

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**LA SEMILLA DE GIRASOL ENTERA COMO SUPLEMENTO PARA VACAS
LECHERAS EN PASTOREO EN LACTANCIA TEMPRANA: EFECTOS SOBRE EL
CONSUMO, LA CALIDAD DE LA LECHE Y LOS PERFILES METABÓLICOS**

Por

**Ignacio DODERA
Rosalia MACÍAS
Gimena MOREÉ**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2007**

055 TG
La semilla de
Dodera, Ignacio



FVI27247

TESIS aprobada por:

Presidente de Mesa: Dr. José Luis Repetto

Segundo Miembro (Tutor):  Dr. Daniel Cavestany

Tercer Miembro: Dra. Elena de Torres

Co-tutor: Ing. Agr. Alejandro La Manna

Fecha: 17 de mayo de 2007

Autores: Ignacio Andrés Dodera de los Santos

Nelda Rosalía Macías Espinosa

Maria Gimena Moré Odella

AGRADECIMIENTOS

A nuestro tutor Dr. Daniel Cavestany por estar siempre presente.

Al Ing. Agr. Alejandro Mendoza por sus invaluable aportes.

A Paola Castro, Fernando Clavell, Ernesto Artía y Christian Guedes por su ayuda en el trabajo experimental.

A nuestros familiares y amigos por su incondicional apoyo.

A la familia López del tambo INIA La Estanzuela.

Al personal de Cantina de INIA La Estanzuela.

A la Dra Daniela Crespi.

Al Dr Gonzalo Uriarte de, DILAVE Miguel C Rubino.

Al Ing. Agr. Alejandro La Manna de INIA La Estanzuela.

TABLA DE CONTENIDO

	Pag
PÁGINA DE APROBACIÓN	I
AGRADECIMIENTOS	II
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	III
1. <u>RESUMEN</u>	1
2. <u>SUMMARY</u>	1
3. <u>INTRODUCCIÓN</u>	2
4. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
4.1 Sector lechero en el Uruguay	3
4.2 Alimentación de la vaca lechera	3
4.2.a) Alimentación en el período seco	4
4.2.b) Alimentación en el período de transición	4
4.2.c) Alimentación de la vaca en lactación	6
4.3 Producción y composición de leche	8
4.4 Metabolismo proteico	9
4.5 Metabolismo energético en la vaca lechera en el posparto	10
4.6 Metabolismo de las grasas	11
4.7 Grasa como suplemento en rumiantes	12
4.7 a Como se originan los CLA	15
4.8 Grasa butirosa y su importancia en la salud pública	15
5. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	16
5.1 Localización y duración	16
5.2 Animales	16
5.3 Tratamientos	16
5.4 Manejo y Alimentación Preparto	17
5.5 Manejo y Alimentación Posparto	17
5.6 Determinaciones	19
5.6.1 Condición Corporal	19
5.6.2 Producción y Composición de leche	19
5.6.3 Consumo	20
5.6.4 Metabolitos	21
5.6.5 Pastura	21
5.6.5.1 Disponibilidad	21
5.6.5.2 Valor nutritivo	22
5.6.6 Concentrado y ensilaje	22
5.6.7 Análisis estadístico	23
6. <u>RESULTADOS</u>	25
6.1 Consumo total	25
6.2 Consumo de pastura	25
6.3 Consumo de silo	26
6.4 Consumo de energía neta de lactación	26
6.5 Consumo de proteína cruda	26
6.6 Condición corporal	28

6.7 Producción de leche	28
6.8 Porcentaje de grasa	29
6.9 Leche corregida por grasa al 4%	30
6.10 Proteína en leche (%)	31
6.11 Caseína coagulable	31
6.12 Estabilidad térmica	31
6.13 Metabolitos	31
6.13.1 Acidos grasos no esterificados (NEFA)	31
6.13.2 Betahidroxi butirato (BHB)	33
6.13.3 Colesterol	34
6.13.4 Glucosa	35
6.13.5 Urea	36
6.14 Proteínas totales	37
6.15 Albúmina	37
6.16. Globulina	37
6.17 Albúmina / Globulina	37
7. <u>DISCUSIÓN</u>	38
7.1 Consumo	38
7.2 Producción y composición de leche	38
7.3 Condición corporal y metabolitos	41
8. <u>CONCLUSIONES</u>	43
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	44
10. <u>ANEXO</u>	51
10.1 Consideraciones metodológicas	51
10.1.1 Consumo	51
10.1.2 Perfiles metabólicos	51
10.1.3 Ácidos Grasos No Esterificados (NEFA)	51
10.1.4 Betahidroxi butirato (BHB)	52
10.1.5 Colesterol	52
10.1.6 Glucosa	52
10.1.7 Proteínas totales	52
10.1.8 Albúmina	52
10.1.9 Globulinas	53
10.1.10 Urea	53
10.1.11 Estabilidad térmica	53

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

	Pag
Cuadro	
Cuadro I: Composición de los concentrados comerciales	17
Cuadro II: Descripción de la composición química de los alimentos concentrados utilizados	18
Cuadro III: Descripción de la composición química de los forrajes utilizados	19
Cuadro IV: Resumen de las técnicas analíticas para determinar metabolitos	21
Cuadro V: Resumen de las técnicas analíticas para determinar composición de alimentos	23
Cuadro VI: Resultados de consumo de los alimentos utilizados	27
Cuadro VII: Producción de leche (litros) durante las primeras ocho semanas posparto en primíparas y multíparas	28
Figura	Pag
Figura 1: Consumo total	25
Figura 2: Consumo de silo	26
Figura 3: Condición corporal	28
Figura 4: Producción de leche	29
Figura 5: Porcentaje de grasa	29
Figura 6: Producción de leche corregida al 4 % de grasa (LCG)	30
Figura 7: Estabilidad térmica	31
Figura 8: Niveles de NEFA plasmáticos	32
Figura 9: Niveles de BHB plasmáticos	33
Figura 10: Concentraciones séricas de colesterol	34
Figura 11: Concentraciones séricas de glucosa	35
Figura 12: Concentraciones de urea en leche (MUN)	36
Figura 13: Concentraciones de urea en plasma (PUN)	36

1 RESUMEN

Para estudiar los efectos de la suplementación con semilla de girasol entera sobre el consumo, la calidad de la leche y los perfiles metabólicos en vacas lecheras en lactancia temprana a pastoreo se seleccionaron 48 vacas (24 primíparas y 24 multíparas) gestantes de la raza Holando, las cuales dentro de cada categoría fueron asignadas al azar a 3 grupos de tratamientos con 16 animales (8 vacas y 8 vaquillonas) cada uno. Todos los tratamientos consistieron en una dieta base formada por pastoreo directo de pradera de 2º y 3er año, mezcla de gramíneas y leguminosas con una asignación de forraje de 14 Kg de MS/vaca/día, ensilaje de planta entera de trigo, con una oferta en fresco de 17 Kg/vaca/día. Los tratamientos se diferenciaron de acuerdo al nivel de semilla de girasol entera (SGE) en el concentrado. Tratamiento 1 (G0) = 0 Kg Semilla de girasol entera (SGE) + 7 Kg de Concentrado (control). Tratamiento 2 (G0.7) = 0.7 Semilla de girasol entera (SGE) + 6.3 Kg de Concentrado. Tratamiento 3 (G1.4) = 1.4 Semilla de girasol entera (SGE) + 5.6 Kg de Concentrado. Las raciones fueron distintas según el tratamiento y se formularon de forma que las dietas completas de los distintos tratamientos fueran isoenergéticas e isoproteicas, de manera de poder evaluar el efecto de la grasa del girasol por sí mismo. La suplementación con semilla de girasol hasta 7% de la dieta no afectó negativamente el consumo de materia seca de los animales ni la producción de leche o la concentración y producción de sólidos de interés comercial. Se encontraron diferencias de tratamiento para la estabilidad térmica. El mayor contenido de MUN en el nivel de suplementación G 1.4 explicaría parcialmente la mayor ET evidenciada en dicho nivel. Los animales luego del parto sufrieron una disminución de la condición corporal, reflejado en un aumento de los niveles de NEFA circulantes. El aumento BHB en sangre y consecuentemente de colesterol, indican que los animales sufren un balance energético negativo el que no fue atenuado por la suplementación con SGE. El balance de nitrógeno fue similar para los distintos niveles de suplementación.

2 SUMMARY

To study the effects of supplementation with whole sunflower seeds (WSS) on consumption, milk production and composition and metabolic profiles of postpartum dairy cows under grazing conditions, 48 cows (24 primiparous and 24 multiparous) were assigned within category to three treatment groups of 16 animals (8 primiparous and 8 multiparous) each. All treatments consisted in a base diet consisting in grazing improved pastures (mix of gramineae and legumes) with a forage assignment of 14 Kg/cow/day, and wheat silage (17 Kg/cow/day fresh base offered). Treatments were differentiated according to the level of WSS in the concentrate. Treatment 1 (G0) = 0 Kg of WSS + 7 Kg of a commercial concentrate (control). Treatment 2 (G0.7) = 0.7 Kg of WSS + 6.3 Kg of concentrate. Treatment 3 (G1.4) = 1.4 Kg of WSS + 5.6 Kg of concentrate. Concentrates were different according treatment and were formulated in order that the diet were isoenergetic and isoproteic. Supplementation with WSS up to 7% of the diet did not affect negatively the dry matter consumption nor production or composition of milk. There were treatment differences in the thermal stability of the milk. The higher levels of MUN in Treatment G1.4 could partially explain the decrease in body condition,

reflected in an increase in NEFA. Increase in BHB and consequently in cholesterol, indicate that the animals were in a negative energy balance that was not attenuated by WSS supplementation. Nitrogen balance was similar for the three treatments.

3 INTRODUCCIÓN

En Uruguay, por tratarse de un sistema pecuario de base pastoril, 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.

Se ha registrado un aumento del consumo de concentrados y reservas forrajeras, pero la base del sistema de alimentación sigue siendo pastoril (Chilibroste y col., 2002).

Alrededor del 50 % de las vacas paren durante el otoño y comienzo del invierno, coincidiendo con la menor tasa de crecimiento de las pasturas lo que implica que para un elevado número de animales el comienzo de la lactancia transcurre durante el momento de mayor restricción. El período de transición es de particular importancia en el ciclo productivo de la vaca lechera y abarca las tres semanas previas y las tres semanas posteriores al parto (Grummer, 1995). Luego del parto y con el inicio de la lactancia se establece un nuevo requerimiento nutricional, generando un balance energético y proteico negativo en la vaca en producción (Bauman y Currie, 1980). Este BEN se expresa como una pérdida de condición corporal (CC), y que en casos extremos puede resultar en una limitación del potencial de producción de leche de diversa magnitud, y en un retraso del reinicio de la actividad reproductiva (Beam y Butler, 1999).

Durante éste período de BEN la vaca metaboliza sus reservas lipídicas para obtener la energía que necesita, fenómeno que se denomina lipomovilización (Cirio y Tebot, 1998). La gran movilización grasa que ocurre en el preparto y posparto temprano se acompaña de una pronunciada elevación de ácidos grasos no esterificados (NEFA). El aumento de NEFA es el resultado de la disminución de la ingesta de materia seca (MS) en este período y de los cambios hormonales que estimulan la movilización de NEFA del tejido adiposo para proveer energía para el parto y la lactogénesis (Vázquez-Añón y col., 1994; Grum y col., 1996). Este aumento de NEFA puede ser seguido de un aumento de β -hidroxibutirato (BHB) y el aumento de ambos metabolitos refleja lipólisis y déficit energético.

El uso de concentrados y reservas forrajeras es una herramienta indispensable para maximizar el recurso forrajero y animal. La administración de concentrados en dietas preparto esta asociado a un incremento en el consumo de materia seca (MS) (Rabelo y col., 2003), mayor producción de leche, un rápido inicio de la ciclicidad ovárica y disminución de problemas metabólicos como la hipocalcemia.

La utilización de grasa ha sido propuesta como una forma de aportar energía sin los riesgos que puede ocasionar una ingesta excesiva de granos de cereales en general, la adición de lípidos a la dieta causa una disminución del tenor proteico de la leche, en particular a nivel de la fracción caseína, mientras que el efecto sobre la grasa es variable, dependiendo del tipo de lípidos utilizados (Doreau y Chilliard, 1997).

La semilla de girasol es un suplemento muy interesante para incorporar a la dieta de vacas lecheras, ya que presenta una muy alta densidad energética (2,90-3,38 Mcal ENL/kg MS), así como una alta concentración de proteína (17-21 %). Sin embargo, su

uso no está muy difundido, probablemente debido a que resulta relativamente caro comparado con otros suplementos, y porque presenta un elevado contenido de grasa (42-48 %) que podría llegar a interferir con la digestión ruminal, y por lo tanto sobre el consumo y la composición de la leche (Palmquist y Jenkins, 1980) aunque si se lo da entero, es poco probable que existan efectos negativos (Rafalowski y Park, 1982). Los perfiles metabólicos estudiados en el ensayo, se eligieron por ser una forma de evaluar la respuesta del animal frente a la suplementación con semilla de girasol entera durante el período de transición que comprende el pasaje de vaca seca a en lactación. El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de dos niveles de suplementación con semilla de girasol entera en vacas lecheras multíparas y primíparas en pastoreo durante el posparto temprano, sobre el consumo, la calidad de leche, y los perfiles metabólicos.

