girasol y soja, enteras, sobre la producción y composición de leche, condición corporal, reinicio de la actividad luteal posparto y concentración plasmática de metabolitos.

B. DESCRIPCION DE SISTEMAS DE PRODUCCION DE LECHE MÁS COMUNES EN URUGUAY

A diferencia de los países de la región, el sector lechero en Uruguay depende casi exclusivamente de las exportaciones.

En el país hay unas 888 mil ha dedicadas directamente a la lechería, con un promedio de 136 hectáreas por predio, distribuidas en 6547 explotaciones (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2000). Un 86% de la leche se obtiene en un 53% de las explotaciones que se vinculan exclusivamente con las industrias procesadoras, en tanto que otros 1400 tambos donde se genera un 7.4% de la producción elaboran diversos productos en el predio.

Los que remiten producen en promedio unos 900 lt por día, los que elaboran 190 lt y 52 lt los que venden directamente. El tamaño medio de las explotaciones con lechería comercial es de 189 hectáreas, valor que en términos generales se podría calificar como adecuado para una actividad de base pastoril (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2003). Este parámetro ha registrado un incremento del 25% respecto al censo 1990, cuando se ubicaba en 151 hectáreas. Asimismo, se presenta una marcada tendencia a la desaparición de productores remitentes con superficies de explotación menores a 50 hectáreas aproximadamente 400 productores menos en los últimos 10 años.

La propiedad es la forma predominancia de tenencia de la tierra, tanto para el total (57% de la superficie) como

para los diferentes tramos de tamaños, mientras el arrendamiento ocupa el segundo lugar en importancia ya que alcanza el 36% del total (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2003).

En Uruguay los sistemas de producción de leche se basan en el pastoreo directo de pasturas de gramíneas y leguminosas, anuales y perennes, sembradas puras o en mezcla. En porcentajes, el campo natural ocupa una porción mayor en los predios chicos donde alcanza el nivel más alto (52%), comportándose de manera inversa a las pasturas mejoradas. Estas últimas, que son un componente importante de todos los estratos, aumentan en el mismo sentido que el tamaño, con un mínimo del 32% en los chicos y un máximo del 51% en el tramo entre 500 y 999 ha (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2003).

El promedio es de 115 animales por explotación y aumenta con la superficie total, de 13 cabezas en el tramo menor hasta las 707 cabezas en el grupo con más de 1000 hectáreas (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2003).

Con el aumento de escala se aumenta la producción total, manteniéndose la productividad por hectárea (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2003).

Desde mediados de la década del setenta dio comienzo a una etapa de marcado dinamismo del sector, en especial su base agropecuaria, que lo ha caracterizado prácticamente hasta la actualidad. El crecimiento de la fase pecuaria fue esencialmente a través del aumento de la productividad total (723 millones de litros en 1975 y 1.431 millones en el 2002) y en la producción individual por vaca en ordeño (2054 litros/año en 1998 vs. 2810 litros/año en el 2005). Gran parte del aumento de materia prima que reciben las industrias fue canalizado comercialmente hacia el mercado exterior, con volúmenes que en los últimos años significaron más de la mitad del total de recibido. A su vez el consumo interno de leche fluida pasteurizada ha tenido escasa variación en el tiempo y que lo ha llevado a ir perdiendo importancia relativa en razón del aumento en el recibo de leche.

Una visión retrospectiva de los últimos 30 años, que se inicia en la década del 70' coincidiendo con el comienzo de la denominada "Segunda Expansión" de la lechería uruguaya, permite señalar los principales cambios operados en el período:

i) estabilidad en el número de explotaciones hasta 1986, con posterior y continuo descenso (quedó un 26% por debajo en el 2000);

ii) aumento de animales lecheros durante la primer y última década, estando la cantidad final un 29% por encima del inicial;

iii) permanente incremento de la producción de leche (tasa anual del 4.03% y el volumen final fue 3.3 veces superior al de inicio);

iv) importantes variaciones en la proporción de vacas masa, siendo el 59% del stock en el 2000;

v) un aumento en el "tamaño lechero" medio de las explotaciones medido tanto en animales en producción como en cantidad de producto obtenido (en el término de tres décadas aumentaron 54% las vacas masa y cuadruplicó la cantidad de leche);

vi) importantes mejoras de la eficiencia productiva por cada animal y unidad de tierra utilizada. La cantidad de leche por vaca masa más que duplica en el período, mientras para la productividad global por hectárea basta señalar que tan solo en la última década se logró un incremento del 61% (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2003).

Se ha registrado un aumento del consumo de concentrados y reservas forrajeras, pero la base del sistema de alimentación sigue siendo pastoril (Chilibroste, 2002) por lo que la producción de leche acompaña la correspondiente curva de oferta de las pasturas y determina por tanto que su distribución no resulte uniforme a lo largo del año. La disponibilidad de forraje durante otoño e invierno disminuye debido a la menor tasa de crecimiento de

las pasturas en estas estaciones y porque en muchos casos las pasturas anuales invernales aún no se han sembrado (Ernst, 2004) o no han acumulado suficiente biomasa que permita un adecuado pastoreo (Chilibroste, 2002). Sumado a que Alrededor del 50% de las vacas paren durante el otoño y comienzo del invierno (Oleggini, 2002), la restricción energética pone en riesgo el mantenimiento de condición corporal y por lo tanto, se hipoteca la posibilidad de lograr un intervalo entre partos aceptable, lo que hace indispensable el uso de sustitutos energéticos durante la lactancia temprana. El consumo de energía durante esta época puede ser limitante para permitir un pronto reinicio de la ciclicidad ovárica PP, particularmente en vacas primíparas (Meikle et al., 2004).

La calidad de la leche también ha mostrado mejoras durante los últimos años, siendo este un atributo que debe tener el producto -materia prima- desde que sale del tambo, para permitir elevar tanto la eficiencia de la industria, como para atender la creciente exigencia que ponen los consumidores.

Desde 1996 en el país quedó establecido que toda la leche que fuera a bonificarse por calidad debería ser medida y clasificada mediante análisis de laboratorio (recuento microbiano y células somáticas) similares entre empresas (clases de leche de acuerdo a niveles preestablecidos).

C. USO DE FUENTES DE LÍPIDOS EN DIETAS DE VACAS LECHERAS

1. Introducción

Las vacas, al inicio de la lactancia, sufren un importante balance energético negativo (BEN). Este BEN provoca que se prolongue en el tiempo el período desde el parto hasta la primer ovulación; como forma de levantar dicha restricción se propone el suministro de grasas (Thatcher y Staples, 2000). La incorporación de grasa en la dieta ha sido estudiada para mejorar la reproducción de

animales en lactación. Se manejan dos tipos de argumentaciones: 1) el suministro de grasa previene la pérdida de peso corporal; 2) suministrando grasa aumenta el nivel de colesterol en sangre, el cual es un importante precursor para la síntesis de progesterona (Grummer y Carroll, 1991a), debido a que aumenta el tamaño del folículo dominante, y por ende se obtiene un cuerpo lúteo también más grande. Esta mayor concentración de progesterona en animales previo a la inseminación o al servicio está asociada a un mayor nivel de fertilidad (Thatcher y Staples, 2000).

2. Efecto sobre la reproducción

El reinicio de la ciclicidad ovárica post-parto se encuentra afectado por la raza, la edad, el número de parto, el estado nutricional, los cambios de peso durante el puerperio, las enfermedades perinatales, el amamantamiento y la producción de leche, entre otros. El inmediato reinicio de la actividad ovárica post-parto facilita las posibilidades de que el animal presente un intervalo corto entre el parto y la concepción, y de esa manera, se pueda aumentar el rendimiento de producción de leche durante su vida productiva. En general, las vacas lecheras reinician su actividad cíclica alrededor de los 30 días del parto, aunque la manifestación del celo puede pasar desapercibida (Hafez 1987, Arthur 1991). El reinicio de la actividad ovárica está regulado por el eje hipotálamo-hipófisis-gónada, en base a un adecuado balance endocrino y al reestablecimiento de la funcionalidad uterina (Friend, 1991).

Uno de los aspectos más críticos para lograr un adecuado rendimiento productivo y reproductivo en un establecimiento, es la atención detallada del manejo y la alimentación durante el marco de 6 semanas centrado alrededor del período en que las vacas paren e inician nuevas lactancias (Chandler, 1992). Muchos productores tienen la costumbre de dedicar un esfuerzo mínimo al manejo nutricional de las vacas secas. Como estas no están aportando leche, las insuficiencias nutricionales no parecen tener efectos negativos en la rentabilidad del

tambo. Sin embargo, si la nutrición de las vacas secas es subóptima ocurrirá un efecto económico negativo en la próxima lactancia. Los efectos potencialmente negativos van más allá del riesgo incrementado de enfermedades metabólicas e incluyen la disminución del consumo de materia seca durante la lactancia, una baja producción de leche y un pobre comportamiento reproductivo en la siguiente lactancia.

Los requerimientos nutricionales cambian abruptamente en el parto con el rápido aumento de la producción de leche y la entrada de las vacas en BEN. La severidad y duración del BEN está primariamente relacionada con el consumo de materia seca y calidad de la misma, el cual a su vez está asociado con la condición corporal en el momento del parto. El BEN durante las primeras 3-4 semanas posparto está altamente correlacionado con los días a la primera ovulación. Así, un pequeño retraso en la primera ovulación está positivamente asociado con un incremento del período de servicio. Es por esto que la duración del intervalo entre el parto y la primera ovulación representa una importante interacción de la condición energética del animal con su comportamiento reproductivo (Butler, 2000b).

En diferentes trabajos se ha reportado que la magnitud del BEN, durante las tres primeras semanas de lactación, está altamente correlacionada con el intervalo desde el parto hasta la primera ovulación (Saloniemi 1993, Butler 2000b). Butler y Smith (1989) aseguran que la primera ovulación ocurre aproximadamente 10 días después del máximo balance energético negativo y cerca del pico de lactación. En el momento de la ovulación el balance energético es aún negativo, pero está retornando hacia el balance positivo. En estudios con vacas controladas individualmente durante 12 semanas después del parto, con un balance energético negativo (BEN) o positivo (BEP) y una correspondiente diferencia en la producción de leche, se ha demostrado un comportamiento reproductivo también diferente. En el primer ciclo estral han ovulado sólo el 16,7 % de las vacas en BEN y el 60 % de las vacas en BEP. En el segundo ciclo estral la ovulación fue de 66,7 y 80 %, respectivamente. Una correspondiente respuesta se ha observado en el control de la progesterona en sangre, con marcadas diferencias entre

las vacas en BEN y en BEP en el primer ciclo estral, que fueron menos evidentes en el segundo ciclo (Cappa, 1993).

El promedio del intervalo parto a primera ovulación debe ser de 20 días en las explotaciones lecheras (Canfield y Butler 1991, Dick 1998). El largo periodo de inactividad ovárica después del parto es una de las principales limitantes de la eficiencia reproductiva en vacunos.

Es sabido que el intervalo parto - concepción (IPC, también llamado días abiertos, es un índice valioso que refleja la eficiencia en la detección del estro y la fecundidad de la hembra, por lo que la duración de anestro anovulatorio post-parto toma una relevancia significativa.

Según Fredriksson et al. (1990), con el diagnóstico de la eficiencia reproductiva de los animales en ordeño se pueden pronosticar, sobre bases científicas, el futuro desempeño reproductivo y productivo de la explotación lechera. El mantenimiento de una alta eficiencia reproductiva en el manejo del rodeo lechero es indispensable para alcanzar su rentabilidad en el corto y mediano plazo. Esto se manifiesta al comprobar que una buena eficiencia reproductiva permite incrementar la producción de leche por día de vida del rodeo y aumentar el número de terneros por vaca. Asimismo se logra disminuir los costos asociados con el mantenimiento de vacas secas, las pérdidas de producción debidas a problemas de parto, las consultas veterinarias, los costos de inseminación y el descarte de vacas por fallas reproductivas (Wattiaux, 1998). Por último, incrementa la tasa de ganancia genética al permitir descartar vacas por baja producción en vez de hacerlo por problemas reproductivos (Wattiaux, 1998).

Es evidente que existen determinados indicadores que, necesariamente, deben ser los más utilizados en la valoración de la eficiencia reproductiva del rebaño, ya que son los más eficaces y de menor complejidad para su obtención o cálculo, a la vez que se han validado científicamente en el diagnóstico reproductivo. No obstante a que existen varios índices, se proponen, en varios estudios, tres que expresan adecuadamente la eficiencia reproductiva global del rodeo lechero. Entre estos

indicadores más usados se encuentran: el intervalo parto-parto (IPP), el intervalo parto-primer servicio (IPS) y el intervalo parto-gestación (IPG) (Blanco, 2000). Por lo tanto un rápido reinicio de la actividad ovárica pos-parto permite lograr buenos coeficientes en estos índices, con el consecuente beneficio para el establecimiento.

Minimizar el intervalo entre el parto y la primera ovulación, a través de la reducción de la magnitud del BEN, proporciona el tiempo suficiente para la terminación de múltiples ciclos ováricos antes de la inseminación, lo que a su vez mejora la tasa de concepción, mejorando la performance reproductiva del rodeo (Butler y Smith, 1989).

La alimentación es la principal causa que limita el comportamiento reproductivo de las vacas lecheras. La interacción de la nutrición con la reproducción de las vacas involucra los dos componentes más importantes de la dieta: la energía y la proteína, y su balance con relación a los requerimientos de los animales para la obtención de una alta producción de leche. Las deficiencias y excesos, tanto de energía como de proteína, lo mismo antes que después del parto, tienen una fuerte repercusión en la fertilidad y el mantenimiento de la gestación.

3. Efectos sobre el rumen, consumo, producción y composición de leche

a. Hidrólisis y saturación de lípidos en el rumen

En el rumen, la mayoría de los lípidos son hidrolizados. La velocidad de hidrólisis ruminal esta directamente relacionada con el grado de instauración (Palmquist y Kinsey, 1994). El enlace entre los ácidos grasos y el glicerol se rompe dando origen a glicerol y tres ácidos grasos. El glicerol se fermenta rápidamente para formar ácidos grasos volátiles. Los ácidos grasos insaturados libres son posteriormente saturados por hidrogenasas producidas por bacterias y protozoarios. En el caso del ácido linoléico, cis-9, cis-12 ácido octadecadienoico, el primer paso de la hidrogenación es la

isomerización a cis-9, trans 11 ácido octadecadienoico (ácido ruménico), conocido como ácido linoléico conjugado (CLA) (Drackley et al., 2001). La mayor parte del CLA producido en el rumen es hidrogenado a trans 11 ácido octadecenoico (ácido vaccénico) y luego a ácido esteárico. Sin embargo, cantidades variables de isómeros trans y de CLA pueden escapar a la hidrogenación ruminal y ser absorbidos en el intestino delgado pudiendo ser incorporados a la leche (Drackley et al., 2001).