4 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1) SECTOR LECHERO EN EL URUGUAY

En el año 2000 el sector lechero generó el equivalente al 10% del valor bruto de producción del sector pecuario. La producción de leche se ha duplicado en la última década (1990 al 2001, incrementó 699 a 1329 millones de litros), consistente con el aumento de relación vaca en ordeño / vaca masa (1990: 0.59 a 2000: 0.66) pero no con el número total de animales lecheros que se mantuvo constante. La reducción en el número de establecimientos lecheros (6500 en 1990 a 5125 en el 2001) se ha concentrado en los establecimientos de menos de 50 has, o sea los productores más pequeños (en 1992 representaban el 31% del total de los tambos y en el 2001 el 23% del total). Para la producción de leche se destinan 503702 has de praderas, campos mejorados y fertilizados y 403 696 has de campo natural (DIEA, 2001). Las pasturas que más se utilizan en nuestros sistemas de producción son: pasturas estivales como Alfalfa, Lotus, Sorgo y Maíz forrajero; y pasturas invernales como Trébol blanco, Trébol rojo, Raigrass, Festuca y Avena (DIEA, 2001). En investigaciones nacionales llevadas a cabo con partos de otoño se ha llegado a la conclusión de que se produce una baja producción de leche en el posparto temprano, no alcanzando los picos potenciales de producción de leche (Chilibroste y col, 2002)

4.2) ALIMENTACIÓN DE LA VACA LECHERA

En un sistema de producción de leche el principal objetivo es poder maximizar la producción de leche de acuerdo al potencial genético de los animales. El programa de alimentación dependerá del tipo de producción, ya sea confinamiento total, semi-confinamiento o pastoreo rotacional. Existen dos conceptos que son importantes en cualquier sistema de alimentación y son la condición corporal y las etapas de alimentación, en especial la alimentación durante el período de transición. Con respecto a la condición corporal, éste es un método visual para diferenciar a los animales de acuerdo a sus reservas corporales (principalmente de grasa). La escala se basa en un sistema de 5 puntos, donde 1 representa una vaca flaca y 5 una vaca gorda (Edmonson y col., 1989). Esta escala se utiliza para determinar el estado nutricional y de salud de la vaca (Campabadal y Navarro, 1998). En lo referente a la alimentación, según el

momento del ciclo productivo de la vaca, surgen diferentes divisiones que se marcan de acuerdo a los estados de lactación. Existen variaciones entre investigadores en el número de divisiones y en la duración de cada una. Muller (1992) establece que debe haber por lo menos 6 grupos de producción con diferentes requerimientos de nutrientes. Estas divisiones son: período seco temprano, período seco tardío, vacas recién paridas, lactación temprana, lactación media y final de la lactación. Otra forma es dividirlo en: Período seco, Período de transición y Lactación. Al período entre 15 y 21 días antes del parto (período seco tardío) y de 21 a 30 días posparto (lactancia temprana), se lo denomina de transición; ambos períodos son los más críticos en un programa de alimentación. La importancia de este período reside en el hecho de que en él se define en buena medida el futuro productivo, reproductivo, metabólico y sanitario del animal.

4.2 a) Alimentación en el período seco

Los principales objetivos nutricionales en el período seco son prevenir un exceso o deficiencia de nutrientes y de energía que pueda producir problemas de salud y preparar el ecosistema ruminal a las dietas altas en energía y nutrientes que se utilizan al inicio de la lactación (Allen y Beede, 1996; Dyk y Emery, 1996). Para obtener estos objetivos, el período seco lo podemos dividir en dos etapas: período temprano y período tardío. Sin embargo, para tener un programa eficiente de alimentación, es importante que las vacas empiecen el período seco con una condición corporal entre 3 y 4 y que la mantengan durante todo el período seco (Campabadal y Navarro, 1998).

4.2 b) Alimentación en el período de transición

En este período la disponibilidad y calidad del alimento es más importante que su composición (Albright, 1993); sin embargo, existen dos dietas especiales, una para los últimos 15 días del período seco y otra para los primeros 21 a 30 días posparto.

Para poder desarrollar e implementar un manejo nutricional en el período de transición es necesario entender los cambios metabólicos que ocurren durante este tiempo (Drackley, 1997; Goff y col., 1997).

El estado fisiológico del animal, específicamente el estado de gestación o momento relativo al parto afecta el consumo de materia seca (CMS). Es común que el CMS se reduzca entre 30% y 35% durante las tres últimas semanas de la gestación. Los factores fisiológicos que causan la reducción en el CMS a medida que se acerca el parto no son bien conocidos (Grummer y Hayirli, 2000). Se ha señalado, sin embargo, que el incremento en el tamaño del feto establece una restricción física al reducir el volumen del rumen, sin embargo, la curva de crecimiento del feto y la del CMS no son consistentes. La liberación de este espacio debería permitir el incremento rápido en el CMS pocos días luego del parto si efectivamente existiese una limitante física debido al útero grávido (Ingvarsten y Andersen, 2000). Sin embargo, esto no sucede y, al contrario, el incremento en el CMS en el posparto es relativamente lento en comparación al incremento observado en la producción de leche (Campabadal y Navarro, 1998). Los conceptos antes mencionados establecen que el principal reto para un productor de leche, es alimentar a las vacas durante este período de transición en la forma más óptima, para evitar los problemas metabólicos y garantizar un alto consumo

de materia seca, que le permita a la vaca volver lo más pronto a un balance positivo de energía.

La alimentación preparto ayuda a adaptar a la vaca a la gran demanda de nutrientes al inicio de una nueva lactación y a evitar la presencia de problemas metabólicos como es la fiebre de leche al parto. En el programa de alimentación preparto, Goff y col. (1997) establecen cuatro metas fisiológicas que afectan los rendimientos futuros de las vacas. Estos eventos son:

- Adaptación de las bacterias del rumen a una dieta más alta en energía como la que se utilizará al principio de la lactación.
- Mantener niveles normales de calcio sanguíneo durante el período del parto.
- Mantener un sistema inmune fuerte durante el período del parto.
- Mantener un balance positivo de energía hasta el momento del parto y luego minimizar el balance negativo después del parto.

El uso de alimento balanceado al final del período seco, permite a las bacterias del rumen y a las papilas ruminales adaptarse a niveles altos de concentrado en la dieta postparto (PP). Esta adaptación permite un cambio en la población de los microorganismos del rumen, donde predominan los de tipo celulolítico a amilolítico y el desarrollo de bacterias que utilizan el lactato y lo convierten en propionato. Además, conforme se produce una mayor cantidad de AGV especialmente de ácido butírico, se alargan las papilas ruminales, pasando de un tamaño menor de 0.5 cm. en dietas a base de forrajes a uno mayor de 1.2 cm. en dietas a base de alimentos balanceados. La adaptación de las papilas es más importante que la de las bacterias del rumen, pues entre mayor tamaño tengan, existirá una mayor superficie de absorción de AGV y una remoción más rápida de ellos, evitando una depresión en el pH que nos puede llevar a una acidosis (Dirksen y col., 1985).

Incrementar el consumo de energía preparto no solo provee mayor energía por si misma, sino que además promueve el consumo de materia seca.

En la mayor parte del período seco, las vacas son alimentadas a base de forraje, y con muy poco o nada de concentrado. Sin embargo, por la alta cantidad de alimento balanceado que la vaca deberá recibir después del parto, este es un período óptimo para aclimatar al animal mediante el uso de cantidades moderadas de alimento balanceado, Guardiola (1997) recomienda que las raciones preparto, tengan por lo menos un 25% del forraje que van a recibir las vacas recién paridas y además deberán consumir alimento balanceado entre un 0.5 a 0.75% de su peso, equivalente a 3.5 a 5.5 Kg. día. La cantidad de nutrientes que debe consumir la vaca en este periodo antes del parto es de vital importancia, pues no solo el ternero está en su última fase de crecimiento fetal, sino que además se necesita una alta cantidad de nutrientes para el inicio de la síntesis de leche en la glándula mamaria (Bell, 1995).

El principal objetivo del programa de alimentación para vacas recién paridas, es evitar los problemas metabólicos y estimular el consumo de materia seca (Weiss, 1997). La alimentación posparto involucra un período entre los 21 y los 30 días. Algunos productores dejan a las vacas con la dieta preparto por algunos días después del parto, mientras que unos las cambian inmediatamente a la dieta de principio de lactación. Ambos métodos son aceptables (Oetzel, 1997) siempre y cuando las vacas se aclimaten adecuadamente a la dieta de lactación y no se mantengan con la dieta preparto más que unos cuantos días después del parto. El problema que existe con los sistemas en que se utiliza pastoreo y no el confinamiento total, es que no se conoce con

exactitud si las vacas están consumiendo la cantidad y calidad del forraje que necesitan, por lo tanto, es importante no introducir cantidades altas y en forma rápida de alimento balanceado después del parto. Por lo que este deberá ser aumentado poco a poco (Campabadal y Navarro, 1998). Entre las estrategias más lógicas, está la de suministrar el día del parto la misma cantidad de alimento que se estaba suministrando antes de este evento, e irlo aumentando a razón de 250 a 500 g /día hasta que la vaca alcance el consumo óptimo de materia seca. Sin embargo, Weiss (1997) no recomienda en las primeras tres semanas posparto suministrar más de 7.5Kg de concentrado por día. También es importante suministrarlo con una frecuencia de 4 a 6 veces, al día y no dar más de 3 Kg. por comida. Oetzel (1997) recomienda mantener a las vacas con un ligero deseo por alimento balanceado y suministrar los mejores forrajes disponibles.

Las raciones para vacas recién paridas (0 a 3 semanas) deben contener entre un 28 y 30% de fibra detergente neutra (FDN) y 21% de fibra detergente ácida (FDA) en base seca (Hutjens, 1995), mientras que para el inicio de lactancia un 25% de FDN y un 19% de FDA. Los carbohidratos no estructurales deberán formar un 38% de las dietas para las vacas recién paridas y un 40% para la otra etapa. El contenido de energía neta de lactación para las vacas recién paridas debe ser de 1.67 Mcal/kg; mientras que para las vacas aproximándose al pico de lactación el requerimiento varía de 1.72 a 1.74 Mcal/Kg (Davidson y col., 1997).

El requerimiento de proteína de una vaca recién parida se satisface por medio de la proteína que se suministra en la dieta y por la síntesis de la misma a nivel ruminal. La producción de proteína ruminal esta en función de la relación que existe entre la cantidad de carbohidratos fermentables y la cantidad de nitrógeno disponible en la dieta (N.R.C. 1989). Debe existir una relación tres unidades de carbohidratos fermentables por unidad de proteína degradable, para que exista una óptima síntesis de proteína microbiana.

En relación a los requerimientos de vitaminas y minerales, Weiss (1997) recomienda concentrar las vitaminas y los minerales traza en un 20% y los macrominerales en un 10% a fin de contrarrestar la reducción en el consumo de materia seca posparto.

4.2 c) Alimentación de la vaca en lactación

Basado en el criterio de que una vaca tiene una lactación de 305 días, Muller (1992) la divide en tres etapas: inicio de lactancia (21 a 150 días), mitad de la lactación (150 a 210) y final de la lactación (210-305).

En el período entre los 21 a 30 hasta 150 días posparto la alimentación también es crítica, pues en esta etapa es donde se alcanzan dos parámetros muy importantes para la futura producción de leche, el pico de la lactación y el máximo consumo de materia seca. Un inicio eficiente tiene un efecto importante sobre el pico de lactación (50-70 días).

Como regla general se establece que por cada Kg. adicional que se logre en el pico de producción, la vaca producirá de 200 a 250 Kg. más de leche durante esa lactación (Broster, 1972).

Bajo condiciones normales las vacas alcanzan su máximo consumo de materia seca entre la décima y doceava semana posparto (Muller, 1992). Mientras más pronto se obtenga ese máximo consumo de materia seca la vaca pasará de un balance negativo

de energía a uno positivo, por lo que la vaca empezará a ganar peso y a mejorar su condición corporal y además, restablecerá su función reproductiva normal.

El consumo de materia seca es el principal factor que influye en la producción de leche y en la condición corporal del ganado durante la lactación. Predecir ese consumo de materia seca es una labor bastante difícil de realizar, pues está afectado por una gran variedad de factores fisiológicos, alimenticios y ambientales (Grant y Albright, 1997).

Una forma práctica de estimar el consumo de materia seca, está basado en la producción de leche corregida a 4% de grasa y expresado como un porcentaje de consumo del peso corporal. Este consumo de materia seca involucra una combinación de forraje y alimento balanceado.

El consumo de materia seca es crítico durante la primera etapa de la lactación para las vacas mantenidas en un sistema de pastoreo rotativo, al no poder definir cual es el consumo real de materia seca a base de forraje.

Los requerimientos están en función del peso corporal de la vaca, de su producción de leche y su composición (N.R.C. 1989). En el caso de vaquillonas de primero y de segundo parto, como aun están en una etapa de crecimiento, los requerimientos de mantenimiento deberán incrementarse en un 20 y 10 % respectivamente.

También, el requerimiento energético de mantenimiento debe incrementarse en un 3% por cada Kilómetro que recorra la vaca de la sala de ordeño al potrero (Campabadal y Navarro, 1994). Lo importante es que los nutrientes presentes en ese alimento balanceado cubran el faltante que no alcanzan a cubrir los forrajes. Es decir, que en base a un consumo de materia seca, la parte que se suministra de ese alimento, junto con los nutrientes que suplen los forrajes, satisfagan los requerimientos para una determinada producción de leche. Un punto importante a considerar para mantener la salud del rumen y composición de la leche, es la relación forraje / alimento balanceado. Para el inicio de lactación las vacas deberán recibir de un 55 a 60% de alimento balanceado y un 40 a 45% de material fibroso. En el caso de una subalimentación, se afecta la producción y la reproducción de la vaca. Caso contrario, en una sobrealimentación, el efecto puede ser tan negativo que cause una toxicidad y se afecte la salud de la vaca (Weiss, 1998a). En el caso de una sobrealimentación con proteína, no solo se aumenta el costo de alimentación, sino que hay que utilizar parte de la energía para excretar el exceso de nitrógeno. Además, un nivel superior a 19 mg de nitrógeno de urea por dl en la sangre afecta la reproducción (Butler y col., 1996). En el caso contrario, por cada 90 gramos menos de proteína que reciba la vaca, la producción de leche se disminuye en 1 Kg. En el caso de la energía, un sobreconsumo de este nutriente producirá vacas gordas, las cuales tendrán una mayor predisposición a enfermedades metabólicas. El costo asociado a estos desórdenes es muy alto (Weiss, 1998a). En el caso de que las vacas no consuman una adecuada cantidad de energía, estas perderán condición corporal, se reducirá la producción de leche y se reducirá la eficiencia reproductiva. La producción de leche se disminuye en 1.3 Kg/día por cada megacaloría de energía neta de lactación que reciba de menos una vaca.

Uno de los problemas más serios a los que se enfrenta un productor de leche y que en muchos casos es responsable de grandes errores en el programa de alimentación, es la cantidad de alimento balanceado que se les debe suministrar a las vacas. Existen tres métodos que se pueden utilizar primero manteniendo una relación leche / alimento balanceado, otro dando una cantidad de alimento balanceado fija y por último suministrando el alimento en base a los requerimientos de nutrientes para una

determinada producción de leche (Weiss, 1998a). Dos son los problemas más comunes que se encuentran durante este período y son la cetosis, producto de una mala alimentación y condición corporal durante la fase de transición y el problema de acidosis, por excesos de alimento balanceado.

En el período medio de la lactación que abarca entre los 150 a 210 días posparto todos los criterios de alimentación que se presentaron para la etapa anterior, se aplican a este período. Hay que tomar en cuenta que la vaca está en una etapa de disminución de la producción de leche, por lo que se deben hacer los ajustes necesarios en la cantidad que se va a suministrar de alimento balanceado para evitar engordar a las vacas. También es importante tener presente, que todas las vacas en esta etapa deberán estar preñadas.

Finalmente en el período que abarca entre los 210 a 305 días posparto las vacas deben ser secadas.

En esta etapa la práctica más importante a considerar es la regulación de la condición corporal, mediante el uso regulado del alimento balanceado.

4.3) PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE

En nuestro país la producción de leche acompaña la curva de ofertas de pasturas y determina por tanto que la misma no resulte uniforme a lo largo del año (Adrien, 2006; Chilbroste y col., 2002). Es así que se presentan dos períodos de mayor producción: la primavera (el más importante) y fines de otoño a comienzo de invierno. Las pariciones de otoño generan dos picos de producción, el primero en las primeras semanas postparto que se da naturalmente en el animal y un segundo pico de menor magnitud, dado en primavera por una mejora en la alimentación debido a un aumento en la oferta de pasturas. El alimento ingerido afecta más a la cantidad de leche producida que a la composición, aunque una alimentación deficiente y prolongada resultaría en una disminución de la producción láctea.

La glándula mamaria efectúa la síntesis de la mayor parte de los componentes orgánicos de la leche como son: la lactosa, materias grasas (triacilglicéridos), caseínas, alfa y beta lactoglobulinas y ácido cítrico. Estas sustancias representan alrededor del 92% del extracto seco de la leche de vaca. Los otros componentes proceden directamente del circuito sanguíneo (Alais, 1970).

La lactosa es el factor que limita la producción de leche; es decir, que la cantidad de leche producida depende de las posibilidades de síntesis de la lactosa en la glándula mamaria (Alais, 1970). Su síntesis está íntimamente relacionada a la ingestión de alimentos ya que la mayor parte de la lactosa proviene de la glucosa y esta del ácido propiónico y aminoácidos absorbidos en el tracto digestivo. La misma se mantiene muy estable a lo largo de toda la lactancia (Bauman y Curie, 1980) y su curva de producción es similar a la curva de producción de leche (Alais, 1970).

Los precursores de la grasa de la leche tienen un origen en metabolitos circulantes en sangre que aportan materia prima principal para la formación de grasa por la glándula mamaria. Los metabolitos absorbidos por la pared ruminal hacia la sangre: acetato y BHB, aquellos circulantes provenientes del tejido adiposo o del hígado: los NEFA, o la forma esterificada de triglicéridos y también la glucosa, son los precursores bioquímicos que captara la célula secretoria mamaria a través de su membrana para transformarlos en grasa neutra (Barros, 2002). El pico de producción de grasas que aparece al

comienzo de la lactación es debido a la intensa lipomovilización. La rápida caída subsiguiente esta obviamente relacionada con la atenuación de esa lipomovilización. La producción de grasa continua disminuyendo gradualmente, pero menos rápidamente que la actividad secretora global de la ubre, de donde el aumento importante de la tasa butirométrica hacia el final de la lactación (Cirio y Tebot, 1998). Otro factor que afecta el porcentaje de grasa de la leche es el contenido de fibra de la alimentación, cuanto más fibra contenida en el alimento mayor será la producción de grasa. Una ración demasiado rica en concentrados al comienzo de la lactación que no estimule la rumia, puede resultar en una caída en el porcentaje de grasa (Schmidt y Van Vleck, 1974). La grasa de la leche de vacas alimentadas con semilla de girasol, contienen altas concentraciones de ácidos grasos insaturados y ácidos grasos de cadena larga comparada con la grasa de la leche de vacas alimentadas con una dieta control (Schingoethe y col., 1996).

Las proteínas de la leche se pueden agrupar en dos clases principales: las caseínas (proteínas propias de la leche) y las proteínas del lactosuero (alfa lactoalbumina, beta lactoglobulina, inmunoglobulinas) (Cirio y Tebot, 1998).

Las proteínas de la leche son poco sensibles a las variaciones de calidad de los alimentos. Su síntesis esta regulada sobre todo por mecanismos hormonales y genéticos. El 40% de las proteínas de la leche corresponde a las proteínas sobrepasantes provenientes de la dieta y el 60% restante es el producto de la proteína bacteriana formada en rumen (Barros, 2002). Las principales proteínas de la leche se sintetizan en la glándula mamaria a partir de un conjunto de aminoácidos libres los cuales derivan del plasma sanguíneo, pero otra parte deriva de aminóácidos no esenciales que se sintetizan en la glándula a partir de la glucosa, del acetato, etc. (Alais, 1970). La relación entre el contenido de grasa/proteína de la leche es un indicador apropiado para los cambios en la composición de la leche referidos con la respuesta a la dieta.

Es conocido un efecto de depresión de las caseínas en la leche por el exceso de grasa en la ración (Barros, 2002).

4.4) METABOLISMO PROTEICO

La lactación se asocia a un considerable aumento de los requerimientos, tanto en substratos energéticos como proteínas, necesarios para la producción de leche. La producción de leche modifica el metabolismo proteico de todo el animal, siendo la lactación el período más exigente.

Algunos aminoácidos (AA) pueden volverse limitantes en caso de altas producciones; los tenores relativamente débiles en metionina y en histidina de los microorganismos del rumen en relación a los de las proteínas lácteas, permiten suponer que estos dos AA pueden transformarse en factores limitantes para la producción lechera (Cirio y Tebot, 1998).

El requerimiento de proteína de una vaca recién parida se satisface por medio de la proteína que se suministra en la dieta y por la síntesis de la misma a nivel ruminal. La producción de proteína ruminal esta en función de la relación que existe entre la cantidad de carbohidratos fermentables y la cantidad de nitrógeno disponible en la dieta (N.R.C. 1989). Debe existir una relación tres unidades de carbohidratos fermentables

por unidad de proteína degradable, para que exista una óptima la síntesis de proteína microbiana (Campabada y Navarro, 1998).

La pérdida de peso al inicio de la lactación es un fenómeno frecuente, cuya amplitud depende de los niveles de ingestión alimenticia y de producción lechera. Con ingestas normales la composición de esta pérdida ponderal indica una muy débil movilización de las proteínas corporales, correspondiendo su mayor parte a la desaparición de las reservas lipídicas. Si la ingestión de proteínas está específicamente disminuida, la movilización de las proteínas musculares aumenta: estamos en presencia de un balance nitrogenado negativo, que alcanza su máximo alrededor de la tercera semana posparto. De esta forma, una masa de proteína "lábil" (7 a 13 Kg. promedio en la vaca) es catabolizada en distintos tejidos para contribuir al pool de AA libres que es puesto a disposición de la glándula mamaria.

Trabajos recientes indican que en las etapas tempranas de la lactación hay una reducción de la intensidad de la síntesis proteica a nivel muscular y de la piel (Cirio y Tebot, 1998).

Dietas con un 16% a 20% de proteína cruda para vacas en lactación temprana maximizan la digestibilidad y mejoran la utilización de todos los elementos de la dieta. También minimizan la pérdida de CC y tienden a resultar en un aumento de producción de leche. Vacas con dietas pobres en proteína compensan en parte el déficit a través de la movilización de sus reservas corporales y la disminución de la eliminación renal de urea, lo que se refleja en pérdidas de peso, CC y disminución de la producción láctea

El exceso de proteína en dieta debe ser evitado porque implica un alto costo de energía para la detoxificación del NH_4 . Para poder utilizar este exceso de amonio los microorganismos ruminales deben disponer de cantidades adecuadas de energía las cuales deberían ser aportadas por la dieta (Ferguson y Chalupa, 1989). La eliminación de N con la orina significa una pérdida potencial de proteínas y, por consiguiente, una disminución de la producción de leche del animal (Crespi y col., 2005; Cirio y Tebot, 1998), lo que resulta en un costo económicamente alto.

4.5) METABOLISMO ENERGÉTICO EN LA VACA LECHERA EN EL POSPARTO

El aspecto más relevante del período de transición tiene que ver con los cambios tan dramáticos que se presentan en las demandas de nutrientes en un período de tiempo tan corto. Estos cambios exigen la reorganización completa de metabolismo nutricional del animal de manera que garantice el cubrimiento de los requerimientos de aminoácidos, glucosa, ácidos grasos, minerales y energía del útero grávido al final de la gestación y de la glándula mamaria al inicio de la lactancia (Overton y Waldron, 2004).

En el momento del parto, cuando el consumo de materia seca no es el óptimo, el inicio de la síntesis de leche y el rápido aumento en la producción de leche, incrementa la demanda de glucosa para la síntesis de lactosa. Debido a que la mayoría de carbohidratos dietéticos son fermentados en el rumen, muy poca glucosa es absorbida directamente del tracto digestivo. Consecuentemente, la vaca depende casi exclusivamente de la gluconeogénesis (síntesis de glucosa) a partir del propionato en el hígado para satisfacer los requerimientos de glucosa. Por otra parte, el bajo consumo de materia seca al inicio del período posparto, también limita la cantidad de propionato para la síntesis de glucosa (Drackley, 1998). Es por esto que la vaca debe depender de

otras fuentes que suplan moléculas de carbono para la síntesis de glucosa, como son los aminoácidos de la dieta o de la degradación del tejido corporal y los carbonos del glicerol provenientes de la movilización de grasa del tejido corporal. Otro factor importante en la alimentación en este período de transición, especialmente al inicio de la lactación es que el consumo de energía es menor que la cantidad requerida, lo que produce un balance energético negativo. Este balance negativo es el resultado de una alta relación entre la hormona del crecimiento y la insulina en la sangre que promueve la movilización de ácidos grasos de cadena larga del tejido adiposo (Drackley, 1998). Los ácidos grasos que circulan en la sangre están en forma de ácidos grasos no esterificados (NEFA) y representan la principal fuente de energía de la vaca en este período, pero como existe una cantidad insuficiente de carbohidratos en el hígado durante los primeros días posparto y la demanda energética es alta, se produce una oxidación incompleta de los NEFA, incrementándose la producción de cuerpos cetónicos, que resultan en la enfermedad metabólica denominada "Cetosis".