Los ácidos grasos libres en el rumen tienden a unirse con partículas de alimentos y microbios para prevenir más fermentación, especialmente de los carbohidratos fibrosos. Exceso de lípidos en la dieta (> 8%) pueden tener un efecto negativo en la producción de leche y el porcentaje de grasa en la leche. Aproximadamente entre un 60 y 90% de los ácidos grasos insaturados son biohidrogenados en el rumen antes de llegar al intestino delgado para ser absorbidos (Murphy et al., 1987). Los lípidos no saturados tienen un efecto más negativo que los saturados. Sin embargo, los lípidos pueden ser "protegidos" para reducir su tasa de hidrólisis y hacerlos menos reactivos en el rumen. La cobertura (cáscara) de semilla tiende a proteger los lípidos dentro de las semillas y hacerlos menos accesibles a la hidrólisis ruminal comparado con la grasa de origen animal (Wattiaux, 1995). Se han planteado distintas hipótesis acerca de cómo afecta un exceso de lípidos el consumo voluntario; por un lado, un exceso de lípidos a nivel del rumen puede tener efecto negativo sobre los microorganismos celulolíticos, afectando la digestión de la fibra por lo que se enlentecería la tasa de pasaje aumentando el tiempo de retención del alimento en el rumen, lo que haría disminuir la capacidad de consumo, dicho efecto actuaría negativamente reorientando la producción de ácidos grasos volátiles desde ácido acético y butírico a ácido propiónico, especialmente en dietas con alta proporción de concentrados ricos en almidón. Además bajo ciertas condiciones la suplementación con lípidos puede alterar las vías normales de hidrogenación, que deriva en la producción de ciertos ácidos grasos trans, que son potentes inhibidores de la síntesis de grasas en la glándula mamaria, como el trans-10, cis-12 ácido octadienoico (Bauman y Griinari, 2003) Por otro lado, otra

hipótesis plantea que lípidos (principalmente insaturados) promoverían la producción de colecistoquinina (CCK), hormona que tiene efecto depresor sobre el consumo (Allen, 2000).

b. Consumo

La clave para conseguir rendimientos óptimos con rumiantes en lactación esta en mantener estable el funcionamiento del rumen, lo que se consigue mediante un consumo adecuado de forraje de alta calidad. Mantener la digestión ruminal estable supone mantener niveles altos de consumo de alimento y de digestión de la fibra, acidosis baja, relación acético: propiónico óptima y óptima biohidrogenación ruminal de los ácidos grasos insaturados.

Las vacas no deben ser alimentadas con más de 0,45 kg./día de lípidos en adición a los lípidos presentados en los alimentos rutinarios. Esta cantidad se traduce en un total de casi 6-8% lípidos en la dieta antes de que se produzcan efectos negativos. La producción de leche es maximizada cuando los lípidos corresponden al 5% de la MS de la dieta. Más lípido en la dieta usualmente reduce la proteína en leche en un 0,1% aproximadamente (Wattiaux y Grummer, 2000), en particular a nivel de la fracción caseína. Además un exceso de lípidos puede reducir la ingestión de alimentos, producción de leche y la composición de la grasa en la leche. El efecto sobre la grasa es variable, dependiendo del tipo de lípidos utilizados (Doreau y Chilliard, 1997). En otros estudios se determinó que aunque el consumo puede verse disminuido, los ácidos grasos insaturados aumentan la producción de leche y la eficiencia de la alimentación de vacas lecheras de alta producción (Block et al., 2004).

c. Producción

La respuesta en producción de leche debido al consumo de lípidos depende de muchos factores, como la etapa de lactancia, las características de la dieta base, o la

fuentes de lípidos que se ofrezca (NRC, 2001). Chilliard (1993) señala que la leche corregida por grasa (LCG) a inicio de lactancia de vacas suplementadas con lípidos se incrementó 0,31 kg. /vaca respecto a vacas comiendo dietas control, aunque dicho incremento no fue significativo. Palmquist (1984) obtuvo que la adición de 0,5 kg de grasa aumentaría la producción de leche hasta un 10%. Por otra parte, Grummer (1992) señaló que el suministro de 0,5 kg de grasa aumentaba la producción de leche corregida en 1,3 kg para vacas primíparas. Cuando un 5% de grasa fue añadida a dietas al comienzo de lactación como soja integral tostada (Rueggsegger y Schultz, 1985), la producción de leche fue más baja que la de los controles hasta las 5 ó 6 semanas de lactación, lo que pareció deberse al menor consumo de MS en las dietas suplementadas con grasa. En ambos ensayos las vacas alcanzaron picos de producción más altos pero estos se produjeron 2 semanas más tarde que para el grupo control, asimismo la persistencia de producción de leche mejoró para las vacas que recibieron grasa. Ferguson et al. (1990) reportaron que el principal efecto en vacas en primera lactación era la mejora de la persistencia de la curva de lactancia. Por otra parte, Schroeder et al. (2004) revisaron ensayos de suplementación con lípidos de vacas lecheras en pastoreo y reportaron un aumento de la producción de leche cuando se utilizaron fuentes de lípidos saturados pero no hubo diferencias cuando fueron insaturados. Esa falta de respuesta de la producción de leche a inicio de lactancia o cuando se ofrecen lípidos insaturados puede deberse a los efectos negativos que los lípidos ejercen sobre el consumo.

d. Composición de leche

La respuesta en producción y % de grasa a la suplementación con lípidos depende en gran medida del balance entre la mayor captación de ácidos grasos por la glándula mamaria, y la reducción de la síntesis de novo de ácidos grasos (Schroeder et al., 2004). A su vez este balance está asociado con la cantidad y grado de saturación de los lípidos ofrecidos, no existiendo efectos adversos sobre el consumo, la producción o calidad de leche cuando los lípidos no superan el 5% de la MS de la dieta

(Palmquist y Jenkins 1980, NRC 2001). Palmquist y Jenkins (1980) reportaron que la inclusión de lípidos protegidos podría tener un efecto positivo sobre el tenor graso de la leche, ya que al no estar expuestos a la acción microbiana se evitaría la formación de compuestos inhibidores de la síntesis de novo de los ácidos grasos, provocando la transferencia de los mismos hacia la grasa láctea.

La concentración de ácidos grasos no esterificados (NEFA) en plasma es casi siempre alta en vacas suplementadas con grasa (Grummer y Carroll, 1991a). La síntesis de novo de ácidos grasos por parte de la glándula mamaria está disminuida cuando se suplementa con grasa (Grummer, 1991b). Aproximadamente la mitad de la grasa de la leche deriva de la captación de ácidos grasos por la glándula mamaria. Al haber un incremento de los ácidos grasos de cadena larga (más de C16) en la dieta, se incrementa su secreción en la leche, pero también disminuye la síntesis de ácidos grasos de cadena corta y media en el tejido mamario (Wattiaux y Grummer, 2000). Esto ocurre por una menor proporción de acetato y butirato en la mezcla de AGV producidos, o bien por inhibición de la síntesis de novo a nivel de la glándula mamaria mientras que la secreción de ácidos grasos de C16 y C18 se ve aumentada (Doreau y Chilliard, 1997).

La leche y sus subproductos contribuyen en un 30% del consumo total de grasa en humanos y comúnmente solo un 4% de los ácidos grasos de la leche son insaturados (Mansbridge y Blake, 1997). Esta proporción puede ser modificada al incluir vegetales o aceites en la dieta del ganado (Wrenn et al. 1976, Schingoethe et al. 1996). Estos aceites incluyen variadas cantidades de las dos familias de PUFAs esenciales, los que son derivados del ácido linoleico y α -linolénico. La posibilidad de modificar la composición de los ácidos grasos de la leche a través de la alimentación de las vacas es útil para obtener productos lácteos diferenciados capaces de mejorar significativamente su calidad dietética, su imagen ante los consumidores y por consiguiente su valor comercial. El consumo de carne y leche proveniente de rumiantes representa la principal fuente natural de ácido linoleico conjugado (CLA) para el ser humano. Los rumiantes poseen la habilidad de extraer

compuestos de las pasturas y transferirlos al producto final para la alimentación humana (carne o leche). Esta habilidad natural en los rumiantes puede ser aumentada mediante estrategias de alimentación, a través de un incremento en las concentraciones basales de CLA en la leche. En lo que respecta a Uruguay, no hay información acerca de la concentración de CLA en la leche producida en nuestros sistemas productivos. La forma biológicamente activa de los CLA está representada por el isómero cis-9, trans-11 del ácido linoleico, compuesto que representa más del 90% de los CLA. Los compuestos denominados CLA representan productos intermedios en la hidrogenación ruminal del ácido linoleico (cis-9, cis-12 C18:2) a ácido esteárico (C18:0). Los CLA se originan en el rumen por biohidrogenación parcial y en forma endógena en el tejido adiposo.

D. UTILIZACIÓN DE LA SEMILLA DE GIRASOL COMO SUPLEMENTO EN DIETAS DE VACAS LECHERAS

La semilla de girasol es un alimento muy interesante para incorporar a la dieta de vacas lecheras de alta producción, ya que combina una muy alta densidad energética con una interesante concentración de proteína, al tiempo que aporta una adecuada cantidad de fibra.

La semilla de girasol es un alimento que aporta distintos nutrientes en grandes cantidades, en algunos casos por encima de las necesidades de vacas de alta producción de leche. Ésta semilla debe su densidad calórica al elevado contenido de grasa que posee (41 a 48 %). Por otra parte, y a diferencia de la mayoría de los suplementos energéticos que típicamente son bajos en proteína, la semilla de girasol presenta niveles que duplican los del grano de maíz y superan los del afrechillo de trigo. Cuando se le extrae la grasa a la semilla, el producto resultante (harina de girasol), si bien presenta un alto contenido de proteína, aporta relativamente poca energía.

Cuadro No. 1. Composición química de la semilla de girasol, con cáscara y entera, y de algunos suplementos comúnmente utilizados en la alimentación de vacas lecheras en Uruguay

	Semilla girasol		Grano maíz seco	Harina girasol	Afrechill o trigo
	MEDIA	CV (%)			
% MS	92,5	2,2	87,8	90,8	89,5
% PC	18,9	8,5	9,2	36,3	17,2
% EE	44,0	5,8	6,1	2,3	4,73
% FDN	26,2	9,5	10,6	25,7	35,47
% FDA	19,1	8,6	3,5	37,0	12,83
% Cenizas	3,9	16,6	3,0	7,4	5,55
% Lignina	6,0	11,4	0,9	9,5	3,0
% Ca	0,32	68,1	0,04	0,48	0,13
% P	0,56	14,9	0,46	0,83	0,68
Mcal EM/kg MS	4,57	5,3	3,26	2,29	2,86
Mcal ENL/kg MS	2,96	11,1	1,96	1,43	1,72

La cubierta externa de la semilla de girasol es de baja calidad, pero exige que el animal mastique, lo cual favorece la salivación. Por otra parte, esa cubierta impide una rápida salida de los ácidos grasos poliinsaturados de la semilla hacia el rumen, lo que evita que puedan interferir con la actividad de los microorganismos.

1. Efecto sobre el consumo de materia seca

En la mayoría de los experimentos revisados que utilizaron semilla de girasol como suplemento lipídico, el consumo de materia seca (CMS) no fue afectado, incluso cuando se la incluyó en la dieta hasta un 12 % (Rafalowski y Park, 1982), o con distinto tipo de procesamiento (M^cGuffey et al., 1982). Si bien la grasa, y en particular la grasa poliinsaturada, puede reducir el consumo voluntario a través de diversos mecanismos (Allen, 2000), cuando se ofrece en cantidades no excesivas o se da bajo la forma de semillas oleaginosas con bajo nivel de procesamiento, es posible reducir la velocidad de liberación de los ácidos grasos (Mohammed et al., 1988),

con lo cual se impediría la acumulación de señales que potencialmente podrían deprimir el consumo.

Cuando se molió la semilla de girasol y se incorporó a la dieta de vacas lecheras, sustituyendo parcialmente al grano de maíz, se registró un menor consumo de pastura y de materia seca total (Gagliostro et al., 2004a). Por otra parte, Anderson et al. (1984) reportaron un menor CMS total cuando se incluyó semilla de girasol entera al 12 % de la dieta, comparado con la inclusión de semilla de algodón o poroto de soja extrusado. Probablemente en este caso el efecto negativo provino por la cantidad de semilla utilizada. Además, la necesidad de masticar la cubierta externa de la semilla por parte del animal puede ocasionar que la grasa sea liberada a una tasa tal que igualmente genere señales que afecten negativamente el CMS (White et al., 1987b).

En experimentos con diferentes niveles de inclusión de semilla de girasol entera o con algún tipo de procesamiento, se han reportado resultados dispares, tanto en disminuir el CMS como no afectarlo (McGuffey et al. 1982, Finn et al. 1985).

Se puede concluir que no habría efectos negativos sobre el CMS por el agregado de hasta 4 % de grasa adicional bajo la forma de semilla de girasol (entera o con algún tipo de procesamiento moderado), equivalente a una proporción no mayor a 9 - 10 % de la dieta, y/o en la medida en que no se supere un 6 % de EE en la dieta completa.

2. Producción de leche

De los experimentos revisados, solamente en cinco de ellos hubo una disminución de la producción de leche, bien cuando se comparó a la semilla de girasol con otras fuentes de grasa no protegidas (Anderson et al. 1984, Petit et al. 2004) o protegidas (Petit, 2003), o cuando sustituyó a fuentes de almidón (Gagliostro et al., 2004a). En general, la respuesta en producción de leche ante el añadido de

grasa es de tipo cuadrática, donde una moderada cantidad de grasa puede estimular la producción y un exceso deprimirla. El rango donde ocurren los beneficios disminuye a medida que la grasa es más insaturada y/o no está protegida, debido a que hay más probabilidad de afectar negativamente la microflora ruminal, lo que puede conducir a una disminución de la digestibilidad de los nutrientes (Jenkins, 1998). La suplementación con semilla rolada de girasol común (rica en ácido linoleico) al 9 % de la dieta tendió a disminuir la producción de leche, asociado a un CMS también numéricamente inferior; sin embargo, ello no ocurrió cuando se utilizó semilla rolada alta en ácido oleico, lo que confirma que los efectos negativos de la grasa son mayores a mayor nivel de insaturación de la misma (Casper et al., 1988).

En general, la producción de leche no se modificó debido a la suplementación de semilla de girasol en comparación a tratamientos testigos, e incluso aumentó, por ejemplo, cuando se la incluyó entera hasta un 4,4 % de la dieta (EE = 4,2 %); sin embargo, niveles de 7 y 12 % en la dieta (que exploraban rangos de EE de entre 4,9 y 6,3 %, respectivamente) causaron una disminución (no significativa) de la producción (Rafalowski y Park, 1982). Shingoethe et al. (1996) también observaron una mejora cuando se incluyó semilla de girasol rolada en un 7.5 % de la dieta. Esto es coincidente con lo ya señalado, donde cantidades moderadas de grasa pueden aumentar la secreción de leche, hasta un punto a partir del cual no se incrementa más aún cuando se siga añadiendo grasa, para finalmente disminuir cuando se supera el límite tolerable (Jenkins, 1998).

3. Rendimiento y contenido de grasa láctea

La síntesis de grasa láctea fue afectada negativamente cuando se incluyó semilla de girasol entera (sin tostar o tostada) en un 8 % de la dieta, respecto a una dieta control (Sarrazin et al., 2004).

El procesamiento de la semilla en algunos casos también ha provocado una disminución en la secreción de grasa en la leche, como es el caso de AbuGhazaleh et al. (2003), cuando compararon girasol quebrado (alto C 18:1 y alto C 18:2, en ambos casos al 4,5 % de la dieta) respecto a otras fuentes de lípidos. Una tendencia similar se reportó cuando se utilizaron otros tipos de procesamiento de la semilla de girasol. Gagliostro et al. (2004a) encontraron una tendencia a una menor producción de grasa cuando se sustituyó parte del grano de maíz del concentrado por semilla de girasol molida. Interessantemente, la no protección de semilla de girasol entera disminuyó la síntesis de grasa cuando se incluyó al 15 % de la dieta (Petit, 2003). Por otra parte, cuando se utilizó aceite de girasol como fuente lipídica en cantidades pequeñas de menos de 4 % de la dieta total, se deprimió la producción de grasa láctea respecto al control y otra fuente de grasa, tanto si el aceite era rico en C 18:1 o 18:2 (Kalscheur et al., 1997).