Durante la lactación el aumento de los NEFA en sangre repercute de distintas formas sobre el hígado, principal proveedor de metabolitos y energía, y la glándula mamaria, principal consumidor de esos productos. La entrada de NEFA al hígado es libre y en función directa de su concentración plasmática. En el hepatocito los NEFA son oxidados produciendo grandes cantidades de acetil CoA intramitocondrial. La utilización con fines energéticos de ese acetil CoA en el ciclo de Krebs está muy comprometida, debido a la derivación del Oxaloacetato (OAA) hacia la neoglucogénesis para atender los altos requerimientos en glucosa asociados a la producción láctea (lactosa y energía). El exceso de acetil CoA se destina entonces a la producción de cuerpos cetónicos. La cetonemia aparece así como consecuencia del desequilibrio entre la producción y la utilización energética del acetil CoA. La neoglucogénesis, en virtud de sus requerimientos en OAA, promueve la cetogénesis. Cuando la producción de cuerpos cetónicos supera la capacidad del organismo para su utilización (aporte de energía para músculos y cerebro, síntesis de novo de AG en la célula mamaria), aparece el cuadro de cetosis debido a las propiedades neurotóxicas de estos compuestos. El otro destino de los NEFA dentro del hepatocito es su reesterificación con el glicerol para formar TAG. Los TAG se depositarán en el citoplasma o serán devueltos a la circulación incorporados en VLDL, de producción hepática. Parte del glicerol utilizado en la reesterificación proviene de la glucosa. Mientras la utilización de la glucosa por la ubre no sea máxima (periparto y primera semana de lactación), el hepatocito sintetizará un exceso de TAG que, al superarse la tasa de producción de VLDL, no podrán ser exportados y se depositarán apareciendo la esteatosis. Cuando el drenaje de la glucosa hacia la ubre alcanza su máximo (segunda a cuarta semana de lactación) se reducen las posibilidades de esterificación, retrocede la esteatosis y los NEFA hepatocitarios son principalmente oxidados, pudiendo aparecer la cetosis. Así, el cuadro de esteatosis precede generalmente al de cetosis (Cirio y Tebot, 1998).

Los conceptos antes mencionados establecen que el principal reto para un productor de leche, es alimentar a las vacas durante este período de transición en la forma más óptima, para evitar los problemas metabólicos y garantizar un alto consumo de materia seca, que le permita a la vaca volver lo más pronto a un balance positivo de energía.

4.6) METABOLISMO DE LAS GRASAS

La digestión y el metabolismo de las grasas difieren ampliamente en las especies de animales. En los rumiantes las grasas de las dietas son hidrogenadas en el rumen antes de la absorción intestinal, y es por eso que los ácidos grasos absorbidos son más saturados que los AG de la dieta.

Los lípidos de la dieta son hidrolizados en el rumen por enzimas microbianas originadas por diferentes tipos de bacterias (conocidas como anaerobias lipolíticas) y por protozoarios ((Harfoot y Hazlewood, 1988). Estas enzimas son lipasas, galactosidasas y fosfolipasas cuya acción termina en la formación de ácidos grasos libres sin componentes intermediarios como lo son los mono o diacilgliceridos. La hidrogenación ocurre en ácidos grasos libres, por esto se necesita que anteriormente ocurra la lipólisis. La hidrogenación transforma los AG insaturados en saturados. El ácido linoléico (C18: 3n-3) pasa a linoleico (C18: 2n-6) y luego a un isómero de éste último, el transvaccénico (C18: 1n-7t). Este último será parcialmente saturado hasta esteárico (C18) aunque cierta proporción pasa como tal al intestino. Así el 37% de los ácidos grasos poliinsaturados hidrogenados en el rumen se encuentran en el duodeno bajo forma de ácido transvaccénico. El ácido palmitoleico (C16:1) se transforma en palmitico (C16:0). El linoleico puede ser parcialmente incorporado a las bacterias ya que es capaz de difundir a través de su membrana, esto lo preserva de la hidrogenación y el rumiante puede disponer de éste AG esencial que será liberado y absorbido a nivel intestinal. En conclusión los principales AG de cadena larga que serán incorporados al organismo del rumiante son: Estearico, Palmítico, Transvaccénico y Linoleico (Cirio y Tebot, 1998).

Generalmente la hidrogenación se lleva a cabo más lentamente que la lipólisis, es por esto que hay algunos AG poliinsaturados presentes en el rumen.

Las bacterias incorporan AG, pero también tienen la capacidad de sintetizar gran variedad de éstos AG, siendo los más característicos los de 15 a 17 átomos de carbono. La duración de ésta *síntesis de novo* es más lenta que la incorporación de los AG de la dieta y disminuye cuando las concentraciones de AG ruminales aumenta (Demeyer y col., 1978).

Los protozoarios (Emmanuel, 1974) y los hongos (Kemp y col., 1984) también pueden incorporar y sintetizar AG.

En el pH poco ácido del rumen (6.5) los AG saturado tienden a formar jabones insolubles con el calcio y el magnesio. No se absorben en los preestomagos y pasan como tal al intestino (Cirio y Tebot, 1998). Los AG libres entran al intestino delgado adheridos a las partículas alimenticias (fase particular). La progresiva elevación del pH y la presencia de sales y PL biliares aseguran la disolución de los AG y su estabilización en una fase micelar. Los principales lugares de absorción de AG en el rumiante son el yeyuno medio distal y el ileon. El enterocito reesterifica los AG por la vía del α glicerofosfato resintetizando así TAG y PL, que conjuntamente con ésteres de colesterol pasan a la circulación general principalmente con la linfa e incorporados en lipoproteínas de transporte (Cirio y Tebot, 1998).

4.7) GRASA COMO SUPLEMENTO EN RUMIANTES

Las grasas están presentes en pequeñas cantidades (menos de 50 gr /kg MS) en la mayoría de los suplementos alimenticios naturales disponibles para la alimentación de los animales, excepto oleaginosas.

La suplementación de la dieta con lípidos se hace con tres objetivos principales:

1. El alto valor calórico permite cubrir las necesidades energéticas de vacas lecheras de alta producción en su fase de balance energético negativo.
2. Pueden ser usados para manipular la digestión y absorción de otros nutrientes.
3. Algunos de origen animal o vegetal tiene bajo costo por lo que son de interés en la formulación de dietas.

Se ha especulado que agregando grasa en la dieta se puede aumentar el consumo energético al inicio de la lactación y así disminuir el balance energético negativo. En la práctica esta no es una buena idea. Jerred y col., (1990) demostraron que vacas que fueron suplementadas con grasa al inicio de la lactación presentaban un menor consumo de alimento y de energía y que la pérdida de peso siempre ocurría. En forma similar Chilliard (1992) demostró que vacas que consumían grasa al inicio de la lactación, perdían peso antes del pico de la lactación en forma más consistente que las vacas que no la consumían. Grummer (1995) establecen que la respuesta a la suplementación con grasa al inicio de la lactación, no se observa hasta 5 a 6 semanas después de la suplementación y que este efecto se debe a que produce una reducción en el consumo de alimento, por lo que recomiendan empezar la suplementación de 5 a 7 semanas posparto. Weiss (1997) recomienda que el consumo de grasa al inicio de la lactación dependa de la condición corporal de la vaca. Si la vaca está en una condición corporal óptima (3.5 a 4), la grasa suplementaria no será necesaria, pero cuando la condición corporal es menor a 3 se le podrán suministrar 400 g de grasa al día, cantidad que puede aumentarse después del pico de producción.

Es a menudo cuestionado si el valor dietético y/o la calidad de los productos especialmente leche y carne, son alteradas por la suplementación de grasas. La respuesta evidentemente depende del tipo de producción. La acción de las grasas de la dieta es muy dependiente de la especie animal. Debido a la utilización digestiva, y en un grado menor, a la utilización metabólica, las relaciones entre la grasa en la dieta y en los productos son diferentes entre los monogástricos y los rumiantes, entre jóvenes y adultos (Doreau y Chillard, 1997).

La suplementación con lípidos en la dieta generalmente tiende a disminuir la digestión de los carbohidratos (CH). La magnitud de la digestión de la materia orgánica en el rumen se reduce (Doreau y Chillard, 1997) y ésta reducción se da también en la fracción fibrosa, pero no se modifica la digestión del almidón. Al mismo tiempo los AG volátiles originales son cambiados, aumenta el propionico y disminuye el acético y el butírico y también la producción de metano. Todas estas modificaciones ocurren juntas y dependen de:

1. La cantidad de grasa: Generalmente pocos efectos negativos son observados con dietas que contienen menos de 50 gr. de grasa por Kg. de alimento.
2. La naturaleza de la grasa: Los mayores disturbios se dan con AG poliinsaturados (Palmquist y Jenkins, 1980; Jenkins, 1993) y es especialmente importante con el aceite de semilla de lino, el cual es rico en ácido linoleico (Ikwuegbu y Sutton, 1982), con la excepción del aceite de pescado que a pesar de ser rico en AG poliinsaturados con 20 a 22 C, tiende a aumentar la digestibilidad (Doreau y Chilliard, 1997).
3. La naturaleza de la dieta base: Las grasas tiene menores efectos negativos con dietas ricas en heno que con dietas ricas en silo de maíz (Ben Salem y col., 1993) la proporción de concentrados en dietas con heno no muestra interferencias con los disturbios en la digestión de los CH (Cottyn y col., 1971).

4. La cantidad de calcio soluble en rumen: Se observa frecuentemente que la suplementación con calcio soluble revierte los efectos negativos de la digestión de los CH (White y col., 1958).
5. En menor grado, la especie animal: Los disturbios de la digestión ruminal son menores en vacas lecheras que en ovejas (Van Der Honing y col., 1981).

Pueden actuar otros factores tal como la competencia entre las bacterias y partículas de alimento por la absorción de AG (Harfoot y col., 1974) y esto explica porqué el aumento de forraje en la dieta disminuye la interacción entre las bacterias y los AG.

La protección de lípidos que lleva a la disminución de la hidrogenación ruminal, logra un mayor pasaje de AG insaturados (y con ellos de esenciales) hacia el intestino, con un consecuente aumento de su absorción. Esto permite incrementar el valor de los lípidos ingeridos, mejorar las eficiencias productivas del animal y elevar el tenor de AG insaturados en la carne y leche, con lo que se mejora la calidad de estos productos. Varias técnicas han sido utilizadas para proteger los AG alimentarios contra la hidrogenación ruminal. Las dos más comúnmente utilizadas son:

1. Protección por encapsulamiento; los lípidos alimentarios se pueden proteger de la acción enzimática bacteriana por una cubierta de proteínas tratadas con formaldehído. La proteína es degradada al llegar al abomaso liberando los lípidos que serán digeridos en el intestino. La caseína es la proteína más utilizada a estos efectos. Esta técnica permite un importante aumento de AG insaturados; el porcentaje de AG polinsaturados (linoleico y linolénico) en la entrada del duodeno puede pasar de 4 a 60 %, con el correspondiente aumento en la instauración de carne y leche.
2. Protección por saponificación: los jabones formados por reacción de los AG con calcio se disocian poco en el rumen y por lo tanto son capaces de resistir la hidrogenación.

La semilla de girasol es un alimento que combina una alta densidad de energía y proteína con una moderada cantidad de fibra (Park y col., 1997), por lo que podría constituir un excelente alimento para vacas lecheras de alta producción en lactancia temprana, pero su elevado contenido de grasa (45%), mayoritariamente poliinsaturada, podría disminuir tanto la síntesis como el porcentaje de grasa y proteína láctea (Schroeder y col., 2004). Aunque existen trabajos acerca del uso de semilla de girasol en dietas de vacas lecheras, pocos han sido realizados en condiciones de pastoreo y usando semilla entera, o evaluando la respuesta de vacas primíparas y multíparas separadamente.

El consumo de carne y leche proveniente de rumiantes representa la principal fuente natural de CLA (ácido linoleico conjugado) para el ser humano. Los CLA constituyen una familia de ácidos grasos que poseen una marcada actividad antimutagénica y anticancerígena demostrada en animales experimentales de laboratorio (Parodi 1999, Chilliard y col., 2000).

Los rumiantes poseen la "habilidad" de extraer compuestos con propiedades saludables de las pasturas y transferirlos al producto (carne o leche)

La habilidad anteriormente mencionada de los rumiantes puede ser amplificada a través de un incremento en las concentraciones basales de CLA en la leche lograda por modificaciones precisas en la dieta. La semilla de girasol es adecuada para este fin ya que su alto contenido de C18:2 (ácido linoleico) al menos 65% resulta predisponente a lograr los objetivos buscados.

La semilla de girasol puede ser útil con el fin de vehiculizar el ácido linoleico (precursor en la formación de CLA) sin afectar negativamente el metabolismo del rumen y la respuesta productiva de la vaca (Gagliostro, 2003).

4.7 a) Como se originan los CLA

La forma biológicamente activa de los CLA está representada por el isomero cis 9, trans 11 del ácido linoleico.

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). El ácido trans 11, C18:1 o ácido vaccénico es un intermediario común en la hidrogenación del ácido linoleico y de los ácidos alfa y gamma linolénicos. La reducción ruminal del ácido vaccénico resulta incompleta y conduce a una acumulación de éste ácido. Las células de la glándula mamaria así como también las adiposas son capaces de sintetizar ácido linoleico a partir del ácido vaccénico por la acción de la enzima cis-9 desaturaza sobre el C18:1.

La presencia de ácido vaccénico en la leche provoca la conversión del ácido linoleico en CLA, esto se estudio con roedores experimentales (Gagliostro, 2003).

4.8) GRASA BUTIROSA Y SU IMPORTANCIA EN LA SALUD PÚBLICA

En países con altos consumos de lácteos, la materia grasa constituye un componente importante en la dieta humana y, en el caso particular de la GB, puede representar hasta un 75% del consumo total de grasa de origen bovino (Chilliard y col., 2000). En éstos casos, los productos lácteos aportan de un 15 a un 25 % del consumo total de grasa en el ser humano y representan de un 25 a un 35% del consumo total de grasa saturada (Chilliard y col., 2000).

Un menor consumo de grasa saturada es aconsejable a fines de reducir los riesgos de aparición de patologías cardiovasculares. La composición promedio de la grasa butirosa no puede ser considerada como "dietéticamente ideal" desde el punto de vista de los ácidos grasos (AG) que la integran.

Una GB ideal debería contener tan sólo un 8% de AGS siendo el nivel promedio observado en leche de 54 y 61 %. Puede observarse un déficit en AG monoinsaturados y poliinsaturados que son juzgados como más adecuados en nutrición humana.

Dentro de los AG considerados como "mejoradores" de la calidad dietética de la GB existe una familia especial denominada "linoleicos conjugados" o "CLA". Estos representan una mezcla de isómeros del ácido linoleico (C18:2) existentes en los productos lácteos, los cuales demuestran potenciales propiedades benéficas sobre la salud: prevención del cáncer, atenuación de la arteriosclerosis y de las reacciones inmunitarias alérgicas, disminución de la peroxidación de lípidos, prevención de la obesidad, efectos antidiabéticos (diabetes tipo II) y mejoras en la mineralización ósea (Parodi, 1999; Chilliard y col., 2000).

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1) Localización

El ensayo se llevó a cabo en la Unidad de Lechería del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Estación Experimental "La Estanzuela", Ruta 50 Km 11, del Departamento de Colonia, Uruguay y comenzó en enero del 2005 extendiéndose hasta junio del mismo año.

5.2) Animales

Se seleccionaron 48 vacas (24 primíparas y 24 multíparas) gestantes de la raza Holando, las cuales dentro de cada categoría fueron asignadas al azar a 3 grupos de tratamientos con 16 animales (8 vacas y 8 vaquillonas) cada uno.

También se utilizó una vaca multípara fistulada por tratamiento en lactancia media, para obtener muestras de alimentos consumidos.

La condición corporal y peso promedio de las vacas primíparas y multíparas al inicio del ensayo fue de 2.7 ± 0.4 puntos (Escala 1-5, Edmonson y col., 1989) y 512 ± 50 Kg. y 2.6 ± 0.5 puntos y 585 ± 52 Kg., respectivamente.

5.3) Tratamientos

Todos los tratamientos consistieron en una dieta base formada por pastoreo directo de pradera de 2º y 3er año, mezcla de gramíneas y leguminosas (*Medicago Sativa*, *Lotus Corniculatus*, *Trifolium Repens* y *Festuca Arundinacea*), con una asignación de forraje de 14 Kg de MS/vaca/día, ensilaje de planta entera de trigo (cultivar INIA Gorrión, cortado en estado de antesis), con una oferta en fresco de 17 Kg/vaca/día. Los tratamientos se diferenciaron de acuerdo al nivel de semilla de girasol entera (SGE) en el concentrado.

Tratamiento 1 (G0) = 0 Kg Semilla de girasol entera (SGE) + 7 Kg de Concentrado 1 (control)

Tratamiento 2 (G0.7) = 0.7 Semilla de girasol entera (SGE) + 6.3 Kg de Concentrado 2

Tratamiento 3 (G1.4) = 1.4 Semilla de girasol entera (SGE) + 5.6 Kg de Concentrado 3

Las raciones fueron distintas según el tratamiento. Se formularon de forma que las dietas completas de los distintos tratamientos fueran isoenergéticas e isoproteicas, de manera de poder evaluar el efecto de la grasa del girasol por sí mismo.

Cuadro I Composición de los concentrados comerciales (kg /100 kg de concentrado, base fresca) según nivel de suplementación con SGE

	Concentrado T1	Concentrado T2	Concentrado T3
Grano de sorgo	-	55,7	28,9
Grano de maíz	37,7	2,9	-
Grano de trigo	26,7	-	-
Harina de girasol	-	7,0	39,1
Harina de algodón	22,3	24,3	-
Afrechillo de trigo	11,3	7,1	27,9
Urea	0,2	-	-
Carbonato de calcio	0,8	1,3	1,3
Fosfato bicálcico	-	0,4	1,2
Sal	0,9	1,4	1,6
TOTAL	100	100	100

5.4) Manejo y Alimentación Preparto

El manejo preparto se inició en los 21 días previos al parto previsto para cada animal. Durante este período todos los animales recibieron un mismo manejo y alimentación. Las vacas adultas pastorearon en un potrero separado de las vacas primíparas. La misma estuvo conformada por pastoreo de campo natural con predominio de las especies *Paspalum Dilatatum* y *Cynodon Dactylon*. La disponibilidad de forraje promedio fue de 3460 Kg MS/ha con un desvío estandar de 750 Kg MS/ha, el cual fue determinado por corte al ras del suelo y una altura de forraje promedio de 14.1 cm con un desvío estándar de 1.9 cm. La asignación de forraje fue de 20 Kg MS/vaca/día, administrada en franjas semanales y por una suplementación de 4 Kg MF/animal/día de pellets de afrechillo de maíz. Éste último era suministrado en forma colectiva en bateas ubicadas en el potrero correspondiente. Los animales tuvieron acceso al agua en forma ad-libitum.

5.5) Manejo y Alimentación Posparto

A partir de las 24 horas posteriores al parto se comenzó con la suplementación de concentrado asignada en cada tratamiento en forma diaria pero repartida en partes iguales en el ordeño AM y PM respectivamente, dentro de la sala de ordeño.

Para los tratamientos 2 y 3, la semilla de girasol y la ración se mezclaron en la misma bolsa. La alimentación se realizó de manera individual, registrándose oferta y rechazo del concentrado.

Los animales se ordeñaban dos veces al día (6:00 AM y 5:00 PM). Una vez finalizado el ordeño AM los animales pastorearon como un único grupo en praderas hasta el ordeño PM, las cuales estaban subdivididas en franjas de un día de duración. El ensilaje de trigo fue ofrecido luego del ordeño PM, en comederos individuales. Luego que los animales terminaban de consumir el ensilaje, eran liberados a un potrero, donde

permanecían hasta el ordeño AM. Durante la noche, a la salida de los ordeños y en la pastura, las vacas tenían libre acceso a agua fresca y sales minerales.

Cuadro II. Descripción de la composición química de los alimentos concentrados utilizados (todos los valores expresados como % de la materia seca salvo que se especifique; para abreviaturas de variables ver texto)

Composición	girasol	C 0¹	C 0.7²	C 1.4³	afrechillo maíz
MS	91,2	89,3	89,3	89,6	87,9
PC	13,1	18,2	17,5	18,2	15,9
FDN	29,8	22,0	22,9	34,7	39,9
FDA	19,7	11,3	15,6	23,5	12,5
LDA	6,7	2,8	3,4	4,9	-
EE	46,6	3,2	2,5	1,8	4,2
NDIN	2,1	2,1	2,8	2,6	-
ADIN	1,9	0,8	0,7	0,8	-
MO	96,9	94,0	93,0	91,6	96,7
CHO no fibrosos	9,5	52,4	53,1	40,7	-
CHO digestibles de pared celular	11,7	13,4	11,9	19,3	-
ENL (Mcal/kg MS)	3,07	1,86	1,77	1,59	1,88 ⁴

¹concentrado comercial ofrecido en el nivel de suplementación 1

²concentrado comercial ofrecido en el nivel de suplementación 2

³concentrado comercial ofrecido en el nivel de suplementación 3

⁴estimado de la forma descrita en el texto

Cuadro III. Descripción de la composición química de los forrajes utilizados (todos los valores expresados como % de la materia seca salvo que se especifique; para abreviaturas de variables ver texto)

	ensilaje de trigo	pastura en pie¹	P 0²	P 0.7³	P 1.4⁴	pastura preparto¹
MS	23,4	22,2	-	-	-	27,9
PC	8,2	17,1	19,5	18,3	19,4	12,2
FDN	64,2	44,4	42,2	43,0	39,5	67,4
FDA	50,1	37,6	33,9	33,9	34,2	39,2
LDA	4,1	6,3	6,2	5,6	7,1	-
EE	2,9	2,4	3,0	2,7	4,3	2,6
NDIN	1,35	2,1	2,8	2,6	2,8	-
ADIN	0,21	0,4	0,8	0,7	0,8	-
MO	87,8	90,0	88,9	88,3	89,1	89,4
CHO no fibrosos	13,9	28,1	27,1	26,9	28,7	-
CHO pared celular digestible	53,1	27,3	24,6	27,0	19,8	-
ENL (Mcal/kg MS)	1,25	1,43	1,46	1,44	1,52	1,23 ⁵

¹ corte al ras del suelo

² pastura cosechada por la vaca fistulada del nivel 1

³ pastura cosechada por la vaca fistulada del nivel 2

⁴ pastura cosechada por la vaca fistulada del nivel 3

⁵ estimado de la forma descrita en el texto

5.6) Determinaciones

En los animales

5.6.1) Condición Corporal

La misma se realizó utilizando la escala de 1 – 5 de Edmonson y col., (1989), semanalmente desde los 21 días previos al parto hasta los 49 días posteriores.

5.6.2) Producción y Composición de leche

La producción de leche se registró diariamente a partir del día 7 posparto (PP) hasta el día 63, y fue promediada para cada semana. A su vez se obtuvieron tres muestras compuestas de cada animal (con 2- bromo, 2-nitro, 1,3-propanodiol como conservante) cada una correspondiendo a dos ordeños consecutivos, en las que se determinó el contenido de grasa, proteína, lactosa y urea. Otro conjunto de muestras fue obtenido semanalmente de la misma forma que en el caso anterior pero sin agregado de

conservante, para determinar contenido de caseína coagulable al cuajo (CCC) o paracaseína y estabilidad térmica (ET).

Estas muestras fueron procesadas en el laboratorio de calidad de leche de INIA "La Estanzuela".

5.6.3) Consumo

El consumo de materia seca (CMS) de concentrado total (SGE + concentrado comercial) y ensilaje de trigo de cada vaca fue determinado durante las semanas 2, 3, 4 y 8 PP, por diferencia entre la cantidad ofrecida y rechazada diaria. Si bien normalmente no hubo rechazo de concentrado, en los casos en que hubo, se asumió que la proporción de SGE en el rechazo era la misma que había en el concentrado total ofrecido.

El consumo individual se estimó para un período de 4 días consecutivos a la semana, utilizando óxido de cromo como marcador externo. El procedimiento fue el siguiente: a partir del día +1 posparto, cada vaca se dosificó una vez al día con 14 gramos de óxido de cromo. Este fue administrado, luego del ordeño AM, en una cápsula de gelatina de la forma descrita por Belassi y col (2006). Se recogieron heces durante el mencionado período de 4 días, directamente del recto, después del ordeño AM. Las muestras se conservaron congeladas hasta que se hicieron las muestras compuestas semanales para cada animal; teniendo la precaución de limpiar con aire comprimido el molino que se uso para moler las heces, entre distintas muestras. Asumiendo que el cromo es 100 % inerte, se determinó la producción de heces diaria. Conociendo el consumo de concentrado y aproximadamente el de ensilaje, así como las digestibilidades de lo consumido, se calculó la cantidad de heces atribuible a estos alimentos, y por diferencia con el total, la atribuible a la pastura. Conociendo la digestibilidad de la pastura consumida se calculó aproximadamente el consumo de la misma por las técnicas descritas por Belassi y col. (2006).

Para estimar la composición química de la pastura consumida por los animales, tres vacas en lactancia media con fistula en el rumen fueron asignadas al azar a uno de los tres niveles de suplementación con SGE, donde permanecieron durante todo el experimento. Semanalmente, antes de que todas las vacas fueran conducidas a la pastura, se vació manualmente el contenido del rumen de las vacas fistuladas, luego de lo que se permitió que pastorearan durante dos horas. Luego de este período se extrajo una muestra compuesta del contenido ruminal de cada una de las vacas, que fue almacenado a -20 °C hasta que se realizaran los análisis.

Para aquellos animales a los que correspondía determinar el consumo total de materia seca en una semana determinada, se los encerraba en comederos individuales luego del ordeño PM para ofrecerles el ensilaje. Luego que voluntariamente dejaran de comer, se soltaba a los animales y se pesó el rechazo, determinando el consumo por diferencia entre la cantidad ofrecida y rechazada.

El consumo de concentrado total (semilla de girasol + concentrado comercial) fue determinado por diferencia entre la cantidad ofrecida y rechazada diaria. Si bien normalmente el rechazo de concentrado total fue exiguo, en los casos en que hubo, luego del exámen visual del mismo, se asumió que la proporción de semilla de girasol (cuando la había) en el rechazo era la misma que había en el concentrado total ofrecido.

5.6.4) Metabolitos

A partir de la semana 1 posparto y con una frecuencia semanal se extrajeron muestras de sangre por punción de la vena yugular, para la determinación de los perfiles metabólicos: Ácidos grasos no esterificados (NEFA), β -hidroxibutirato (BHB), Colesterol, Urea en plasma (PUN), Proteínas totales, Albúmina y glucosa. Por diferencia entre proteínas totales y albúminas se determinó el contenido de globulinas. Las muestras fueron tomadas antes del ordeño PM (aprox. 8 horas luego del consumo de concentrado en el ordeño AM). Los tubos contenían heparina como anticoagulante para el análisis de los metabolitos y oxalato de potasio como agente antiglucolítico. Luego de colectadas las mismas se centrifugaron a 3000 rpm por 10 minutos y el plasma se colocó en crioviales identificados (por número de vaca y fecha de colección) que se almacenaron a -20°C hasta que se realizaron los análisis.