En el resto de los experimentos la síntesis de grasa láctea no fue afectada por la inclusión de girasol en la dieta, experimentos en los que se utilizó tanto semilla entera hasta en un 12 % de la dieta (Rafalowski y Park, 1982) o semilla rolada en un 10 % (McGuffey et al., 1982), con distinta composición de ácidos grasos (Casper et al., 1988).

En la mayoría de los casos en que hubo una disminución de la producción de leche respecto a un tratamiento de comparación, también hubo una reducción en la secreción de grasa (Anderson et al. 1984, Petit 2003). Hubo experimentos como los de Finn et al. (1985) o Drackley et al. (1986) en los que si bien no hubieron diferencias significativas ni en producción de leche o grasa, sí se detectaron respecto a porcentaje de grasa. El único caso en el que ocurrió un aumento del contenido graso en leche fue en el experimento de White et al. (1987), en el que los "testigos" habían utilizado aceite de girasol, lo cual había deprimido fuertemente a aquél.

Con respecto a la producción de LCG, en varios experimentos se observó una depresión en este parámetro,

asociado o bien a una menor concentración de grasa (Casper et al. 1988, AbuGhazaleh et al. 2003) o a una menor producción de leche (Petit 2003, Petit et al. 2004) o a ambas (Anderson et al., 1984). En el ensayo realizado por Rafalowski y Park (1982) hubo un incremento en producción de LCG respecto al control cuando se incluyó semilla de girasol entera hasta un 4,5 % de la dieta, pero por encima de este nivel no hubieron diferencias con aquél.

4. Rendimiento y contenido de proteína láctea y otros sólidos

La suplementación con girasol no modificó la síntesis de proteína láctea en la mayor parte de los experimentos citados en la literatura, aunque sí en otros. Por ejemplo, Petit et al. (2004) reportaron una menor secreción de proteínas cuando suplementaron vacas lecheras con semilla entera de girasol al 10 % de la dieta, respecto a otras fuentes grasas, aunque comparado al control, no hubieron diferencias estadísticas. En otro ensayo, el rendimiento de proteína fue inferior cuando se utilizó semilla de girasol entera (12 % de la dieta) respecto a cuando se utilizó semilla de algodón o poroto de soja extrusado (Anderson et al., 1984). Gagliostro et al. (2004a) señalaron una tendencia a obtener menor síntesis de proteína láctea sustituyendo una ración compuesta solamente por grano de maíz por otra con maíz y girasol molido; si bien ambos concentrados eran isoproteicos e isoenergéticos, el primero tenía 3,4 % de extracto al éter, y el segundo 23,4 %. Finalmente, el empleo de girasol bajo la forma de aceite (4 % de la dieta) redujo el rendimiento de proteína láctea en comparación con una dieta testigo (Kalscheur et al., 1997). Solamente en un experimento se reportó un incremento de la variable analizada (Schingoethe et al., 1996).

El porcentaje de proteína aumentó solamente en el experimento realizado por Anderson et al. (1984), debido a una reducción de la producción de leche proporcionalmente superior a la de proteínas, y en el de Schingoethe et al. (1996) tendió a incrementarse debido a una mayor síntesis, cuando se suplementó con girasol rolado respecto a cuando

se empleó soja extrusada (en este caso, no hubieron diferencias con el testigo).

Sarrazin et al. (2004) encontraron una mayor eficiencia de la producción de leche (medida como LCG: CMS) cuando se suplementó con semilla entera de girasol en un 8 % de la dieta.

5. Efectos sobre el peso vivo

En ninguno de los ensayos en que se añadió grasa bajo la forma de semilla de girasol en dietas de vacas lecheras se modificó la variación de peso, ya sea en comparación con dietas sin grasa adicional (M^cGuffey et al. 1982, Rafalowski y Park 1982, Casper et al. 1988), o con dietas que utilizaron otras fuentes lipídicas (Anderson et al. 1984, Drackley et al. 1985, Finn et al. 1985, Markus et al. 1996, Petit 2003, Gagliostro et al. 2004).

6. Aspectos reproductivos

En un ensayo realizado por Petit et al. (2004) se compararon los efectos sobre la reproducción al utilizar distintas fuentes de grasa, entre ellas semilla de girasol entera (al 10 % de la dieta, con un contenido de EE = 6,7 %), y un testigo sin grasa adicional (EE = 3,6 %). Como podría tener alguna vinculación con la performance reproductiva, se señala que los niveles de colesterol en sangre, si bien no fueron estadísticamente superiores al control, sí lo fueron numéricamente; en otros experimentos sí han reportado una hipercolesterolemia asociada a la suplementación con semilla de girasol (Rafalowski y Park 1982, Finn et al. 1985, García et al. 2003). Talavera et al. (1985) también reportaron una mayor concentración de colesterol en la sangre de vaquillonas Holstein cuando fueron suplementadas con semilla de girasol (15% de la dieta en BS), respecto a animales que no lo habían sido (las dietas eran isoenergéticas e isoproteicas); asimismo detectaron mayores niveles de progesterona en sangre hacia la mitad de la fase luteal en los animales suplementados,

aunque los autores no pudieron explicar si ello obedeció a una mayor síntesis por parte del cuerpo lúteo, o a modificaciones en el metabolismo y/o tasa de remoción de la progesterona.

Markus et al. (1996) evaluó durante dos años el efecto de suplementar con semilla de girasol entera (7 % de la dieta en BS y EE = 4,2 %) o con sebo sobre parámetros reproductivos. Hecha la salvedad de que se utilizó un reducido número de animales por tratamiento, estos autores concluyeron que no hubo efecto de la distinta suplementación lipídica sobre parámetros como días a la primera inseminación, número de inseminaciones por concepción, o días a la concepción, no con respecto a dietas testigo (sin grasa adicional).

E. UTILIZACIÓN DE LA SEMILLA DE SOJA CRUDA COMO SUPLEMENTO EN DIETAS DE VACAS LECHERAS

La soja cultivada (*Glicine max* L.) es una planta anual que pertenece a la familia Leguminosae, y provee aproximadamente el 60 % y el 30 % del suministro mundial de proteína vegetal y aceite (Fehr, 1989). Más del 90 % de la proteína de la soja que es procesada en la industria se destina al consumo animal (Fehr, 1989), aunque de esta cantidad solo el 18 % es empleada en las dietas de rumiantes (Mounts et al., 1987). De todos modos, su importancia es muy grande en la alimentación de terneros de tambos así como en la alimentación de vacunos adultos (Mounts et al., 1987).

En el cuadro 2 se presentan los resultados de composición química de la semilla de soja cruda, con cáscara y entera, y de algunos suplementos comúnmente utilizados en la alimentación de vacas lecheras en el Uruguay.

Cuadro No. 2. *Composición química de la semilla de soja cruda, con cáscara y entera, y de algunos suplementos comúnmente utilizados en la alimentación de vacas lecheras en Uruguay*

	Semilla de soja		Grano de maíz seco	Harina de girasol	Afrechillo de trigo
	promedio	CV (%)			
% MS	89,3	2,7	87,8	90,8	89,5
% PC	40,0	3,3	9,2	36,3	17,2
% EE	19,8	10,4	6,1	2,3	4,7
% FDN	18,1	49,0	10,6	25,7	35,5
% FDA	10,5	41,1	3,5	37,0	12,8
% LDA	1,4	71,9	0,9	9,5	3,0
% Cenizas	5,5	15,2	3,0	7,4	5,6
% Ca	0,30	12,5	0,04	0,48	0,13
% P	0,63	10,3	0,46	0,83	0,68
Mcal EM/kg MS ¹	3,54	13,0	3,26	2,29	2,86
Mcal ENL/kg MS ¹	2,70	7,4	1,96	1,43	1,72

Fuente: Perry y Macleod (1968), Andrieu et al. (1989), Bernard (1990), Ganesh y Grieve (1990), Schauff et al. (1992), NRC (1996), Chouinard et al. (1997), NRC (2001), Mieres et al. (2004), McKeivith (2005), Dairyone (2006).

¹Determinadas para un nivel de consumo equivalente a 3 veces por sobre las necesidades de mantenimiento

La semilla de soja es un alimento que aporta distintos nutrientes en grandes cantidades, en algunos casos por encima de las necesidades de vacas de alta producción de leche. Posee una concentración de energía de entre 2,5 y 2,9 Mcal ENL/kg MS, un 38 % más que el grano de maíz seco, el alimento energético por excelencia y frecuentemente utilizado en nuestro país. Por otra parte, y a diferencia de la mayoría de los suplementos energéticos que normalmente son bajos en proteína, la semilla de soja presenta niveles que superan ampliamente los del grano de maíz, afrechillo de trigo, y la harina de girasol, un suplemento proteico utilizado frecuentemente en Uruguay.

El contenido de pared celular es bajo, debido a que la cáscara que rodea a la semilla de soja es muy delgada. Dicha pared celular no se encuentra muy lignificada, lo que la hace muy digestible para los rumiantes, aunque de

acuerdo con el NRC (1996), la proporción de fibra capaz de estimular la masticación y la rumia (fibra efectiva) es comparable a la de un forraje seco.

La concentración de extracto al éter de la semilla de soja analizada es elevada (alrededor de 20%) aunque inferior al de otras semillas oleaginosas como la semilla de girasol, y explica parte de la elevada densidad energética de este alimento. Dicha concentración puede variar en el rango de 20 a 27% asociado a la variedad utilizada y a la latitud en que fue sembrada la planta (Maestri et al., 1998). Respecto al perfil lipídico, los ácidos grasos insaturados linoleico (C 18:2) y oleico (C 18:1) comprenden el 53 y 24 % del total de ácidos grasos de este alimento (cuadro 3), lo que si bien contribuye a la elevada densidad energética del mismo, determina que no sea conveniente incluirlo en grandes cantidades en la dieta de rumiantes (Mohamed et al., 1988).

Cuadro No. 3. Perfil de ácidos grasos de la semilla de soja cruda

	g ácido graso/100g de aceite	CV(%)
ácido mirístico (C 14:0)	0,09	25,0
ácido palmítico (C 16:0)	11,2	8,2
ácido palmitoleico (C 16:1)	0,07	76,1
ácido esteárico (C 18:0)	3,9	6,0
ácido oleico (C 18:1)	23,5	11,3
ácido linoleico (C 18:2)	52,6	3,7
ácido linolénico (C 18:3)	7,2	15,5

Fuente: Perry y Macleod (1968), Schauff et al. (1992), Chouinard et al. (1997), McKevith (2005)

Con respecto a las características de la fracción proteína cruda, una elevada proporción del nitrógeno total de la semilla de soja cruda es soluble en buffer (55 %), pero solo un 8% es NNP. De acuerdo con el NRC (2001), la proporción de nitrógeno soluble en rumen (fracción "a") de la semilla de soja cruda es de 28 %, y la degradabilidad de

la fracción de proteína potencialmente degradable en rumen (fracción "b") es alta ($k_d = 11 \text{ \%}/h$).

La elevada concentración de proteína y extracto al éter determinan que el contenido de carbohidratos totales de la semilla de soja sea reducido, respecto a otros alimentos ($35,2 \pm 4,0 \text{ \%}$, cuando de acuerdo con Van Soest (1994), comprenden entre 50 y 80 % de la MS de forrajes y cereales), mientras que dentro de la fracción de carbohidratos, la proporción de carbohidratos no fibrosos es de alrededor de 70%. El resto corresponde a carbohidratos que se encuentran en la pared celular, la mayor parte de los cuales son potencialmente digestibles en el tracto digestivo de los rumiantes, estando aproximadamente un 10% de los carbohidratos totales asociados a la lignina. Asumiendo que un 90 % de los carbohidratos no fibrosos de este alimento corresponden a almidón (NRC, 1996), se llega a que este polisacárido comprende casi dos tercios del total de carbohidratos.

1. Efectos sobre el consumo, producción y composición de leche, peso y condición corporal, y características del reinicio de la ciclicidad ovárica posparto en vacas

Se revisaron experimentos en los que se comparó la suplementación de vacas lecheras con semilla de soja cruda (SSC) contra su no uso, o su procesamiento físico y/o químico. Las variables evaluadas fueron consumo, producción de leche, rendimiento y concentración de grasa, proteína y lactosa, y variación de peso vivo y condición corporal. Adicionalmente se presentan algunos resultados de la suplementación con soja sobre características de la dinámica y crecimiento de folículos ováricos, y sobre el reinicio de la ciclicidad ovárica posparto.

Aunque se ha llegado a ofrecer hasta 20% de la dieta completa de SSC sin efectos adversos sobre el consumo, el conjunto de resultados obtenidos en los ensayos revisados permiten sugerir que no habría efectos negativos sobre esta variable por el agregado de hasta 2-2,2 % de lípidos adicionales bajo la forma de SSC (entera o con algún tipo de procesamiento moderado), o por incluir hasta 10% de semilla en la dieta, y/o en la medida en que no se supere

un 5,5-6,0 % de EE en la dieta completa. Como la totalidad de los datos fueron obtenidos en sistemas estabulados que utilizan dietas totalmente mezcladas, los límites de inclusión no tienen que ser necesariamente válidos para sistemas pastoriles. Estos resultados estarían asociados a que el consumo de SSC no tiene grandes efectos sobre el ambiente ruminal (Stern et al., 1985; Mohamed et al., 1988).

De los experimentos revisados, en cuatro hubo una disminución de la producción de leche, bien cuando se comparó a la SSC con una dieta sin lípidos adicionales (Palmquist y Conrad, 1978) o con dietas que incluían soja con algún tipo de tratamiento térmico (Faldet y Satter 1991, Tice et al. 1993, Grummer et al. 1994), mientras que en los restantes experimentos no hubo efecto de la suplementación. En conjunto, los resultados de suplementación con SSC permiten suponer que la producción de leche no se vería afectada si se respetan los rangos sugeridos cuando se hizo referencia a los efectos sobre el consumo.

A pesar que el consumo de lípidos poliinsaturados frecuentemente disminuye la síntesis de grasa (Bauman y Griinari, 2001), en ninguno de los ensayos revisados se detectó una reducción en dicha variable, incluso con niveles de inclusión de SSC superiores al 15% de la dieta total. De acuerdo con Bauman y Griinari (2001), se precisan dos condiciones para observar el denominado "síndrome de bajo tenor de grasa en la leche": un aporte de ácidos grasos insaturados, y una alteración de los procesos de hidrogenación de ácidos grasos en el rumen, que determine un cambio en el proceso de hidrogenación de dichos ácidos grasos y determine la acumulación de intermediarios trans, que son potentes inhibidores de la síntesis de grasa a nivel de la glándula mamaria (por ejemplo, el trans-10, cis-12 ácido octadecadienoico). Asimismo, los ácidos grasos de cadena larga ejercen un efecto inhibitorio directo sobre la actividad de la acetil CoA carboxilasa, enzima clave en la síntesis de ácidos grasos en la glándula mamaria (Chilliard et al., 2000). Aún cuando la SSC realiza un aporte importante de ácidos grasos insaturados al rumen, si el contenido de fibra de la dieta es adecuado, los procesos

microbianos no se verían alterados y no se observaría una reducción en la síntesis de grasa láctea (Bauman y Griinari, 2001), siendo esta una posible explicación de los resultados obtenidos en los ensayos revisados. Respecto al contenido de grasa en la leche, la suplementación con SSC generalmente no tuvo efecto sobre dicha variable, y en los casos en que lo hubo, fue a favor de la SSC, cuando se comparó respecto a otras semillas oleaginosas (Dayani et al., 2004) o soja con procesamiento físico (Perry y Macleod 1968, Van Dijk et al. 1983, Guillaume et al. 1991).