Entre la semana 4 antes de la fecha prevista de parto y hasta el parto se tomaron muestras de sangre de cada vaca con una frecuencia semanal de la forma antes descrita, antes del consumo de pellet de maíz, para medir los mismos metabolitos y caracterizar el período preparto de los animales. Las técnicas utilizadas para determinar los distintos metabolitos y la glucosa fueron realizadas en el DILAVE, Miguel C. Rubino, Pando, Uruguay, se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro IV: Resumen de las técnicas analíticas usadas para determinar la concentración de metabolitos plasmáticos

	Método
NEFA	ACS-ACOD (acil-CoA sintetasa y acil-CoA oxidasa)
β OHB	BHB DH NAD hidroxibutirato deshidrogenasa-NAD ⁺
colesterol	CHOD-PAP
Glucosa	GOD-POD
PUN	GLDH
proteínas totales	reacción de Biuret
albúminas	verde de Bromocresol

En los alimentos

5.6.5) Pastura

5.6.5.1) Disponibilidad

Se estimó a través del muestreo del área donde pastorearían las vacas la semana entrante, 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 60°C hasta peso constante, para determinar la materia seca parcial. Con el dato de disponibilidad se diseñaron las franjas correspondientes para toda la semana siguiente, las cuales tuvieron una duración de 1 día. A la entrada de cada potrero nuevo se hizo además composición botánica de la

pastura, para lo cual se tomaron al azar tres de las muestras de pastura y se separaron en tres componentes: gramíneas, leguminosas y otros como malezas y restos secos. Se pesaron y secaron como las otras muestras de pasto.

Un día a la semana, sobre una franja pastoreada, se determinó el rechazo de pastura, procediéndose de la misma forma que para el ofrecido, pero tomándose 30 muestras al azar de la pastura.

5.6.5.2) Valor nutritivo

Las muestras secas utilizadas para el cálculo de disponibilidad y rechazo de cada semana se molieron con malla de 1 mm y se enviaron al Laboratorio de Nutrición de INIA "La Estanzuela" para análisis de: Proteína cruda (PC), FDA, FDN, cenizas (CEN), digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DIGMO), Extracto al éter (EE), y perfil de ácidos grasos.

Las muestras de pastura obtenidas directamente del rumen de las vacas fistuladas se descongelaron, pesaron y secaron a 65 ° hasta peso constante. Una vez molidas, se enviaron al Laboratorio de Nutrición de INIA "La Estanzuela" para realizar los mismos análisis que en el caso anterior.

5.6.6) Concentrado y ensilaje

Una vez a la semana se tomó una muestra de estos alimentos, que se secaron, molieron y guardaron en tarros. Al final se hizo una única muestra compuesta de cada alimento, la cual se envió al Laboratorio de Nutrición de INIA, donde se le realizaron los mismos análisis que a las pasturas.

Cuando correspondía determinar el consumo individual, se colectaban los rechazos de los comederos individuales del ensilaje y en el caso del concentrado de los de la sala de ordeño, se pesaban y secaban en estufa de aire forzado a 65° hasta peso constante. Una vez secadas y molidas las muestras, se formó una muestra compuesta de cada alimento que fueron recogidas durante la semana. Para el concentrado se realizó de la misma manera diferenciando los distintos tratamientos.

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

	Método	Consideraciones
MS	Secado a 104 °C	
PC	Método Kjeldahl	Se determina como contenido de N x 6,25
Cenizas	Incineración a 550 °C	Se obtiene el contenido de MO usando la ecuación: %MO = 100 – % cenizas
EE	Método Soxhlet	
FDN	Van Soest y col. 1991	Se utilizó α -amilasa estable al calor. Los resultados no se corrigieron por contenido de proteína. Los resultados se presentan como libres de cenizas
FDA	Van Soest y col. 1991	Los resultados se presentan como libres de cenizas
LDA	Van Soest y col. 1991	Solubilización de la celulosa con ácido sulfúrico
NIDN	Licitra y col. 1996	
NIDA	Licitra y col. 1996	

5.6.7) Análisis estadístico

El diseño del experimento fue completamente al azar con estratificación previa según la paridad (vacas primíparas o multíparas). Para el análisis de variables con más de una medición durante el transcurso del experimento (producción y composición de leche, CC, metabolitos y consumo) se utilizó un modelo mixto (procedimiento MIXED del SAS (Statistical Analysis System; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA; versión 9.1.3)), que incluyó como efectos fijos: tratamiento, paridad, la semana de medición PP (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), y las interacciones simples y la interacción triple entre estos efectos. El modelo incluyó como efecto aleatorio a la vaca dentro de suplementación x paridad. La estructura de covarianza utilizada fue AR(1), y las medidas repetidas se realizaron sobre la unidad vaca dentro de suplementación x paridad. El peso al día 28 antes del 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 para el análisis del metabolito correspondiente.

Para el análisis de variables 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, la paridad, la interacción entre ambos factores, y el peso al día 28 antes de la fecha prevista de parto como covariable.

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 en cuadros y gráficas se presentan como medias de mínimos cuadrados \pm el error estándar de la media (EEM). Los datos de CC y metabolitos plasmáticos colectados en

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 ET se analizó con un modelo lineal generalizado (procedimiento GENMODE del SAS). El modelo incluyó como efectos al tratamiento, la paridad, la semana PP de medición, y las interacciones entre estos factores y los resultados se presentan como la probabilidad de ocurrencia de una muestra con alta ET, y el intervalo de 95% de confianza de dicha probabilidad. Se incluyó como covariable el peso al día 28 antes de la fecha prevista de parto.

Una vaca múltipara del T3 se excluyó del análisis general por muerte al parto, mientras que otra vaca múltipara del T3 se excluyó del análisis de las variables reproductivas por problemas al parto.

6 RESULTADOS

6.1) Consumo total

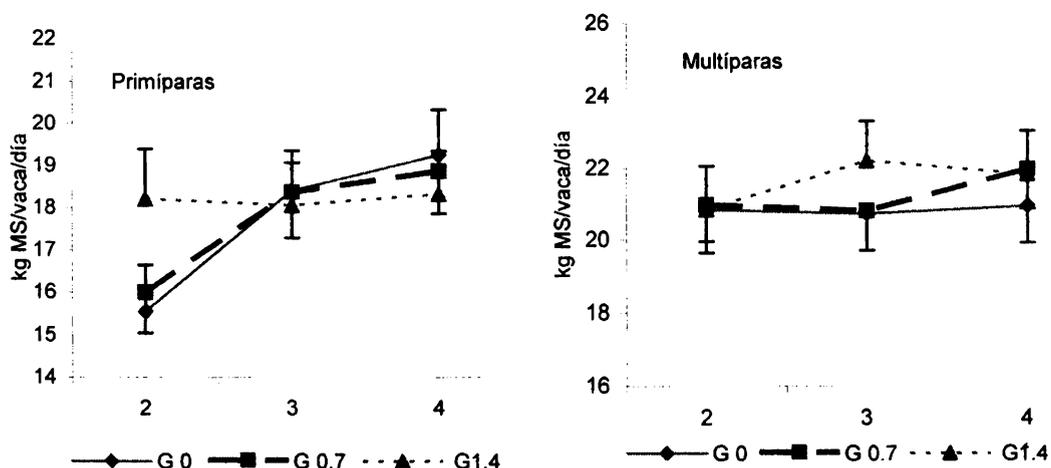


Figura 1: Evolución del consumo total en las semanas 2, 3 y 4 PP de las vacas primíparas (izquierda) y multíparas (derecha) (G 0: grupo testigo, G 0.7: nivel bajo de suplementación con girasol, G 1.4: nivel alto de suplementación con girasol).

El consumo total (Kg MS/vaca/día) en las semanas 2, 3 y 4 posparto (PP) no presentó diferencias significativas entre grupos, pero fue diferente según el número de lactancia de los animales (vaquillonas 17.89 ± 0.40 vs. vacas 21.23 ± 0.42) ($P < 0.0001$). En general se observa que las primíparas de los grupos G 0 y G 0.7 (Figura 1 izquierda.) aumentaron el consumo total hacia la tercer semana, para luego mantenerse constante, mientras que el consumo de las primíparas del grupo G 1.4 se mantuvo constante durante el período de determinación. Las multíparas (figura 1 derecha) mostraron un nivel de consumo constante y similar en los tres grupos durante todo el período de medición.

6.2) Consumo de pastura

El consumo de pastura (Kg MS/vaca/día) no presentó diferencias entre grupos, pero fue afectado por la paridad de los animales (vaquillonas 8.14 vs. vacas 10.93) ($P < 0.0001$).

6.3) Consumo de silo

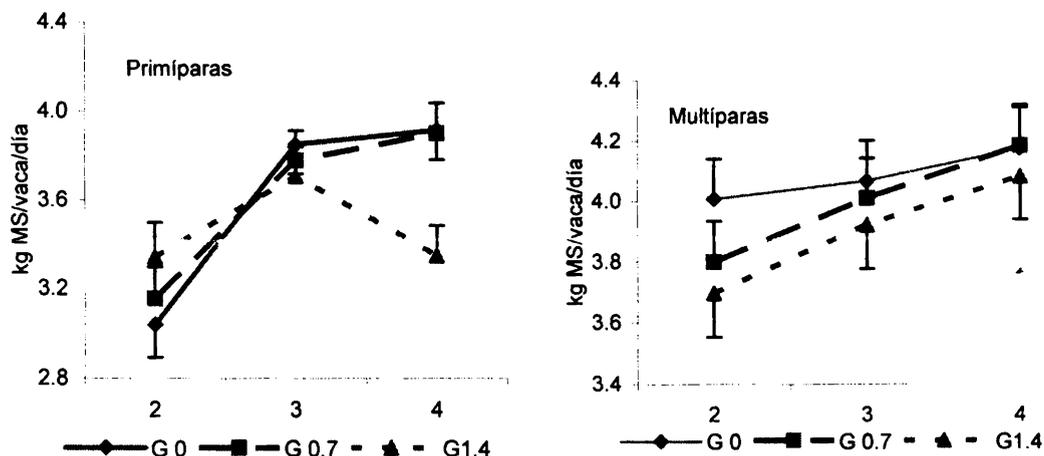


Figura 2: Evolución del consumo de silo en las semanas 2, 3 y 4 PP de las vacas primíparas (izquierda) y múltiparas (derecha) (G 0: grupo testigo, G 0.7: nivel bajo de suplementación con girasol, G 1.4: nivel alto de suplementación con girasol).

Solo se observan diferencias significativas en el consumo de silo (Kg MS/vaca/día) según el número de lactancia (primíparas 3.60 ± 0.48 vs. múltiparas 4.00 ± 0.49 ; $P < 0.05$). En la figura 2 (izquierda) se observa que las primíparas comenzaron con un consumo de silo similar para los grupos G 0 y G 0.7, aumentando hacia la tercera semana para luego estabilizarse. Sin embargo el grupo G 1.4 comenzó de la misma manera que los anteriores, pero luego de la tercera semana disminuyó a valores similares a la segunda semana. El comportamiento de las múltiparas (Figura 2 derecha) fue similar para los tres grupos donde se muestra un leve aumento del consumo hacia el final del ensayo, los mayores consumos se registraron en los animales del grupo G 0 seguidos por los del grupo G 0.7 y G 1.4 en orden decreciente.

6.4) Consumo de energía neta de lactación (ENL)

El consumo de ENL (Mcal/vaca/día) no fue diferente entre los distintos grupos por lo que las dietas fueron isoenergéticas. En cambio, sí fue afectado por la paridad de los animales, siendo mayor en las vacas (32.72 vs. 28.37) ($P < 0.0001$).

6.5) Consumo de proteína cruda (PC)

Se observa que no hubieron diferencias significativas en el consumo de PC (Kg PC/vaca/día) entre los diferentes grupos por lo que las dietas fueron isoproteicas; pero con un mayor consumo de las vacas respecto a las vaquillonas (3.509 vs. 3.002) ($P < 0.0001$).

En el cuadro I se describen los efectos principales de los diferentes componentes de la dieta, así como los efectos en relación al nivel de suplementación y la paridad de los animales.

Cuadro VI: Resultados de consumo de los alimentos utilizados (valores expresados como Kg de MS salvo que se especifique)

	Significancias			Medias de efectos			Error estándar de la media			Medias de efectos		Error estándar de la media	
	Sup	Par	Ob	G 0	G 0.7	G 1.4	SEM 0	SEM 0.7	SEM 1.4	L1	L>1	SEM L1	SEM L>1
EE	***	*		0.56	0.81	1.22	0.020	0.020	0.021	0.83	0.89	0.016	0.017
Pastura		***		9.26	9.51	9.82	0.485	0.486	0.518	8.14	10.93	0.392	0.419
Silo		***	***	3.84	3.79	3.70	0.059	0.058	0.061	3.57	3.99	0.048	0.049
Ración	***	*		6.24 ^a	5.56 ^b	5.01 ^c	0.020	0.020	0.021	5.58	5.63	0.017	0.017
Girasol	***			0.00 ^c	0.63 ^b	1.27 ^a	0.002	0.002	0.002	0.63	0.63	0.002	0.002
Conc	*	*		6.24 ^{ab}	6.19 ^b	6.29 ^a	0.023	0.023	0.023	6.21	6.27	0.018	0.019
% PC	***		*	17.08	15.97	16.86	0.158	0.157	0.171	16.4	16.88	0.149	0.162
% ENL	***	***	***	1.55	1.56	1.59	0.003	0.003	0.003	1.58	1.55	0.003	0.003
% EE	***	**		2.94	4.20	6.19	0.043	0.042	0.045	4.58	4.30	0.040	0.043

Sup = tratamientos (suplementación), Par = paridad, Ob = observación (semana)

*** P<0.0001, ** P<0.01, * P<0.05

a,b,c: Medias con diferente letra difieren (P< 0.05)

G 0 = grupo testigo

G 0.7 = nivel bajo de suplementación con girasol

G 1.4 = nivel alto de suplementación con girasol

SEM = error estándar de la media

L1 = primíparas, L > 1 = multíparas

EE: Extracto etéreo

%PC: porcentaje de proteína cruda

%ENL: porcentaje de energía neta de lactación

Como reaprecia en el cuadro, hubo una diferencia significativa entre tratamientos en el extracto etéreo, dada por el mayor contenido de grasa de la semilla de girasol, como surge de la diferencia en el concentrado (ración). Si bien, como se mencionó anteriormente no existieron diferencias en el consumo total de alimentos, existió un efecto de paridad y días PP en el consumo de silo y pasturas. Si bien las dietas fueron diseñadas para ser isoenergéticas, e isoprotéicas, se registró una diferencia en el % de PC entre grupos.

6.6) Condición corporal (CC)

No se registraron diferencias en la evolución de la CC a lo largo del período experimental, en cambio sí las hubo para la interacción suplementación x paridad ($P < 0.05$).

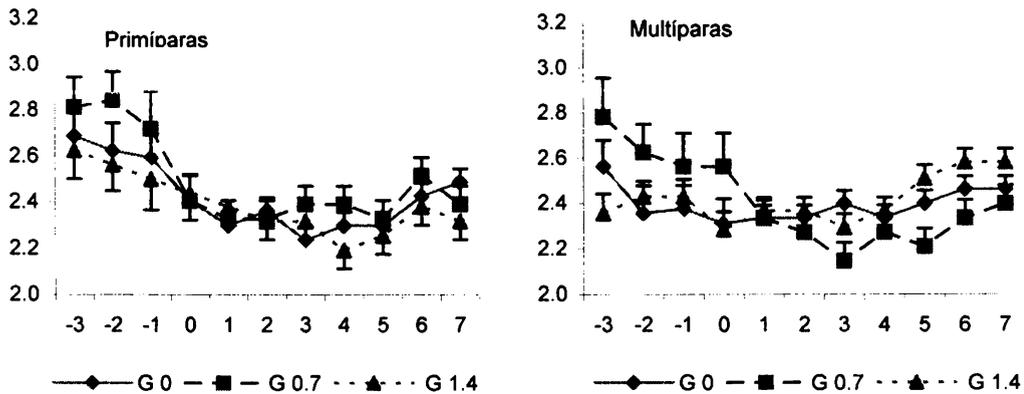


Figura 3: Evolución de la Condición Corporal (CC) (Puntos) durante las 7 semanas posteriores al parto en vacas primíparas (izquierda) y multíparas (derecha) (G 0: grupo testigo, G 0.7: nivel bajo de suplementación con girasol, G 1.4: nivel alto de suplementación con girasol)

La figura 3 muestra la evolución de la condición corporal durante el período experimental para primíparas (izquierda) y multíparas (derecha). En caso de las primíparas la condición corporal tuvo un descenso hasta el parto, a partir del cual se mantuvieron los valores constantes. Para las multíparas (figura 3 derecha) sucede lo mismo pero a partir de la semana 4 los valores tienden a aumentar.

6.7) Producción de leche

Cuadro VII: Producción de leche (litros) durante las primeras ocho semanas posparto en primíparas y multíparas (G 0: Grupo testigo, G 0.7: nivel bajo de suplementación, G 1.4: nivel alto de suplementación)

SEMANA POSPARTO	PRIMÍPARAS				MULTÍPARAS			
	G0	G0.7	G1.4	EEM ¹	G0	G 0.7	G 1.4	EEM ¹
1	18.5 ^a	19.2 ^a	20.5 ^a	0.9	25.0 ^a	24.5 ^a	25.3 ^a	0.9
2	20.7 ^a	21.3 ^a	22.4 ^a	0.9	26.8 ^a	26.8 ^a	26.7 ^a	0.9
3	21.5 ^a	22.1 ^a	23.1 ^a	0.9	27.5 ^a	27.7 ^a	27.7 ^a	0.9
4	22.1 ^a	22.7 ^a	23.4 ^a	0.9	27.0 ^a	28.3 ^a	27.6 ^a	0.9
5	21.8 ^a	22.3 ^a	23.2 ^a	0.9	26.3 ^a	27.7 ^a	27.1 ^a	0.9
6	21.7 ^a	22.3 ^a	22.5 ^a	0.9	26.0 ^a	27.1 ^a	26.3 ^a	0.9
7	20.8 ^a	21.6 ^a	21.8 ^a	0.9	25.4 ^a	26.6 ^a	26.2 ^a	0.9
8	20.1 ^a	20.4 ^a	21.3 ^a	0.9	25.0 ^a	26.2 ^a	25.8 ^a	0.9

^a: NS

La producción de leche no fue diferente entre grupos (Cuadro VII), pero fue afectada significativamente por la paridad de los animales (26.9 ± 0.5 multíparas vs. 21.4 ± 0.5 primíparas; $P < 0.0001$; figura 4). Las primíparas registraron un aumento en la producción de leche entre la cuarta y quinta semana posparto. La producción de los animales del G 1.4 fue mayor mientras que la de G 0 fue la menor producción durante toda la lactancia. Las multíparas mostraron un aumento en la producción de leche con sus valores máximos en la tercera y cuarta semana posparto.

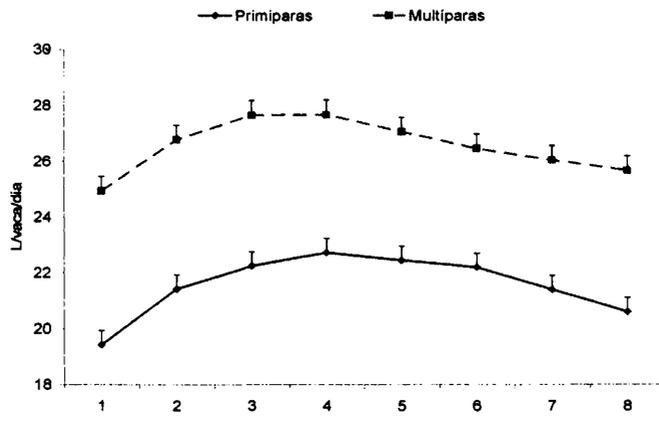


Figura 4: Producción de leche (litros) durante las primeras ocho semanas posparto en primíparas y multíparas (los 3 grupos de suplementación combinados)

En la figura 4 se observa una evolución similar en la producción de leche de animales primíparas y multíparas, apreciándose en el grupo de las multíparas un descenso más marcado luego del pico de producción que para las primíparas.

6.8) Porcentaje de grasa

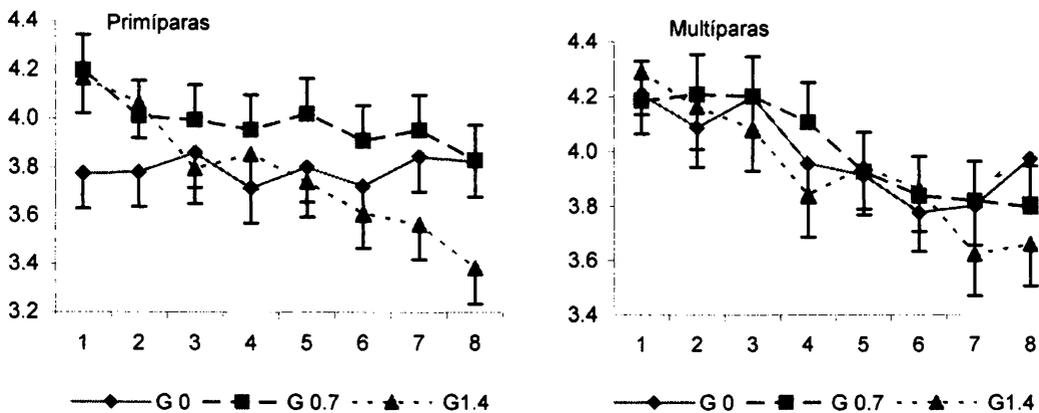


Figura 5: Porcentaje de grasa en leche durante las primeras ocho semanas posparto en vacas primíparas (izquierda) y multíparas (derecha) (G 0: grupo testigo, G 0.7: nivel bajo de suplementación con girasol, G 1.4: nivel alto de suplementación con girasol)

Se observaron diferencias significativas en la interacción grupo*observación ($P < 0.01$), pero no grupos ni paridad o sus interacciones en el porcentaje de grasa de la leche.

El porcentaje de grasa en leche de las primíparas (figura 5, izquierda) fue constante durante el ensayo para los grupos G 0 y G 0.7. Las vaquillonas del grupo G 1.4 registraron un descenso en este parámetro desde el parto en el entorno de 1% menor al valor inicial registrándose diferencias significativas ($P < 0.05$) con respecto a los otros grupos a partir de la séptima semana posparto, Para las múltiparas (figura 5, derecha) el comportamiento de la curva fue similar para los 3 grupos, mostrando un descenso gradual hacia el final del ensayo. A partir de la sexta semana se notó un descenso más marcado para el grupo G 1.4 y una tendencia a aumentar para los animales del grupo G 0.

6.9) Leche corregida por grasa al 4 % (LCG)

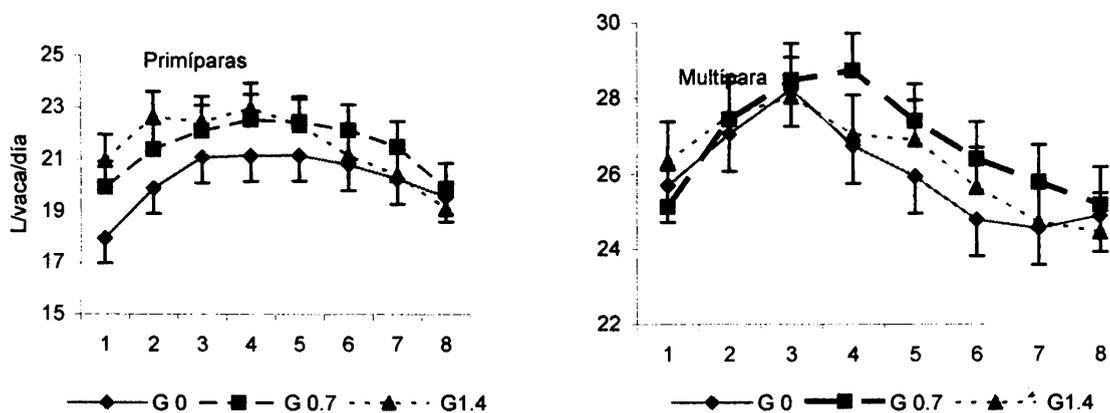


Figura 6: Producción de leche corregida por grasa al 4% (LCG) en litros durante las primeras ocho semanas posparto en vacas primíparas (izquierda) y múltiparas (derecha) (G 0: grupo testigo, G 0.7: nivel bajo de suplementación con girasol, G 1.4: nivel alto de suplementación con girasol)

La producción de leche corregida por grasa al 4% (LCG) tampoco fue diferente entre los grupos, pero fue afectada de modo muy significativo por la paridad de los animales ($P < 0.0001$), siendo mayor para las vacas múltiparas. La interacción paridad*observación también fue significativa ($P < 0.05$). La figura 6 (izquierda) muestra la evolución de la producción de leche corregida por grasa en primíparas, la cual fue similar en los tres grupos. Al inicio de las observaciones (semana 1) los animales del grupo G 1.4 presentaron los valores más altos, seguidos por los del grupo G 0.7 y G 0 en orden decreciente de producción. El pico de producción se registró en la cuarta semana posparto a partir de donde comienzan a disminuir la producción. Para los animales del G 1.4 el descenso fue mayor que para los otros grupos finalizando incluso por debajo de estos. La producción de leche corregida por grasa en las múltiparas tuvo una evolución similar para los tres grupos. Al comienzo los animales del grupo G 1.4 fueron quienes obtuvieron mayores producciones, seguidos por los del grupo G 0 y G 0.7 respectivamente.

Los animales con un bajo nivel de suplementación fueron quienes presentaron el pico de producción más alto y el mismo se manifestó a la cuarta semana posparto, mientras que para los otros grupos se presentó en la tercera semana posparto. Luego de sus picos de producción todos los grupos mostraron un descenso hacia el final del periodo de medición excepto el grupo G 0 que a partir de la séptima semana registro un leve ascenso.

6.10) Proteína en leche (%)

No se observaron diferencias significativas entre grupos ni paridades para esta variable, siendo el valor promedio de 3.02 ± 0.04 %.

Tanto para primíparas como para multíparas el comportamiento de los 3 grupos fue similar registrándose los máximos valores para este parámetro al inicio de la lactancia, con un gradual descenso hasta la semana 4 a partir de la cual los valores se mantuvieron constantes.