De los nueve experimentos que reportaron la información, solo en uno se detectó una disminución en la síntesis de proteína láctea (Faldet y Satter, 1991), mientras que en tres de los 18 experimentos hubo una reducción de la concentración proteica en leche (Mielke y Schingoethe 1981, Mohamed et al. 1988, Grant y Weidner 1992). Por otra parte, en ningún ensayo se reportaron efectos adversos sobre la síntesis o concentración de lactosa, o sobre la variación de peso o condición corporal, debido al consumo de SSC.

La soja se ha utilizado bajo diferentes presentaciones (entera, aceite, oleínas) con el objetivo de alterar distintos procesos reproductivos, como el desarrollo y crecimiento folicular, así como el reinicio de la ciclicidad ovárica posparto de vacas de razas lecheras y carniceras, primíparas y multíparas. En términos generales, su empleo ha tenido tanto efectos positivos (Ryan et al. 1992, Thomas y Williams 1996, Thomas et al. 1997, Robinson et al. 2002) como neutros (Boken et al. 2005, Banta et al. 2006, Petit y Twagiramungu 2006) sobre la cantidad de folículos ováricos. Con respecto a su efecto sobre el tamaño del folículo dominante (ya sea durante la primera onda posparto o luego de un protocolo de sincronización de celos), generalmente no hubo efecto sobre el mismo (Thomas y Williams 1996, Boken et al. 2005, Petit y Twagiramungu 2006, Banta et al. 2006), salvo en el experimento realizado por Robinson et al. (2002). Asimismo, tampoco hubo efecto del uso de soja sobre el reinicio de la ciclicidad ovárica posparto en la mayoría de los ensayos que reportaron dicha variable (Delazari et al. 2000, Bellows et al. 2001, Banta et al. 2006, Petit y Twagiramungu 2006), aunque en

condiciones de pastoreo, Boken et al. (2005) detectaron un reinicio considerablemente más rápido en vacas lecheras suplementadas con un subproducto de soja (oleínas) respecto a una dieta sin lípidos adicionales. Se han planteado distintas hipótesis para explicar el vínculo entre el consumo de lípidos insaturados y el estímulo del crecimiento y desarrollo folicular, que eventualmente resultaría en un establecimiento más veloz de la actividad ovárica posparto, entre ellas: cambios en la dinámica de metabolitos como el colesterol (que estimularía la síntesis de hormonas esteroideas en el ovario) (Wehrman et al. 1991; Beam y Butler 1997) o el ácido araquidónico (precursor de la prostaglandina $F_{2\alpha}$, necesaria para una correcta involución uterina posparto) (Lammoglia et al. 1996, Abayesakara y Wathes 1999), y/u hormonas como la IGF-I (Thomas et al., 1997), insulina (Lammoglia et al., 1997) o LH (Hightshoe et al., 1991), FSH (Williams, 1999). Es probable que varios de estos mecanismos estén operando simultáneamente en estimular los distintos procesos asociados al consumo de lípidos insaturados.

2. Resumen

La semilla de soja cruda es un alimento muy interesante para incluir en la dieta de vacas lecheras debido a su elevado aporte energía y proteína, siendo esta última de alta calidad pero elevada degradabilidad ruminal. Posee un contenido de pared celular variable, con tan efectiva como la de los forrajes en promover la masticación, la salivación y la rumia. Su elevado contenido de lípidos, mayoritariamente insaturados, teóricamente podrían tener efectos adversos sobre la fermentación ruminal y la digestión de la fibra, y por tanto deprimir el consumo de nutrientes y la producción de leche, así como disminuir el contenido de grasa de la misma. Sin embargo, el agregado de hasta 2,0-2,2 % de lípidos adicionales bajo la forma de semilla de soja cruda (entera o con algún tipo de procesamiento moderado), o la inclusión de la semilla en una proporción no mayor al 10% de la dieta, y/o en la medida en que no se supere un 5,5-6,0 % de extracto al éter en la dieta completa, y manteniendo un adecuado nivel de forraje en la dieta, no tendría efectos adversos ni sobre

el consumo, la producción y composición de leche, o la variación de peso vivo o condición corporal. Respecto a los efectos de la soja sobre algunos procesos reproductivos como el crecimiento y desarrollo folicular, así como el restablecimiento de la ciclicidad ovárica posparto, los mismos son erráticos y tampoco están claros los mecanismos que median los eventuales estímulos del consumo de lípidos insaturados bajo la forma de soja.

F. HIPÓTESIS

La suplementación con semillas oleaginosas no tendría efectos negativos sobre la producción y composición de leche y la condición corporal, a la vez que tendría efectos positivos sobre el reinicio de la ciclicidad ovárica posparto a través de la modificación de los perfiles metabólicos plasmáticos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. UBICACIÓN DEL ENSAYO

El experimento fue realizado en la "Unidad de lechería" del Instituto Nacional De Investigación Agropecuaria (INIA) "La Estanzuela", ubicada en el departamento de Colonia, Uruguay, durante el período febrero-abril de 2007.

B. ANIMALES Y TRATAMIENTOS

Para el ensayo se utilizaron 30 vacas primíparas de raza Holstein, con fechas de parto previstas entre fines de febrero y principios de marzo. El período pre-experimental se inició en base a las fechas de parto previstas, 21 días antes de éstas. A esa fecha se registraron el peso vivo (PV) y condición corporal (CC) de los animales, para luego ser asignados a cada uno de los 3 tratamientos que se detallarán más adelante. Esta asignación a cada tratamiento se realizó en base a la CC pre-parto, de manera tal que la CC promedio de cada tratamiento fuese similar.

Desde el día 21 preparto, y hasta el parto, las vacas permanecieron en un potrero con una pastura de gramíneas, principalmente *Cynodon dactylon* y *Paspalum dilatatum*. También se les ofrecía 18 kg./vaca/día en base fresca de ensilaje de trigo y 5 kg./vaca/día en base fresca de afrechillo de trigo en comederos grupales. Cada 4 a 5 días se suministraba también un fardo de pradera mezcla de calidad media (400 kg de materia fresca aproximadamente).

Cuadro No. 4. Composición química de alimentos utilizados en el preparto

	Ens. Trigo	Afr. de Trigo
MSP	25,72	
MSA	93,65	88,52
PC	7,39	16,19
FDA	52,67	14,82
FDN	71,00	44,88
Ceniz	10,07	5,43
as		
pH	4,18	
N-NH ₃	8,60	
ADIN	2,67	
ENL	1,15	1,69

Las vacas llegaron al parto con un PV promedio de 525 $\pm$ 41 kg. y una CC promedio de 3,13 $\pm$ 0,3 (escala 1-5). Inmediatamente después del parto se separaron los animales por tratamiento, ingresando al experimento. Los tres tratamientos evaluados fueron:

- 1- Control
- 2- Girasol, 0,7 kg./vaca/día
- 3- Soja, 1,7 kg./vaca/día

Cuadro No. 5. Dieta diaria ofrecida por animal en el posparto según tratamiento. (Kgs MS/Vaca/día)

	Tratamiento C	Tratamiento G	Tratamiento S
Pastura	14 kg	14 kg	14 kg
Ensilaje de Maíz	7 kg	7 kg	7 kg
Concentrado C	5.22 kg	-	-
Concentrado G	-	4.79 kg	-
Concentrado S	-	-	3.86 kg
Grano de Soja	-	-	1.53 kg
Grano de Girasol	-	0.67 kg	-

Las 3 dietas fueron formuladas de manera que fueran isoenergéticas e isoproteicas entre sí, mientras que las dietas de los tratamientos 2 y 3 además fueran isolipídicas, para atribuir un posible efecto sobre el animal a las diferentes fuentes de grasa y no a un consumo

diferencial de energía y/o proteína que pudiera aportar cada una de las dietas. Se utilizó en cada dieta un concentrado diferente, formulado para ajustar las tres dietas a las condiciones mencionadas, consumiendo a su vez cada vaca de cada tratamiento un total de 6 kg de suplemento (concentrado C; concentrado G + 0,7 kg de semilla de girasol en base fresca; concentrado S + 1,7 kg de semilla de soja en base fresca).

Cuadro No. 6. *Composición final del suplemento (concentrado comercial + semilla oleaginosa) (kg/100 kg de suplemento, base seca) según tratamiento*

Ingrediente	CONTROL	GIRASOL	SOJA
grano de maíz	25,74	4,88	0,00
grano de sorgo	8,21	0,00	3,74
grano de trigo	8,32	4,12	5,85
grano de avena	5,32	3,95	0,00
afrechillo de trigo	21,72	0,00	0,00
afrechillo arroz sin grasa	3,76	6,53	25,98
Urea	0,54	0,00	0,00
pellets cáscara soja	0,00	30,35	25,08
pellets soja	25,04	28,96	0,00
pellets girasol	0,00	4,89	7,32
sal	1,36	1,64	1,66
carbonato Ca	0,00	0,00	0,68
Dolomita	0,00	0,30	0,77
Yeso	0,00	0,26	0,18
fosfato bicálcico	0,00	1,46	0,35
óxido de Mg	0,00	0,41	0,00
grano soja	0,00	0,00	28,39
grano girasol	0,00	12,27	0,00
Total	100,00	100,00	100,00

La pastura se ofrecía en franjas diarias ajustadas, luego del ordeño AM, ofreciendo a cada animal 14 kg de MS. Los animales tenían libre acceso a una fuente de agua, debido a no tener hilo de cola la franja. Esta pastura mezcla estaba compuesta por festuca (*Festuca arundinacea*), alfalfa (*Medicago sativa*), lotus (*Lotus corniculatus*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). Se priorizó el pastoreo sobre praderas de segundo año, por su mayor producción y

alta calidad. Con respecto al ensilaje, este fue suministrado en comederos individuales los días en los cuáles se registraba el consumo individual, el resto de los días el suministro era en comederos grupales. Los concentrados y las semillas oleaginosas, para el tratamiento que correspondiese, eran suministrados en dos partes iguales, dentro de la sala durante el ordeño.

Esta dieta fue suministrada a las vacas inmediatamente luego al parto, y durante 50 días consecutivos.

Cada suplemento (grano + concentrado) fue formulado separadamente para ser isoenergéticos e isoproteicos entre sí y a su vez las raciones con girasol y soja isolipídicas entre sí. A cada tratamiento se les suministró un total de 6 kgs de suplemento, esperando que los animales dejaran de consumir suplemento de manera voluntaria.

Cuadro No. 7. *Composición química del concentrado y granos*

	MS	PC	FDA	FDN	Cen.	EE	ENL
Concentrado Control	87,00	21,61	11,65	33,56	7,52	2,40	1,734
Concentrado Girasol	90,32	21,19	27,12	42,47	11,86	1,40	1,502
Concentrado Soja	89,88	15,83	24,47	43,92	14,36	1,20	1,542
Grano de Girasol	95,94	16,49	32,81	39,60	3,52	49,10	3,050
Grano de Soja	90,26	32,96	21,20	23,07	6,01	21,10	2,920

El resto de la dieta consistió en una oferta de 14 kgs de MS/vaca/día de pradera mezcla, más 7 kgs de MS/vaca/día de ensilaje de maíz. Las praderas pastoreadas estaban compuestas básicamente por Festuca arundinacea, Medicago sativa, Trifolium repens y Lotus corniculatus, de segundo año.

Cuadro No. 8. *Composición química de praderas y silos*

Silo de Pasturas Maíz

MSP	43,52	24,56
MSA	93,76	92,98
PC	6,10	16,88
FDA	33,50	36,03
FDN	56,83	52,90
Cen	6,78	9,49
EE	3,30	3,68
pH	4,28	--
N-NH3	6,80	--
ADIN	2,36	--
ENL	1,482	1,278

Luego del ordeño de la mañana los animales eran conducidos a las mangas en caso de que hubiese que realizarle ecografía; las mismas se realizaban 3 veces por semana a partir del día 8 post-parto. Posteriormente eran conducidas a la franja correspondiente hasta el ordeño PM. Previo al ordeño de la tarde, eran conducidos a las mangas para realizar los correspondientes sangrados, control de peso y CC. Esto era para cada vaca, cada 7 días luego del parto, y hasta el día 35 post-parto.

C. VARIABLES QUE SE MIDIERON

1. En los animales

a. Condición corporal

Se midió CC al parto y cada 7 días hasta la semana 5, por una misma persona utilizando la escala 1 a 5 de Edmonson et al. (1989).

b. Peso vivo

Se determinó simultáneamente con la CC con balanza.

c. Producción y composición de leche

Se registró la producción individual diaria a partir del día 1 hasta el día 50 post-parto (PP). Se hizo un promedio semanal y se corrigió por grasa al 4 % (LCG) según la fórmula $LCG = \text{Lts de leche} * (0.4 + 0.15 * \% \text{grasa})$. Se tomaron muestras individuales de leche durante tres días consecutivos por semana, mezclando partes iguales del ordeño AM y PM en frascos con conservantes. Estas muestras eran enviadas diariamente al laboratorio de calidad de leche de INIA "La Estanzuela" para determinar % de proteína, % de grasa, % de lactosa, % sólidos no grasos y recuento de células somáticas. La grasa y proteína de la leche se analizaron por el método de infrarrojo medio, en equipo Bentley Model 2000 de Bentley Instruments, Inc, Chaska, MN, USA, según el modelo establecido por la FIL-IDF Standard 141 A:1990.

d. Dinámica folicular y hormonas reproductivas

Se realizó ultrasonografía ovárica 3 veces por semana (lunes, miércoles y viernes) con un transductor lineal de 5 MHz (Aloka SSD 500, Aloka, Tokio, Japón) a partir del día 8 PP y se determinó el diámetro del folículo dominante y subordinado. La ultrasonografía se continuó hasta determinar el destino del folículo dominante de la primera onda folicular PP de cada animal (ovulación o regresión), diámetro máximo del folículo dominante y día PP en que se alcanzó dicho tamaño. Esos días se les extrajo sangre a las vacas, el plasma se congeló a -20 °C hasta que se analizó para la determinación de progesterona para confirmar la ovulación. A las vacas que no ovularon en esa primera onda folicular, se les continuó la extracción de muestras de sangre dos veces por semana y la realización de ultrasonografía un día a la semana hasta detectar la ovulación (desaparición del folículo dominante y posterior visualización de un cuerpo lúteo). Una vez finalizado el ensayo y determinado el día PP en el que el folículo dominante de la primera onda folicular alcanzó su mayor

diámetro, se analizó la muestra de sangre correspondiente a ese día para determinar la concentración de IGF-I (factor de crecimiento insulinosímil-I) por radioinmunoanálisis en fase sólida.

e. Consumo

Para determinar el consumo total de materia seca (CMS) de cada animal se recolectaron datos de rechazo durante 3 días seguidos en las semanas 2, 3 y 4 PP de los alimentos suministrados (concentrados, ensilaje). El consumo de pastura se determinó con mediciones de forraje verde desaparecido en la parcela.

2. En los alimentos

a. Disponibilidad de pastura

Se estimó a través del muestreo del área donde pastorearían las vacas esa semana, para lo cual se realizaron 15 cortes al azar con cuadros de 0,2 x 0,5 m con tijera de aro y al ras del suelo. Se pesaron en fresco en bandejas individuales y se secaron en estufa de aire forzado a 65 °C hasta peso constante, para determinar la materia seca parcial. Con el dato de disponibilidad se diseñaron las franjas correspondientes para toda la semana entrante, las cuales tuvieron una duración de 1 día.

b. Valor nutritivo de los alimentos

Semanalmente se tomaron muestras de todos los alimentos ofrecidos, y luego se enviaron al Laboratorio de Nutrición de INIA "La Estanzuela" para analizar: materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto al éter (EE), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), cenizas, nitrógeno amoniacal (N-NH₃), pH y nitrógeno insoluble en detergente ácido (ADIN), los tres últimos solamente para los ensilajes. La concentración de ENL fue

determinada de acuerdo a la metodología propuesta por el NRC (2001) para las semillas oleaginosas, y para el resto de los alimentos utilizando las ecuaciones publicadas por Mieres et al. (2004).

Cuadro No. 9. Resumen de las técnicas analíticas usadas para determinar la composición de los alimentos

	Método	Consideraciones
MS	Secado a 104 °C	
PC	Método Kjeldahl	Se determina como contenido de N x 6,25
Cenizas	Incineración de la muestra a 550 °C	Se obtiene el contenido de MO usando la ecuación: % MO = 100 - % cenizas
EE	Método Soxhlet	
FDN	Van Soest 91	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 91	Los resultados se presentan como libres de cenizas
NIDA	Licitra 96	

D. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se trata de un diseño completamente al azar con medidas repetidas en el tiempo de parcelas divididas con covariable.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ijk}$$

μ = media poblacional

T= efecto del tratamiento; i= 1,2,3

Cov= covariable utilizada; j=1

E= error ; k=1,2,3...,30

Para el análisis de variables continuas con más de una medición durante el transcurso del experimento (producción y composición de leche, CC, metabolitos y se utilizó un modelo mixto, MIXED del SAS: Statistical Analysis System; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA; versión 9.1.3), que incluyó como efectos fijos: tratamiento,, la semana PP de medición (1 a 8 para producción y composición de leche, 1 a

7 para CC, 1 a 5 para metabolitos y 2 a 4 para consumo, las interacciones simples y la interacción DOBLE entre estos efectos. La estructura de covarianza utilizada fue AR (1) (Littell et al., 1998). El peso al día 28 antes de la fecha prevista de parto fue incluido como covariable en el análisis de las variables de producción y composición de leche, lo mismo que la CC al día 28 para el análisis de la variable CC, y la concentración de cada metabolito al día 28 antes de la fecha prevista de parto para el análisis del metabolito correspondiente.

Para el análisis de variables continuas con un solo valor registrado durante el experimento (IGF-I, intervalo parto a primera ovulación y diámetro máximo del folículo dominante de la primera onda folicular PP) se utilizó un modelo lineal (procedimiento GLM del paquete estadístico SAS), que incluyó como efectos al tratamiento.

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). Los datos de CC y metabolitos plasmáticos colectados durante el período pre experimental (semana 4 antes del parto hasta el parto inclusive) se presentan como medias aritméticas sin ajustar $\pm$ EEM, sin análisis estadístico por no estar bajo el efecto de los tratamientos.

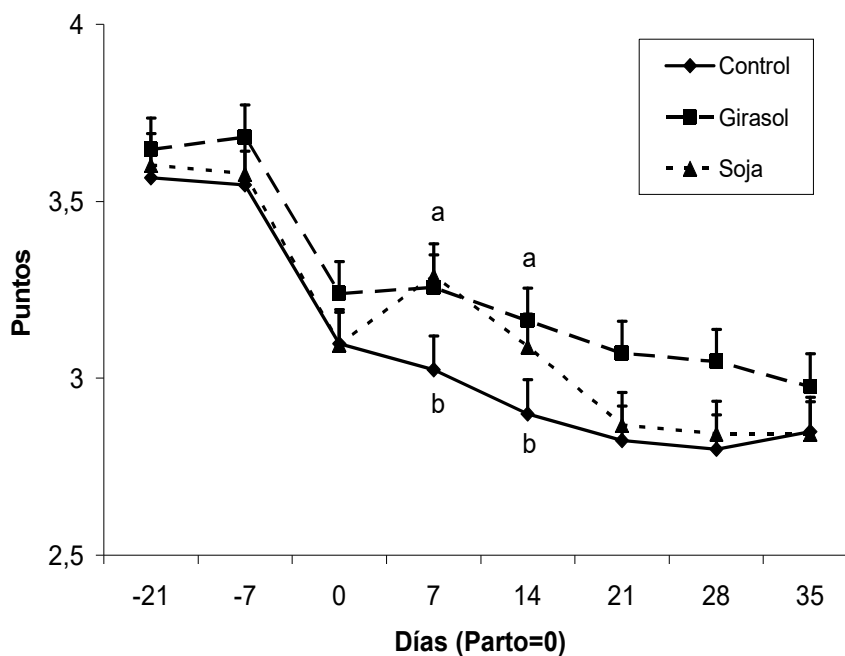
La variable discreta proporción de vacas que ovulan durante la primera onda folicular posparto se analizó con modelos lineales generalizados (procedimiento GENMOD del SAS). El modelo incluyó como efectos a los tratamientos, y los resultados se presentan como la probabilidad de que una vaca ovule durante dicho período, y el intervalo de 95% de confianza de dicha probabilidad.

IV. RESULTADOS

A. CONDICIÓN CORPORAL (CC)

La CC al día -21 fue buena en los 3 grupos (3,6 en la escala de 1-5). En la Figura 1 se observa que la evolución de la CC preparto hasta el día 35 posparto fue similar para los 3 grupos con un descenso promedio de 0.6 puntos desde el día -21 hasta el día del parto. Desde el día 7 al día 14 posparto el grupo Control tuvo una CC menor a los grupos tratados aunque a partir del día 21 posparto los 3 grupos tuvieron la misma CC.

Figura 1. Evolución de la CC durante los 21 días previos al parto y 35 días posteriores al mismo para los grupos Control, Girasol y Soja. ^{a,b} ($P < 0,01$)



B. CONSUMO

Durante el ensayo, las vacas consumieron promedialmente 5,012 kg. de materia seca de concentrado, 5,855 kg. de materia seca de ensilaje de maíz, y 7,12 kg. de materia seca de pastura mezcla de gramíneas y leguminosas.

A continuación se presentan los datos de consumo obtenidos para cada tratamiento, de concentrado y ensilaje, en kg de materia seca por animal por día durante la semana posparto correspondiente.

Cuadro No. 10. Consumo de concentrado (C) y ensilaje (E) para los tres tratamientos según semana de medición

Semana PP	Control		Girasol		Soja	
	C	E	C	E	C	E
2	5,12	5,85	5,03	5,97	4,99	5,79
3	5,16	5,98	5,06	6,09	4,92	5,95
4	5,20	5,95	4,97	5,88	5,31	6,01

Adicionalmente a estos valores, el consumo de pastura se ubicó en 7,12 kg de materia seca por animal y por día, igual para todos los tratamientos.

Con estos datos de consumo de cada alimento, se obtuvieron los siguientes resultados con respecto a las características de la dieta.

Cuadro No. 11. Características de la dieta final según tratamiento

	Control	Girasol	Soja
CMS Kg	18,02	18,00	17,90
% PC	14,74	14,33	14,47
% FDA	28,33	32,94	31,72
% FDN	48,71	51,27	50,00
ENl (Mcal/kg MS)	1,47	1,46	1,53
EE (% de la MS)	3,20	4,43	4,44
CMS (% PV)	3,47	3,47	3,45

Como puede verse en el cuadro anterior, no existieron diferencias en lo que hace al consumo de materia seca (CMS), y las dietas consumidas eran isoproteicas e isoenergéticas, a su vez las dietas con lípidos adicionales realmente fueron isolipídicas entre sí.

Al referir este trabajo a sistemas de producción basados en el pastoreo directo de pasturas, se puede decir que el porcentaje de extracto al éter de la dieta control ya es un buen valor, razonable en sistemas pastoriles, y que el porcentaje de ese mismo parámetro en las dietas de los tratamientos soja y girasol es un valor alto dentro del rango de valores que no deberían causar efectos perjudiciales sobre el animal.

C. PRODUCCIÓN DE LECHE

El promedio general diario de producción de leche por animal durante el período experimental fue de 21,17 litros.

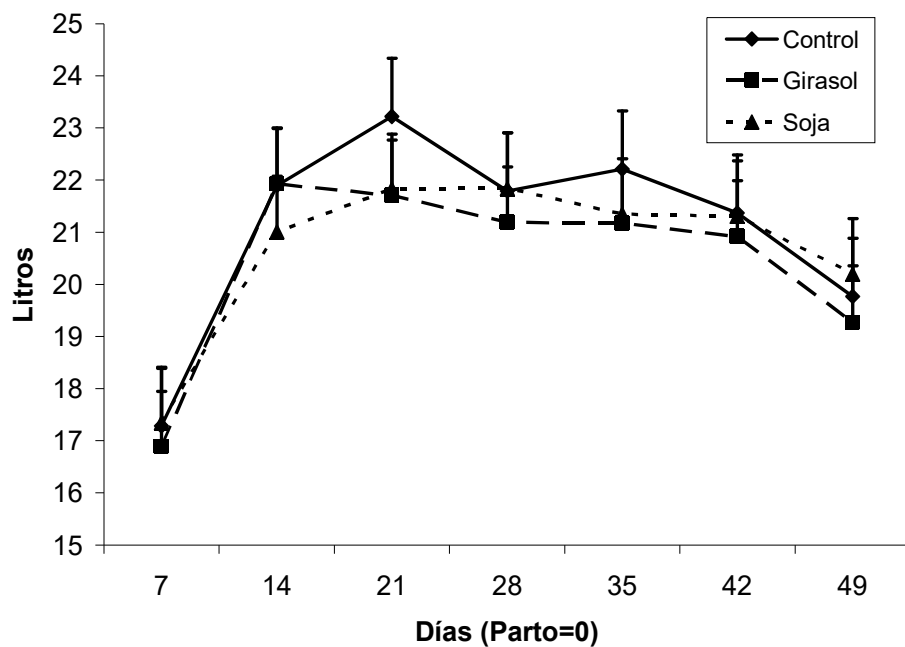
Cuadro No. 12. Producción de leche (L/vaca/día) durante las primeras 7 semanas posparto (C: Grupo Control, G: Grupo Girasol, S: grupo Soja)

Semana	C (Lts)	G (Lts)	S (Lts)	Promedio
1	19,05	18,49	17,75	18,43 ^D
2	22,17	21,99	21,73	21,96 ^B
3	23,35	21,72	22,10	22,39 ^A
4	21,73	21,25	21,99	21,65 ^B
5	22,20	21,01	21,29	21,50 ^B
6	22,26	21,43	21,96	21,88^B
7	20,51	19,40	22,27	20,73 ^C

Letras distintas indican diferencias significativas mayores al 5 % entre semanas.

Hubo un pico de producción en la semana 3, diferenciándose significativamente de las demás semanas que duró el experimento.

Figura No. 2. Producción de leche hasta el día 49 posparto para los grupos Control, Girasol y Soja



La producción de leche (Figura 2) tuvo su pico entre los 21 y 28 días posparto. No se encontraron en ningún momento diferencias significativas entre grupos en la producción diaria de leche por semana.

D. LECHE CORREGIDA POR GRASA AL 4%

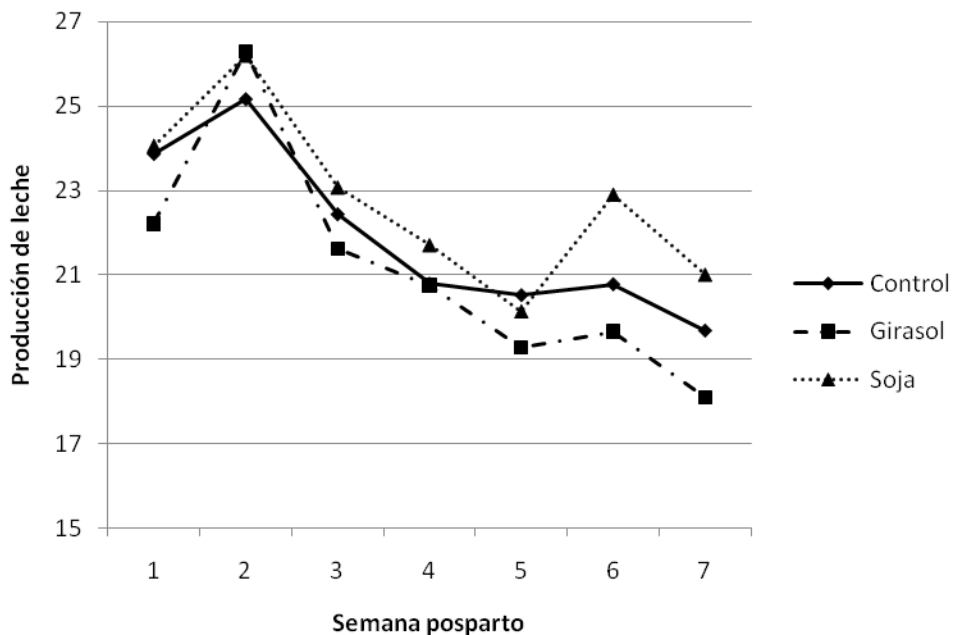
Cuadro No. 13. Producción de leche corregida por grasa (LCG) al 4 % (L/vaca/día) según semana posparto (C: Grupo Control, G: Grupo Girasol, S: Grupo Soja)

Semana PP	C	G	S	Promedio
1	23,87	22,21	24,06	23,38 ^B
2	25,17	26,29	26,20	25,89 ^A
3	22,44	21,62	23,07	22,38 ^B
4	20,79	20,74	21,70	21,08 ^B
5	20,52	19,27	20,13	19,97 ^B
6	20,78	19,65	22,90	21,11 ^B
7	19,68	18,09	21,00	19,59 ^B

Letras distintas indican diferencias significativas mayores al 5 %.

Las vaquillonas aumentaron la producción de LCG hasta la segunda semana PP. Luego se observa una tendencia a disminuir esta producción hasta la semana 7 PP, pero sin diferencias significativas. Entre tratamientos no hubo diferencias significativas en la producción de LCG ($P < 0.001$).

Figura No. 3. Producción de leche corregida por grasa



E. PORCENTAJE DE GRASA

Como se observa en el cuadro No. 14, la tendencia en el % de grasa en leche fue similar para los tres grupos, no encontrándose diferencias significativas entre ellos. El promedio general de porcentaje de grasa en leche durante el período experimental fue de 3,68%.

Cuadro No. 14. Porcentaje de grasa en leche por semana

Semana PP	Control	Girasol	Soja	Promedio
3	3,75	3,96	4,21	3,97 ^a
4	3,71	3,83	3,87	3,80 ^a
5	3,51	3,45	3,62	3,52 ^a
6	3,54	3,44	3,51	3,50 ^a
7	3,51	3,58	3,66	3,58 ^a

Letras distintas indican diferencias significativas mayores al 5 % entre semanas.

F. PORCENTAJE DE PROTEÍNA

Cuadro No. 15. Porcentaje de proteína en leche por semana

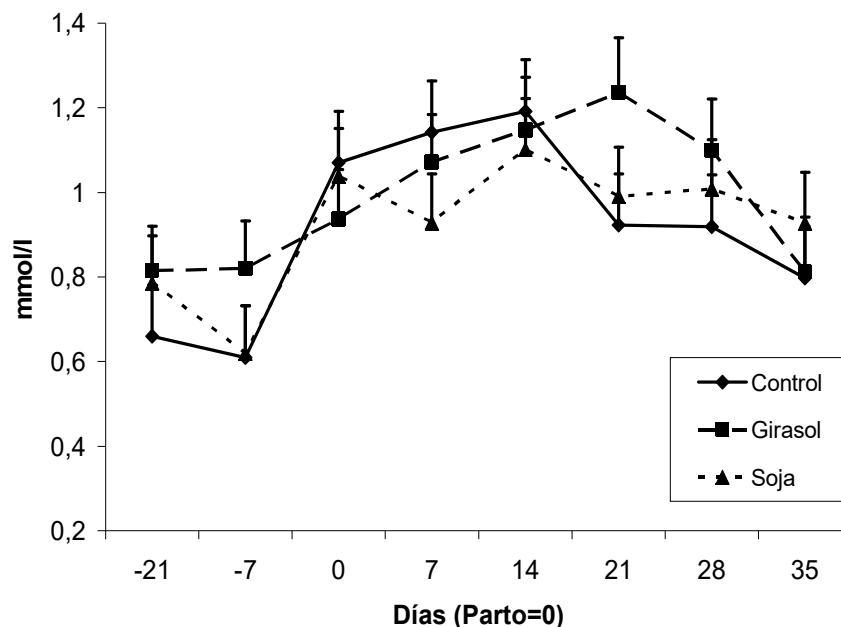
Semana PP	Control	Girasol	Soja	Promedio
3	2,80	2,80	2,84	2,81 ^A
4	2,73	2,77	2,79	2,76 ^B
5	2,75	2,73	2,76	2,75 ^B
6	2,73	2,71	2,77	2,74 ^B
7	2,80	2,69	2,82	2,77 ^A

Letras distintas indican diferencias significativas mayores al 5 % entre semanas.

El porcentaje de proteína en leche, como se ve en el cuadro, fue mayor en las semanas 3 y 7 posparto. Durante el período experimental, el promedio de esta variable se ubicó en 2,77%.

G. PERFILES METABÓLICOS

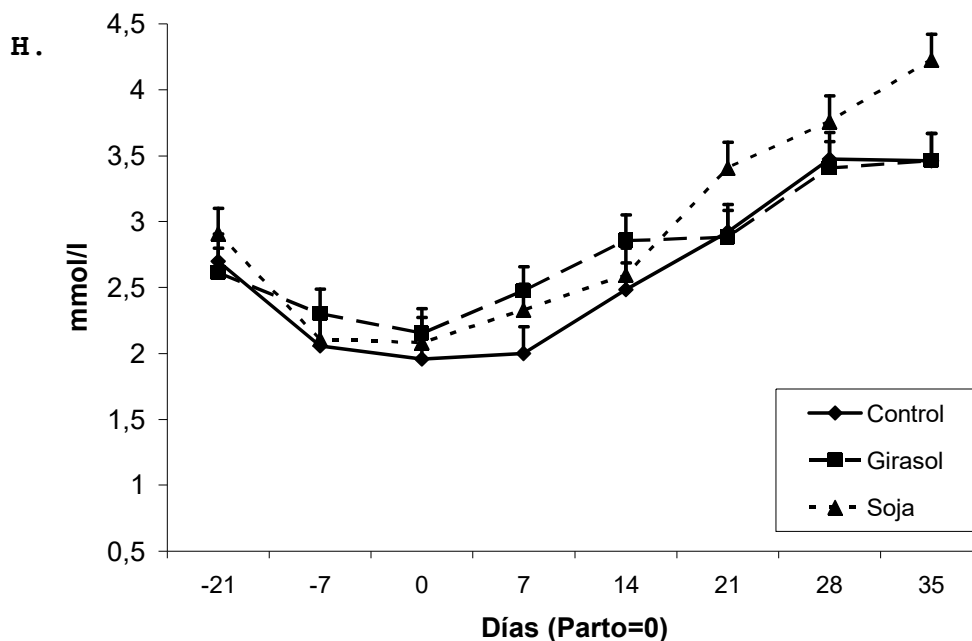
Figura No. 4. Evolución plasmática de ácidos grasos no esterificados (mmol/l)



En los niveles séricos de NEFA se ve un aumento significativo desde el parto hasta los días 21 y 28 posparto. Esto se corresponde con el pico de producción de leche y la disminución significativa en la CC en los 3 grupos. Esto refleja la intensa lipomovilización a la cual están sometidas las vacas para poder superar el Balance energético negativo en este momento.

Los niveles séricos de Colesterol aumentan a lo largo de todo el posparto. Al igual que en experimentos anteriores no se ve un efecto del tratamiento en los niveles de colesterol aun utilizando suplementos en base a grasas en la dieta posparto.

Figura No. 5. Evolución del nivel de colesterol en sangre (mmol/l)



REPRODUCCIÓN

El Intervalo Parto-Ovulación (IPOV) fue de 31 días en el grupo Control, en el grupo Girasol de 27 días y en el grupo Soja de 29 días. En la primera onda folicular en el grupo Control ovularon 5 vacas, en el grupo Girasol 5 y en el grupo Soja 4, sin observarse diferencias entre grupos en ninguno de los dos parámetros reproductivos evaluados.

Las diferencias más importantes encontradas entre los grupos fueron una mayor disminución en la CC en el grupo Control comparado con los grupos tratados.

1. Desarrollo folicular

Cuadro No. 16. Intervalo parto- 1ª ovulación y diámetro máximo del folículo dominante según tratamiento

	Control	Girasol	Soja
IPOV (días)	31,0	27,0	29,0
Máx Ø FD (mm)	14,0	15,0	14,1

2. Destino de la primera onda folicular

De las vacas afectadas al tratamiento Control, 5 de 10 ovularon en la primer onda folicular, 5 de 11 lo hicieron en el tratamiento Girasol y 4 de 11 en el tratamiento Soja. Un 43,75% de las vacas ovularon en su primera onda folicular.

V. DISCUSIÓN

Al ser las tres dietas isoenergéticas e isoproteicas permitió evaluar los efectos de la grasa del grano entero de girasol y soja independientemente a cualquier otro posible efecto.

Las vaquillonas presentaron una buena CC al parto (promedio de 3,13 en la escala de 1-5) comparada con experimentos en años anteriores (Castro et al., 2007), observándose una disminución brusca de la CC inmediatamente post-parto en los tres grupos, coincidiendo con lo reportado por Chilliard et al. (2000). Muchos estudios reportan importantes pérdidas de peso corporal cuando las vacas son suplementadas con grasa (Sklan et al., 1991; Sklan et al., 1994).

La suplementación con grasa durante el PP de las vacas no afectó ni la producción ni la composición de la leche. En varios estudios, donde se utilizó grasa como aporte adicional de energía, se reporta que aumentó la producción de leche (Cummins y Sartin 1987, Jerred et al. 1990, Schingoethe et al. 1996, Block et al. 2004). Las vaquillonas presentaron su pico de producción de leche entre las semanas 3 y 4 PP sin que se observaran diferencias entre grupos de tratamiento. El % de grasa no varió en los tres tratamientos durante el período experimental. Tampoco se observaron diferencias en este parámetro. Se destaca que hubo efecto tratamiento por semana.

No se registraron diferencias entre tratamientos en las concentraciones séricas de NEFA y colesterol. Según Meikle et al. (2004), Albanell y Silva (2006), las concentraciones de NEFA tienden a incrementarse durante el preparto, dato que no coincide con los resultados de este trabajo, ya que la concentración de dicho metabolito no mostro incrementos sino que disminuyo o se mantuvo aunque los tres tratamientos tuvieron comportamiento similar y sin deferencias significativas entre ellos. Este comportamiento podría deberse a que la alimentación de las vacas en el preparto haya sido buena, para permitir que los animales lleguen al parto con una buena CC (3,13 en la escala de 1-

5). Es esperable que los animales de todos los grupos hayan llegado al momento del parto movilizand o reservas. Luego del parto los animales movilizaron reservas y registraron valores de NEFA por encima del máximo aceptable para vacas en lactancia de 0,7 mMol/L (Whitaker, 2004). Esto continuó hasta la segunda-tercera semana PP.

El colesterol sérico total es una medida indirecta de las lipoproteínas de transporte en sangre (VLDL, LDL, HDL) y por lo tanto de la capacidad del hígado para producirlas (Van Saun, 2000). En numerosos estudios se encontró que la suplementación grasa en la dieta aumenta las concentraciones circulantes de colesterol (Talavera et al. 1985, Williams 1989, Grummer y Carroll 1991a, Hightshoe et al. 1991, Wehrman et al. 1991, Thomas et al. 1997, Staples et al. 1998, Williams y Stanko 1999, Robinson et al. 2002). Esto ocurrió en los tres tratamientos, siendo no esperable ya que lo lógico hubiese sido que aumentara más en los tratamientos con suplementación con grasa o que solamente aumente en estos grupos. En nuestro trabajo, el colesterol presento una tendencia a disminuir hasta el momento del parto y luego registró un importante incremento en su concentración al avanzar las semanas PP. Patrones similares fueron reportados (Cavestany et al. 2005, Crespi et al. 2005), quienes lo atribuyeron a la recuperación del balance energético. Los bajos niveles de colesterol alrededor del parto pueden relacionarse con movilización grasa debido a la deficiencia de energía (Ghergariu et al. 1984, Wittwer et al. 1987).

Se estudió el destino de la primera onda folicular PP debido a su comprobado impacto sobre la duración del anestro PP (Beam y Butler, 1997). Las vacas que no ovulan el folículo dominante (FD) de la primera onda PP o forman quistes foliculares, tienen un prolongado período de ondas foliculares anovulatorias antes de que la primera ovulación PP ocurra, en comparación con las vacas que ovulan el FD de la primera onda PP (Beam y Butler, 1999). Además la primera ovulación PP determina el número y la duración de los ciclos estrales antes de que comience el período de servicios. Cuanto más temprano en el PP ocurra la primera ovulación habrá mayor número de ciclos y mayores probabilidades de concepción al primer servicio (Martínez y

Sánchez 1999, Cavestany et al. 2001, Roche y Diskin 2005). En el presente estudio la proporción de animales que ovularon el FD de la primera onda folicular PP no fue afectado por la suplementación grasa. Según Butler y Smith (1989) el promedio de días a la primera ovulación PP en las vacas lecheras es de aproximadamente 25 a 30 días, con un rango típico de 17 a 42 días. En nuestro ensayo el intervalo parto-ovulación (IPOv) promedio fue de 29 días, 31 en vaquillonas control, 27 en suplementadas con girasol y 29 con soja. Estos resultados no presentan diferencias significativas, lo que podría deberse al buen estado corporal de los animales al parto enmascarando el posible efecto que podría tener la suplementación lipídica sobre esta variable.

Muchos estudios reportan que la suplementación grasa estimula el crecimiento y aumenta el tamaño del FD (Hightshoe et al. 1991, Beam y Butler 1997, Oldick et al. 1997, Thomas et al. 1997, De Fries et al. 1998, Mattos et al. 2000). Según Lucy et al. (1991) este efecto no depende de la energía aportada por la grasa dado que también está presente en dietas isocalóricas. Sin embargo en nuestro ensayo la suplementación grasa no afectó el diámetro máximo del FD de la primera onda PP entre los diferentes tratamientos. Esto se contradice con Beam y Butler (1997), quienes trabajaron con dietas isoproteicas y con tres niveles de grasa (3,3%, 5,2%, 7,1% EE) y energía neta de lactación creciente según %EE, y Albanell y Silva (2006) quienes reportaron que los animales que ovulan el FD de la primera onda PP presentan mayores diámetros lo cual no fue observado en nuestro ensayo. En este ensayo se varió la concentración energética preparto de las dietas para observar su efecto sobre el reinicio de la actividad reproductiva.

Con respecto a la leche corregida por grasa al 4%, los datos analizados muestran que si bien se ve un aumento hacia la semana 2 PP, esta se mantiene a lo largo del periodo, contrariamente a lo mencionado por varios autores que indican que podría existir una depresión en los niveles de la misma (Casper et al. 1988, AbuGhazaleh et al. 2003). Casper reporta una disminución de grasa en leche como también de LCG, con niveles de 8,1% y 6,9% de semilla de

girasol en la dieta contra 4% del tratamiento control. En tanto AbuGhazaleh (2003) reporta el uso de niveles de EE entre 5,42% y 5,75%, dietas isoproteicas e isocalóricas, difiriendo el tipo de ácidos grasos aportados en los tratamientos.

El contenido de grasa en leche no mostro diferencias significativas para los tres tratamientos, al igual que lo reportado por Castro et al. (2007), cuando en realidad se debieran haber observado cambios en los porcentajes debido al efecto ya comentado que tienen los lípidos sobre la glándula mamaria, Grummer (1991b), reporta que la suplementación con grasa disminuye la síntesis de novo de ácidos grasos por parte de la glándula mamaria.

En cuanto al contenido de proteína este fue similar para los tres tratamientos no habiendo afectado la suplementación este parámetro. Esto es coincidente con la literatura, donde el suministro de grasa adicional en dietas de vacas lecheras no tendría efectos directos sobre el contenido de proteína en la leche. En la medida que no se supere el 6% de extracto el éter en la dieta completa no se esperaría observar diferencias en los niveles de proteína láctea. A partir de ese nivel de inclusión de grasa en la dieta se podría estar afectando negativamente el consumo, y este menor consumo afectaría sí directa- y negativamente la producción de proteína láctea.

En la bibliografía consultada se encontró información diversa, en algunos casos para igual aporte de EE (8%, por ejemplo) se encontraron diferencias en la producción de leche y en otros no. También hay reportes contradictorios al suministrar un 12% de EE en la dieta.

VI. CONCLUSIONES

La inclusión de una fuente de grasa poliinsaturada (GPI) durante el PP temprano bajo la forma de SGE o SSE, no afectó la producción y composición de leche ni la CC de los animales. Esta suplementación no aceleró el reinicio de la actividad ovárica posparto en las vacas primíparas suplementadas.

La ausencia de efectos indeseables sobre las vacas lecheras con los niveles de inclusión en la dieta mencionados (extracto al éter de la dieta no mayor al 6% de la MS) sugiere que podrían utilizarse las semillas oleaginosas como fuentes sustitutas de energía y/o proteína cuando los precios de estos granos sean más favorables al productor que los más comúnmente utilizados, como el caso del grano de maíz.

Quizás la buena CC pre-parto atenuó el posible efecto de la suplementación con grasa en el PP temprano sobre los parámetros productivos y reproductivos. Queda pendiente la repetición del experimento con vaquillonas con menor CC al parto.

VII. RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de suministrar semillas de girasol y de soja enteras como fuente de lípidos sobre la producción y composición de leche, la condición corporal, el reinicio de la actividad luteal posparto y concentración plasmática de metabolitos en vacas Holstein primíparas durante el posparto temprano, se utilizaron 30 animales, agrupados en 3 grupos de igual condición corporal, siendo asignados cada grupo al azar a uno de tres tratamientos: C (sin semilla), G (con 0,7 kg de semilla de girasol en el concentrado), S (con 1,7 kg de semilla de soja en el concentrado). La fase experimental duró 50 días luego del parto siendo las dietas formuladas de manera de que fuesen isoproteicas e isoenergéticas, las cuales consistieron en pastoreo de praderas mezcla de gramíneas y leguminosas, ensilaje de maíz y concentrado. A su vez, las dietas G y S eran isolipídicas pero con mayor aporte etéreo que la dieta C. No se encontraron diferencias significativas en las variables analizadas, cómo tampoco se observó modificaciones en la evolución de la CC posparto. El consumo de semillas oleaginosas enteras durante el posparto temprano no generaría inconvenientes en los parámetros reproductivos y productivos de vaquillonas Holstein en pastoreo si se respeta un nivel de inclusión de % de extracto etéreo de 5-6% en la dieta.

Palabras clave: Semillas oleaginosas; Suplementación lipídica; Primíparas; Ciclicidad ovárica posparto.

VIII. SUMMARY

With the target to evaluate, the effect of adding entire sunflower and soya seeds, as lipids source over the milk's production and composition, the corporal condition, the beginning of the luteal post-delivery activity and plasmatic concentration of metabolites in incipient Holstein cows during the early post-delivery. Thirty animals were used, in three groups of equal corporal condition. Each group was assigned to one of the three treatments at random: C (without seeds), G (with 0.7 Kg sunflower seeds in the concentrate), S (with 1.7 Kg soya seeds in the concentrate). The experimental period was during fifty days, after the delivery the diets were formulated isoprotein and isoenrgetic, which were made by pastured mixing gramineous and leguminous, silo corn and concentrate. G and S diets were isolipids but with more ethereal contribution than the C diet. There weren't found important differences between the varieties analyzed, neither CC post-delivery evolution modification. The consume of entire oleaginous seeds during the early post-delivery, doesn't generate any problem in the reproductive and productive cattle Holstein parameters in pasturing , if the level of ethereal extract inclusion is respected in 5-6 % on the diet.

Keywords: Oilseeds; Lipid supplementation; Primiparous; Postpartum ovarian cyclicity.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. ABAYASEKARA, D.R.E; WATHES, D.C. 1999. Effects of altering dietary fatty acid composition on prostaglandin synthesis and fertility. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids. 61: 275-287.
2. ABUGHAZALEH, A.A.; SCHINGOETHE, D.J., HIPPEN, A.R., KALSCHEUR, K.F. 2003. Conjugated linoleic acid and vaccenic acid in rumen, plasma, and milk of cows fed fish oil and fats differing in saturation of 18 carbon fatty acids. Journal Dairy of Science. 86: 3648-3660.
3. ACOSTA, Y. 1997. Utilización de ensilajes, concentrados y pasturas para producción de leche. In: Restaino, E.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva. Montevideo, INIA. pp. 157-166 (Serie Técnica no. 15).
4. ALBANELL, F.; SILVA A. 2006. Efecto de la suplementación energética sobre la reproducción y producción en vacas holando en pastoreo. Tesis Doctor en Ciencias Veterinarias. Montevideo, Uruguay. Facultad de Veterinaria. 63 p.
5. ALLEN, M.S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. Journal Dairy of Science. 83: 1598-1624.
6. ANDERSON, M.J.; OBADIAH, Y.E.M.; BOMAN, R.L.; WALTERS, J.L. 1984. Comparison of whole cottonseed, extruded soybeans, or whole sunflower seeds for lactating dairy cows. Journal Dairy of Science. 67: 569-573.
7. ANDRIEU, J. ; DEMARQUILLY, C. ; SAUVANT, D. 1989. Tables of feeds used in France. In: Jarrige, R. ed. Ruminant nutrition; recommended allowances and feed tables. Paris, INRA. pp. 213-303.
8. ARTHUR, G. 1991. Reproducción y obstetricia en veterinaria. Teriogenología. Nueva York, Interamericana McGraw-Hill. pp. 125-128.
9. BALDWIN, A.R.; FULMER, R.W. 1984. Expanding opportunities for utilization of soybean oil and

protein. In: World Soybean Research Conference (3rd., 1984, Colorado, USA). Proceedings. Boulder, Colorado, Westview. pp. 135-141.

10. BANTA, J.P.; LALMAN, D.L.; OWENS, F.N.; KREHBIEL, C.R.; WETTEMANN, R.P. 2006. Effects of interval-feeding whole sunflower seeds during mid to late gestation on performance of beef cows and their progeny. *Journal of Animal Science*. 84: 2410-2417.
11. BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J.M. 2001. Regulation and nutritional manipulation of milk fat; low-fat milk syndrome. *Livestock Production Science*. 70: 15-29.
12. _____.; _____. 2003. Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annual Review of Nutrition*. 23: 203-227.
13. BEAM, S.W.; BUTLER, W.R. 1997. Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. *Biology Reproductive*. 56: 133-142.
14. BELLOWS, R.A.; GRINGS, E.E.; SIMMS, D.D.; GEARY, T.W.; BERGMAN, J.W. 2001. Effects of feeding supplemental fat during gestation to first-calf beef heifers. *Professional Animal Scientist*. 17: 81-89.
15. BERNARD, J.K. 1990. Effect of raw or roasted whole soybeans on digestibility of dietary nutrients and milk production of lactating dairy cows. *Journal Dairy of Science*. 73: 3231-3236.
16. BLANCO, G.S. 2000. Solución de problemas reproductivos en la vaca. In: Caballero, CR; Novoa, R.; Casanova, E.; Valera, R.; Machado, G. eds. *Pastos y forrajes*. La Habana, Cuba, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. p. 162.
17. BLOCK, E.; LUNDY, F. P.; BRIDGES, W. C.; BERTRAND, J. A.; JENKINS, T. C. 2004. Ruminant biohydrogenation in Holstein cows fed soybean fatty acids as amides or calcium salts. *Journal Dairy of Science*. 87:1038-1046

18. BOKEN, S.L.; STAPLES, C.R.; SOLLENBERGER, L.C., JENKINS; T.C., THATCHER, W.W. 2005. Effect of grazing and fat supplementation on production and reproduction of Holstein cows. *Journal Dairy of Science*. 88: 4258-4272.
19. BUTLER, W.R.; SMITH R.D. 1989. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *Journal Dairy of Science*. 72:767-783
20. _____. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science*. 60-61:449-457
21. CASTRO, P.; CLAVELL, F.; ARTÍA, E. 2007. La semilla de girasol entera como suplemento para vacas lecheras en pastoreo durante el posparto temprano: efectos sobre el reinicio de la ciclicidad ovárica, y sobre la producción y composición de leche. Tesis Doctor en Ciencias Veterinarias. Montevideo, Uruguay. Facultad de Veterinaria. 67 p.
22. CAVESTANY, D.; BLANC, J.E.; KULCSAR, M.; URIARTE, G.; CHILIBROSTE, P.; MEIKLE, A.; FEBEL, H.; FERRARIS, A.; KRALL, E. 2005. Metabolic profiles of the transition dairy cow under a pasture-based milk production system. *Journal of Veterinary Medicine*. A52:1-7
23. CANFIELD, R. W.; BUTLER W. R. 1991. Energy balance, first ovulation and the effects of naloxone on LH secretion in early postpartum dairy cows. *Journal Dairy of Science*. 69: 740-746.
24. CAPPA, V. 1993. Alimentación y fertilidad en los bovinos (I). *Mundo Ganadero*. 6:45
25. CASPER, D.P., SCHINGOETHE, D.J., MIDDAUGH, R.P., BAER, R.J. 1988. Lactational responses of dairy cows to diets containing regular and high oleic acid sunflower seeds. *Journal Dairy of Science*. 71: 1267-1274.
26. CHANDLER, P.T. 1992. Management of the feeding programs in high producing herds. In: Dairy Manage Seminar. Iowa State University, Iowa, USA. Ames, I.A. p. 1.

27. CHILIBROSTE, P. 2002. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño - invernal. In: Alimentación y tipo de vaca en sistemas de base pastoril. Jornada abierta de Lechería (2^a, Octubre 2002, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina).
28. CHILLIARD, Y. 1993. Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs, and rodents; a review. *Journal Dairy of Science*. 76: 3897-3931.
29. _____.; FERLAY, A.; MANSBRIDGE, R.M.; DOREAU, M. 2000. Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. *Annales de Zootechnie*. 49: 181-205.
30. CHOUINARD, P.Y.; GIRARD, V.; BRISSON, G.J. 1997. Performance and profiles of milk fatty acids of cows fed full fat, heat-treated soybeans using various processing methods. *Journal Dairy of Science*. 80: 334-342.
31. CONTI, G.A.; GREGORET, R.F.; GALLARDO, M.R.; VALTORTA, S.; GAGGIOTTI, M.C. 2004. Sustitución de la semilla de algodón por poroto de soja en la alimentación de vacas lecheras en pastoreo. In: Congreso Argentino de Producción Animal (27°, 2004, Tandil, Argentina). 1 disco compacto, 8 mm.
32. DAIRYONE. 2006. Forage laboratory; feed composition library. (en línea). New York, USA. s.p. Consultado 02 set. 2008. Disponible en <http://www.dairyone.com/Forage/FeedComp/mainlibrary.asp>.
33. DAYANI, O.; GHORBANI, G.; ENTZ, T.; ROSS, C.M.; SHAH, M.A.; BEAUCHEMIN, K.A.; MIR, P.S.; MIR, Z. 2004. Effect of dietary soybean or sunflower seeds on milk production, milk fatty acid profile and yield of conjugated linoleic acid. *Journal Dairy of Science*. 84: 113-124.
34. DELAZARI, J.A.; FONSECA, F.A.; DE QUEIROZ, A.C.; PEREIRA, J.C.; CECON, P.R. 2000. Desempenho reprodutivo, concentrações de progesterona e metabólitos lipídicos no pós-parto de vacas mestiças H/Z, submetidas a uma dieta

hiperlipidêmica. Brazilian Journal Animal of Science. 29: 413-420.

35. DICK, A. 1998. Manejo reproductivo y fertilidad en rodeos lecheros. XVIII Curso Internacional de Producción Lechera (1998, INTA-Rafaela, Argentina). Tomo III.
36. DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. (1997). Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. British Journal of Nutrition. 78 (Suppl.1): 15-35
37. DRACKLEY, J.K.; CLARK, A.K.; SAHLU, T. 1985. Ration digestibilities and ruminal characteristics in steers fed sunflower seeds with additional calcium. Journal Dairy of Science. 68: 356-367.
38. _____.; SCHINGOETHE, D.J. 1986. Extruded blend of soybean meal and sunflower seeds for dairy cattle in early lactation. Journal Dairy of Science. 69: 371-384 (abstract).
39. _____.; OVERTON, T. R., DOUGLAS, G. N. 2001. Adaptations of glucose and long-chain fatty acid metabolism in liver of dairy cows during the periparturient period. Journal Dairy of Science. 84(E. Suppl.):E100-E112
40. EDMONSOND, A.J.; LEAN, I.J. et al. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. Tulare 93274. Journal Dairy of Science. 72: 68-78
41. FALDET, M.A.; SATTER, L.D. 1991. Feeding heat-treated full fat soybeans to cows in early lactation. Journal Dairy of Science. 74: 3047-3054.
42. FEDNA. 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos. (en línea). Madrid, España. 423 p. Consultado 13 jul. 2008. Disponible en http://www.etsia.upm.es/fedna/conc_prot_vegetal/s_emillas_girasol.htm y http://www.etsia.upm.es/fedna/conc_prot_vegetal/s_emillas_girasol_ALTO_OLEICO.htm.
43. FEHR, W.R. 1989. Soybean. In: Röbbelen, G.; Downey, R.K.; Ashri, A. eds. Oil crops of the world. USA, McGraw-Hill. pp: 283-300.

44. FERGUSON, J. D.; SKLAN, D.; CHALUPA, W. V.; KRONFELD D. S. 1990. Effects of hard fats on in vitro and in vivo rumen fermentation, milk production, and reproduction in dairy cows. Department of Clinical Studies, University of Pennsylvania School of Veterinary Medicine, Pennsylvania, USA. Journal Dairy of Science. 73: 2864-2879.
45. FINN, A.M.; CLARK, A.K.; DRACKLEY, J.K.; SCHINGOETHE, D.J.; SAHLU, T. 1985. Whole rolled sunflower seeds with or without additional limestone in lactating dairy cattle rations. Journal Dairy of Science. 68: 903-913.
46. FREDRIKSSON, G.; KINDAHL, H.; ALEMUS, S.; CARLSSON, U.; CORT, N.; EDQUIST, L.E., UGGLA, A. 1990. Uterine infection and impaired reproductive performance mediated through prostaglandin release. I.F.S. and Swedish International Program on Animal Reproduction, Joint Seminar on Animal Reproduction. Montevideo and Paysandú, Uruguay.
47. FRIEND, T. 1991. Behavioral aspects of stress. Department of Animal Science, Texas A&M University, USA. Journal Dairy of Science. 74: 292-303.
48. FUNSTON, R. N. 2004. Fat supplementation and reproduction in beef females. University of Nebraska, West Central Research and Extension Center, Nebraska, USA. Journal Animal Science. 82: E154-E161.
49. GAGLIOSTRO, G.A.; SCHANG, M.E.; GARCIARENA, D.; FERNÁNDEZ, H.H.; GUAITA, M.S.; PÁEZ, R. 2004a. Reemplazo de grano de maíz por semilla de girasol en vacas lecheras en pastoreo. 1. Consumo de materia seca, producción y composición de leche. In: Congreso Argentino de Producción Animal (27°, 2004, Tandil, Argentina).
50. _____.; _____.; _____.; _____.; _____.; _____. 2004b. Reemplazo de grano de maíz por semilla de girasol en vacas lecheras en pastoreo. 2. Metabolitos plasmáticos y composición de ácidos grasos de la leche. In: Congreso Argentino de Producción Animal (27°, 2004, Tandil, Argentina).

51. _____.; _____.; _____.; _____.
_____.; _____. 2004c. Reemplazo de grano de
maíz por semilla de girasol en vacas lecheras en
pastoreo. 3. Ambiente ruminal y digestión de la
pastura. In: Congreso Argentino de Producción
Animal (27°, 2004, Tandil, Argentina).
52. GANESH, D.; GRIEVE, D.O. 1990. Effect of roasting
raw soybeans at three temperatures on in situ dry
matter and nitrogen disappearance in dairy cows.
Journal Dairy of Science. 73: 3222-3230.
53. GARCIA, M.R.; AMSTALDEN, M.; MORRISON, C.D.;
KEISLER, D.K.; WILLIAMS, G.L. 2003. Age at
puberty, total fat and conjugated linoleic acid
content of carcass, and circulating metabolic
hormones in beef heifers fed a diet high in
linoleic acid beginning at four months of age.
Journal of Animal Science. 81: 261-268.
54. GOHL, B. 1982. Piensos tropicales; resúmenes
informativos sobre piensos y valores nutritivos.
Roma, FAO. 549 p. (Colección FAO. Producción y
Sanidad Animal no. 12).
55. GRANT, R.J.; WEIDNER, S.J. 1992. Effect of fat from
whole soybeans on performance of dairy cows fed
rations differing in fiber level and particle
size. Journal Dairy of Science. 75: 2742-2751
56. GRUMMER, R.R.; CARROLL D.J. 1991a. Effects of
dietary fat on metabolic disorders and
reproductive performance of dairy cattle. Journal
of Animal Science. 69: 3838-3852
57. _____. 1991b. Effects of feed on the composition
of milk fat. Journal Dairy of Science. 74: 3244-
3257.
58. _____. 1992. Etiology of lipid related
metabolic disorders in periparturient dairy
cattle. In: American Dairy Science Association
eds. Champaign, IL. p 248.
59. _____.; LUCK, M.L.; BARMORE, J.A. 1994.
Lactational performance of dairy cows fed raw
soybeans, with or without animal by-product
proteins, or roasted soybeans. Journal Dairy of
Science. 77: 1354-1359.

60. GUILLAUME, B.; OTTERBY, D.E.; STERN, M.D.; LINN, J.G.; JOHNSON, D.G. 1991. Raw or extruded soybeans and rumen-protected methionine and lysine in alfalfa-based diets for dairy cows. *Journal Dairy of Science*. 74: 1912-1922
61. HAFEZ, E. 1987. Reproducción e inseminación artificial en animales. 5^a. ed. México, Interamericana. 678 p.
62. HIGHTSHOE, R.B.; COCHRAN, R.C.; CORAH, L.R., KIRACOFE, G.H.; HARMON, D.L.; PERRY, R.C. 1991. Effects of calcium soaps of fatty acids on postpartum reproductive function in beef cows. Kansas State University, Kansas, USA. *Journal of Animal Science*. 69: 4097-4103.
63. IBARRA, D.; CHILIBROSTE, P. 2003. Evolución de la condición corporal y variables reproductivas. In: Proyecto "Interacción Alimentación - Reproducción". Informe final 2003. Montevideo, CONAPROLE. pp. 34-45.
64. JENKINS, T. 1998. Benefits and limitations of fat in dairy rations. (en línea). In: Mid-South Ruminant Nutrition Conference (2^a, 1998, Texas, USA). Proceedings. Texas, USA, Texas Animal Nutrition Council. pp. 35-44. Consultado 15 ago. 2008. Disponible en <http://www.txanc.org/proceedings/1998/benefits.pdf>.
65. KALSCHEUR, K.; TETER, B.; PIPEROVA, L.; ERDMAN, R. 1997. Effect of fat source on duodenal flow of trans-C18:1 fatty acids and milk fat production in dairy Cows. *Journal Dairy of Science*. 80: 2115-2126.
66. LAMMOGLIA, M. A.; WILLARD, S.T.; OLDHAM, J.R.; RANDEL, R.D. 1996. Effects of dietary fat and season on steroid hormonal profiles before parturition and on hormonal, cholesterol, triglycerides, follicular patterns, and postpartum reproduction in Brahman cows. *Journal of Animal Science*. 74: 2253-2262.
67. _____.; _____.; HALLFORD, D.M.; RANDEL, R.D. 1997. Effects of dietary fat on follicular

development and circulating concentrations of lipids, insulin, progesterone, estradiol-17 β , 13,14-dihydro-15-keto-prostaglandin F_{2 α} , and growth hormone in estrous cyclic brahman cows. Journal of Animal Science. 75: 1591-1600.

68. LUIZZI, D.; CASTIGLIONI, E. 1993. Soja. Montevideo, Facultad de Agronomía. 173 p.
69. M^CGUFFEY, R.K.; SCHINGOETHE, D.J. 1982. Whole sunflower seeds for high producing dairy cows. Journal Dairy of Science. 65: 1479-1483.
70. M^CKEVITH, B. 2005. Nutritional aspects of oilseeds. Nutrition Bulletin. 30: 13-26.
71. MAESTRI, D.M.; LABUCKAS, D.O.; MERILES, J.M.; LAMARQUE, A.L.; ZYGADLO, J.A.; GUZMÁN, C.A. 1998. Seed composition of soybean cultivars evaluated in different environmental regions. Journal of the Science of Food Agriculture. 77: 494-498.
72. MANSBRIDGE, R.J.; BLAKE, J.S. (1997). Nutritional factors affecting the fatty acid composition of bovine milk. British Journal of Nutrition. 78: 37-47.
73. MARKUS, S.B.; WITTENBERG, K.M.; INGALLS, J.R.; Undl, M. 1996. Production responses by early lactation cows to whole sunflower seed or tallow supplementation of a diet based on barley. Journal Dairy of Science. 79: 1817-1825.
74. MEIKLE, A.; CAVESTANY, D.; FERRARIS, A.; BLANC, J.E.; ELIZONDO, F.; CHILIBROSTE, P. (2005). Efecto de la alimentación durante el período de transición sobre la primera ovulación posparto de vacas primíparas y multíparas. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (33^a, 2005, Paysandú, Uruguay). pp 226-227.
75. MIELKE, C.D.; SCHINGOETHE, D.J. 1981. Heat-treated soybeans for lactating cows. Journal Dairy of Science. 64: 1579
76. MIERES, J.M. ; ASSANDRI, L. ; CÚNEO, M. Tablas de valor nutritivo de los alimentos. In: Mieres, J.M. eds. Guía para la alimentación de rumiantes. Montevideo, INIA. pp. 13-68.(Serie Técnica No 142) .

77. MOHAMED. O.E.; SATTER, L.D.; GRUMMER, R.R.; EHLE, F.R. 1988. Influence of dietary cottonseed and soybean on milk production and composition. Journal Dairy of Science. 71: 2677-2688.
78. MOUNTS, T.L.; WOLF, W.J.; MARTINEZ, W.H. Processing and utilization. In: Wilcox, J.R. ed. Soybeans: improvement, production, and uses. Madison, USA. pp: 819-866 (Agronomy Series N° 16 (2nd edition)).
79. MURPHY, L.J.; BELL, G.I.; FRIESEN HG. (1987). Tissue distribution of insulin-like growth factor-I and II messenger ribonucleic acid in the adult rat. Endocrinology. 120: 1279-1282.
80. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1996. Nutrient requirements of beef cattle. 7th rev. ed. Washington D.C., USA. National Academy Press. 242 p.
81. _____. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th revised edition. National Academy Press, Washington D.C., USA. 405 p.
82. NAVARRO, J.A.; SANTINI, F.J.; VILLARREAL, E.L.; DEPETRIS, G.J.; REARTE, D.H. 2004. Efecto del suministro de granos enteros de girasol o soja en el engorde a corral. 1. Comportamiento productivo en terneras bolita. In: Congreso Argentino de Producción Animal (27°, 2004, Tandil, Argentina).
83. PALMQUIST, D.L.; CONRAD, H.R. 1978. High fat rations for dairy cows. Effects on feed intake, milk and fat production, and plasma metabolites. Journal Dairy of Science. 61: 890-901.
84. _____.; JENKINS, T.C. 1980. Fat in lactation rations: review. Journal Dairy of Science. 63 (1): 1-14.
85. _____. 1984. Use of fats in diets for lactating com oil by lambs. In: JENKINS, T.C. ed. Fats in Animal Nutrition. Butterworths, London. p.357.
86. _____., KINSEY, D.J. 1994. Lipolysis and biohydrogenation of fish oil by ruminal microorganisms. Journal Dairy of Science. 77 (Suppl. 1): 350.

87. PERRY, F.G.; MACLEOD, G.K. 1968. Effects of feeding raw soybeans on rumen metabolism and milk composition of dairy cows. *Journal Dairy of Science*. 51: 1233-.
88. PETIT, H. V. 2003. Digestion, milk production, milk composition, and blood composition of dairy cows fed formaldehyde treated flaxseed or sunflower seed. *Journal Dairy of Science*. 86: 2637-2646.
89. _____. ; GERMIQUET, C. ; LEBEL, D. 2004. Effect of feeding whole, unprocessed sunflower seeds and flaxseed on milk production, milk composition, and prostaglandin secretion in dairy cows. *Journal Dairy of Science*. 87: 3889-3898.
90. _____. ; TWAGIRAMUNGU, H. 2006. Conception rate and reproductive function of dairy cows fed different fat sources. *Theriogenology*. 66: 1316-1324.
91. RAFALOWSKI, W.; PARK, C. S. 1982. Whole sunflower seeds as a fat supplement for lactating cows. *Journal Dairy of Science*. 65: 1484-1492.
92. REARTE, D.H.; SANTINI, F.J.; GARCÍA, P.T.; MARITANO, M.; ELIZALDE, J.C. 1989. Efectos de la suplementación de semilla de girasol sobre la producción y composición de la leche. *Revista Argentina de Producción Animal*. 9 (Supl. 1): 6
93. ROBINSON, R.S.; PUSHPAKUMARA, P.G.A.; CHENG, Z.; PETERS, A.R.; ABAYASEKARA, D.R.E.; WATHES, D.C. 2002. Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on ovarian and uterine function in lactating dairy cows. *Reproduction*. 124: 119-131.
94. ROVERE, G; SOTELO, F.; VALENA, J.; SLAVICA, J. 2002. Mejoramiento lechero y el monitoreo reproductivo de los tambos en Uruguay. (en línea). Montevideo, Instituto Nacional para el Mejoramiento Lechero. 6 p. Consultado 18 may. 2008 Disponible en <http://www.mejoramientolechero.org.uy/articulos/Myelmonitoreoreproductivodelostambosuruquayosfs.pdf>.
95. RUEGSEGGER, G. J.; L.H. SCHULTZ 1985. Response of high producing dairy cows in early lactation to the feeding of heat-treated whole soybeans.

University of Wisconsin, Wisconsin, USA. Journal Dairy of Science. 68: 3272.

96. RYAN, D.P.; SPOON, R.A.; WILLIAMS, G.L. 1992. Ovarian follicular characteristics, embryo recovery, and embryo viability in heifers- fed high-fat diets and treated with follicle-stimulating hormone. Journal of Animal Science. 70: 3505-3513.
97. SALONIEMI, H. 1993. Dairy production and diseases in Finland. Conference: The High-Yielding Dairy Cow: Periparturient Disturbances in Stomach Function, Acid-Base Balance, Calcium Homeostasis and Energy Metabolism, Jaegerspris (Denmark), 12-14 Jan 1993
98. SARRAZIN, P.; MUSTAFA, A.F.; CHOUINARD, P.Y.; RAGHAVAN, G.S.V.; SOTOCINAL, S.A. 2004. Performance of dairy cows fed roasted sunflower seed. Journal of the Science of Food Agriculture. 84: 1179-1185.
99. SCOTT, T.A.; COMBS, D.K.; GRUMMER, R.R. 1991. Effects of roasting, extrusion, and particle size on the feeding value of soybeans for dairy cows. Journal Dairy of Science. 74: 2555-2562
100. SCHAUFF, D.J.; ELLIOT, J.P.; CLARK, J.H.; DRACKLEY, J.K. 1992. Effects of feeding lactating dairy cows diets containing whole soybeans and tallow. Journal Dairy of Science. 75: 1923-1935.
101. SCHINGOETHE, D.J.; BROUK, M.J.; LIGHTFIELD, K.D.; BAER, R.J. 1996. Lactational responses of dairy cows fed unsaturated fat from extruded soybeans or sunflower seeds. Journal Dairy of Science. 79: 1244-1249.
102. SCHROEDER, G. F.; GAGLIOSTRO, G. A.; BARGO, F.; DELAHOY, J. E.; MULLER, L. D. 2004. Effects of fat supplementation on milk production and composition by dairy cows on pasture. Livestock Production Science. 86: 1-13.
103. SHARMA, H.R.; WHITE, B.; INGALLS, J.R. 1986. Utilization of whole rape (canola) seed and sunflower seeds as sources of energy and protein in calf starter diets. Animal Feed Science and Technology. 15: 101-112.

104. STAPLES, C.R.; BURKE, J.M.; THATCHER, W.W. 1998. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. *Journal Dairy of Science*. 81: 856-871
105. STEGEMAN, O.A.; CASPER, D.P.; SCHINGOETHE, D.J.; BAER, R.J. 1992. Lactational responses of dairy cows fed unsaturated dietary fat and receiving bovine somatotropin. *Journal Dairy of Science*. 75: 1936-1945.
106. STERN, M.D.; SANTOS, K.A.; SATTER, L.D. 1985. Protein degradation in rumen and amino acid absorption in small intestine of lactating dairy cows fed heat-treated whole soybeans. *Journal Dairy of Science*. 68: 45-56.
107. TALAVERA, F.; PARK, C.S.; WILLIAMS, G.L. 1985. Relationships among dietary lipid intake, serum cholesterol and ovarian function in Holstein heifers. *Journal of Animal Science*. 60: 1045-1051.
108. THATCHER, W.W.; STAPLES, C.R. 2000. Effects of dietary fat supplementation on reproduction in lactating dairy cows. University of Alberta, Australia. *Adv-dairy-technol*. 12: 213-232.
109. THOMAS, M.G.; WILLIAMS, G.L. 1996. Metabolic hormone secretion and FSH-induced superovulatory responses of beef heifers fed dietary fat supplements containing predominantly saturated or polyunsaturated fatty acids. *Theriogenology*. 45: 451-458.
110. _____.; BAO, B.; WILLIAMS, G.L. 1997. Dietary fats varying in their fatty acid composition differentially influence follicular growth in cows fed isoenergetic diets. *Journal of Animal Science*. 75: 2512-2519.
111. TICE, E.M.; EASTRIDGE, M.L.; FIRKINS, J.L. 1993. Raw soybeans and roasted soybeans of different particle sizes. 1. Digestibility and utilization by lactating cows. *Journal Dairy of Science*. 76: 224-235.
112. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES Y

ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. 2000. Censo general agropecuario. Montevideo. s.p.

113. _____. _____. _____. 2003. La lechería comercial en Uruguay; contribución a su conocimiento. Montevideo. 68 p.
114. VAN DIJK, H.J.; O'DELL, G.D.; PERRY, P.R.; GRIMES, L.W. 1983. Extruded versus raw ground soybeans for dairy cows in early lactation. *Journal Dairy of Science*. 66: 2521-2525.
115. VAN SOEST, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd. ed. Ithaca, Nueva York, Cornell University Press. 476 p.
116. WATTIAUX, M.A.; HOMAN, J.E. 1995. Nutrición y alimentación. Guía técnica lechera. Madison, University of Wisconsin. 130 p.
117. _____. 1998. Manejando la eficiencia reproductiva del hato. In: WATTIAUX, M.A.; HOMAN, J.E. eds. Reproducción y selección genética. Guías técnicas lecheras. The Babcock Institute. Universidad de Wisconsin, Madison.
118. _____. ; GRUMMER, R.R. 2000. Lipid metabolism in dairy cows. In: WATTIAUX, M.A.; HOMAN, J.E.; GRUMMER, R.R. eds. Dairy herd management. Babcock Institute for International Dairy Research and Development. Univ. Wisconsin, Madison (No. 301).
119. WEHRMAN, M.E.; WELSH, T.H.; WILLIAMS, G.L. 1991. Diet-induced hyperlipidemia in cattle modifies the intrafollicular cholesterol environment, modulates ovarian follicular dynamics, and hastens the onset of postpartum luteal activity. *Biology Reproductive*. 45: 514-522.
120. WHITE, B.G.; INGALLS, J.R.; SHARMA, H.R. 1987. The addition of whole sunflower seeds and sodium bicarbonate to fat depressing diets for lactating cows. *Can. Journal of Animal Science*. 67: 437-445.
121. WILLIAMS, G. L.; STANKO, R.L. 1999. Dietary fats as reproductive nutraceuticals in beef cattle. (en línea). *Journal of Animal Science*. 77 : 1-12.

Consultado 15 ago. 2008. Disponible en <http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0915.pdf>

122. WILSON, R.F. 1987. Seed metabolism. In: Wilcox, J.R.ed. Soybeans: improvement, production, and uses. Madison, USA. pp: 643-686 (Agronomy Series N° 16 (2nd edition)).
123. WRENN, T.R.; WEYANT, J.R.; WOOD, D.L.; BITMAN, J.; RAWLINGS, R.M.; LYON, K. 1976. Increasing polyunsaturation of milk fats by feeding formaldehyde protected sunflower-soybean supplement. Journal Dairy of Science. 59: 627-635.