6.11) Caseína coagulable

Los valores de caseína coagulable fueron de 0.51 ± 0.01 kg/día. No se observaron diferencias significativas grupos y sus interacciones. Hubo un descenso similar en los tres grupos hasta la cuarta semana, momento en el cual la categoría de las primíparas continúa descendiendo y las multíparas tienden a mantener valores constantes

6.12) Estabilidad Térmica

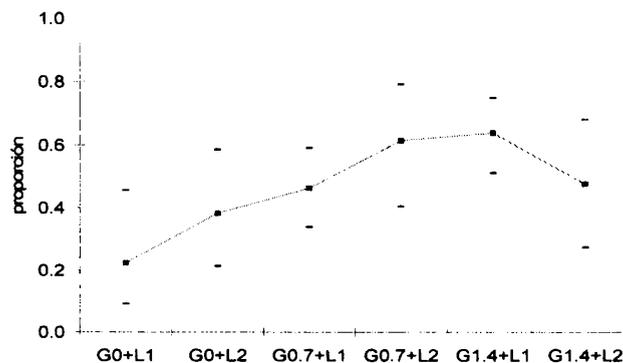


Figura 7: Medias de mínimos cuadrados (■) e intervalo de 95% de confianza para la variable proporción de muestras con alta estabilidad térmica para los 60 días del ensayo, según el tratamiento

Se detectó efecto de la suplementación ($p < 0.03$), de la semana de medición ($p < 0.005$), pero no de la paridad o de las interacciones entre efectos ($p < 0.10$). L1 y L2 = vacas primíparas y multíparas, respectivamente.

6.13) Metabolitos

6.13.1) Ácidos grasos no esterificados (NEFA)

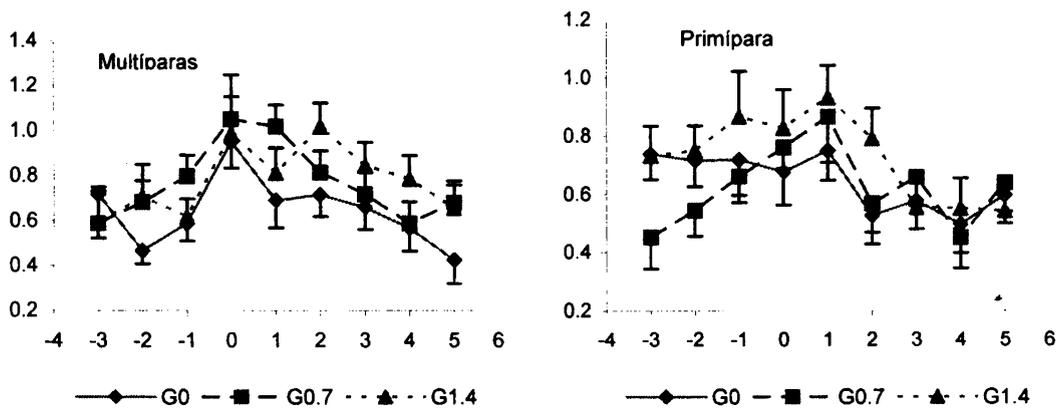


Figura 8: Concentraciones séricas de Ácidos Grasos No Esterificados (NEFA) (mmol/L) durante las últimas 3 semanas preparto y primeras 5 semanas posparto de vacas primíparas (izquierda) y multíparas (derecha) (G 0: grupo testigo, G 0.7: nivel bajo de suplementación con girasol, G 1.4: nivel alto de suplementación con girasol)

Las concentraciones de NEFA fueron diferentes entre los grupos ($P < 0.05$), así como entre paridad ($P < 0.05$). La concentración plasmática de NEFA en las multíparas se presenta en la figura 8 (izquierda), donde se aprecia un aumento en los tres grupos hacia el momento del parto, cuando se registra un pico máximo de los niveles de NEFA. Luego del mismo comienza un descenso que se mantiene hasta el final del ensayo para los tres grupos destacándose el grupo G 1.4 con un segundo pico hacia la segunda semana posparto para luego retomar el descenso con los otros grupos. En el caso de las primíparas figura 8 (derecha) los grupos G 0.7 y G 1.4 comenzaron con un ascenso hasta la primer semana post parto luego de la cual se mostró un brusco descenso hacia la tercer semana posparto en la cual todos los grupos registran un pico el cual se repite hacia la quinta semana posparto; en cambio el comportamiento del grupo G 0 comenzó con un leve descenso hasta el parto, seguido de un pequeño aumento en la primer semana posparto para luego comportarse como los demás grupos.

6.13.2) Betahidroxibutirato (BHB)

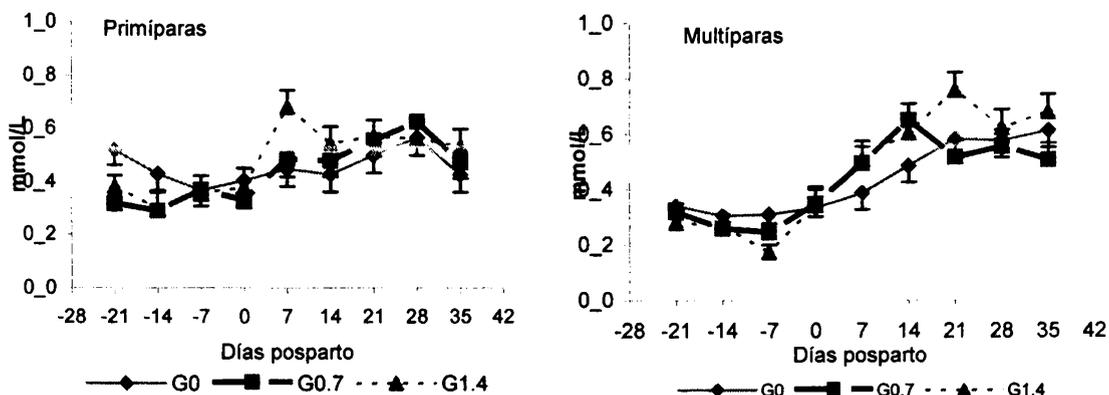


Figura 9: Concentraciones séricas de betahidroxibutirato (BHB) durante las últimas 3 semanas preparto y primeras 5 semanas posparto de vacas primíparas (izquierda) y múltiparas (derecha) (G 0: grupo testigo, G 0.7: nivel bajo de suplementación con girasol, G 1.4: nivel alto de suplementación con girasol)

No se registraron diferencias significativas entre tratamientos en los niveles de BHB ($P > 0.05$), pero sí una interacción paridad*tiempo ($P < 0.05$). Las concentraciones plasmáticas de BHB en primíparas (Figura 9 izquierda) fueron similares en los tres grupos manteniéndose en un rango constante en todo el período de medición (0.3-0.6 mmol/L). El grupo G 1.4 presentó un pico máximo en la primera semana posparto. En el caso de las múltiparas (Figura 9 derecha) los grupos G 0 y G 0.7 fueron constantes hasta el momento del parto, mientras que el grupo G 1.4 registró un leve descenso. Al momento del parto comienzan a aumentar los valores para los tres grupos. El grupo G 1.4 presentó un pico en la tercera semana posparto mientras G 0.7 y G 0 presentaron sus valores máximos en la segunda y tercera semana posparto respectivamente.

6.13.3) Colesterol

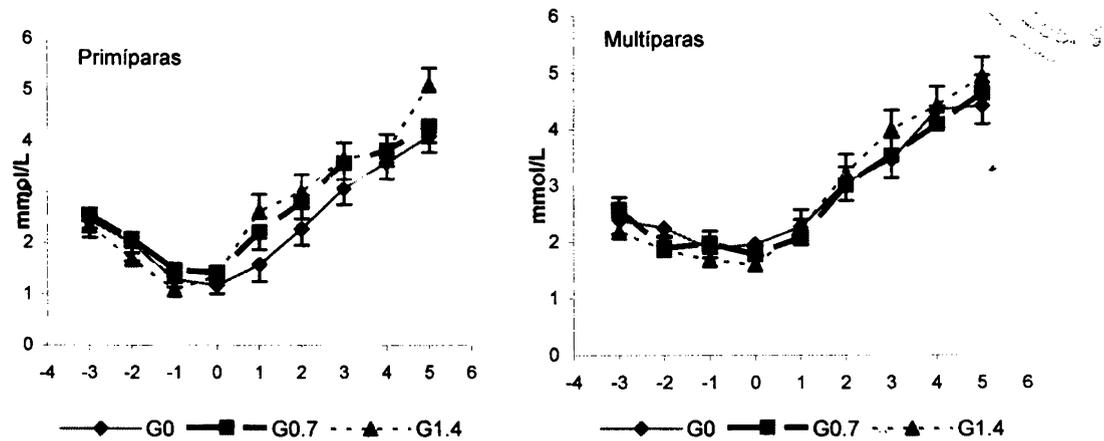


Figura 10: Concentraciones séricas de colesterol durante las últimas 3 semanas preparto y primeras 5 semanas posparto en vacas primíparas (izquierda) y múltiparas (derecha) (G 0: grupo testigo, G 0.7: nivel bajo de suplementación con girasol, G 1.4: nivel alto de suplementación con girasol)

Los niveles de colesterol fueron similares entre los grupos, registrándose diferencias significativas en la interacción paridad x observación ($P < 0.05$). Tanto para primíparas como para múltiparas (figura 10) las concentraciones plasmáticas de colesterol se comportaron de la misma manera, en donde todos los grupos comenzaron con un descenso de los niveles séricos de colesterol hasta el momento del parto a partir del cual comenzaron a subir en forma gradual hasta el final del periodo de medición.

6.13.4) Glucosa

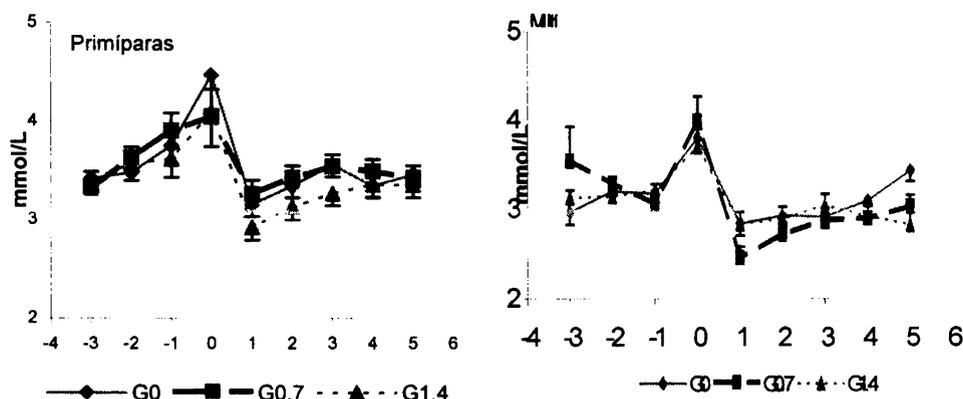


Figura 11: Concentraciones séricas de glucosa durante las últimas 3 semanas preparto y primeras 5 semanas posparto en vacas primíparas (izquierda) y múltiparas (derecha) (G 0: grupo testigo, G 0.7: nivel bajo de suplementación con girasol, G 1.4: nivel alto de suplementación con girasol)

Hubieron diferencias significativas en la paridad ($P = 0.0001$), así como en la interacción suplementación x paridad ($P = 0,0739$). En la figura 11 (izquierda) se muestran las concentraciones plasmáticas de glucosa en las primíparas en las cuales los tres grupos comienzan con un ascenso en los niveles de glucosa con un pico máximo al momento del parto luego del cual descienden hasta la primer semana posparto, donde se continuó con valores constantes. A diferencia de las anteriores las múltiparas (Figura 11 derecha.) comienzan con valores constantes que se mantienen hasta la semana previa al parto, donde comienza un ascenso hasta el momento del parto en donde se presentan los valores máximos, para luego descender bruscamente y seguir el mismo comportamiento que en las primíparas.

6.13.5) Urea

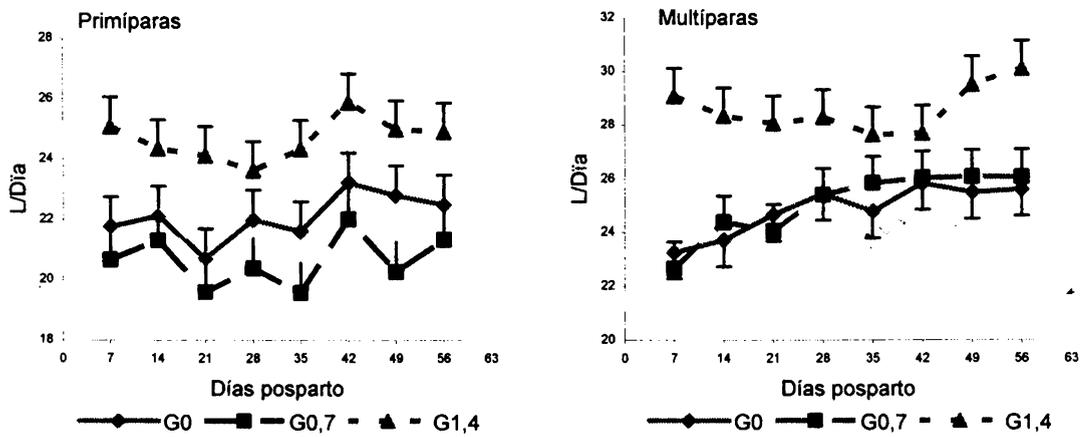


Figura 12: Concentraciones de urea en leche (moles/ litro) durante el ensayo en vacas primíparas (izquierda) y multiparas (derecha) (G 0: grupo testigo, G 0.7: nivel bajo de suplementación con girasol, G 1.4: nivel alto de suplementación con girasol)

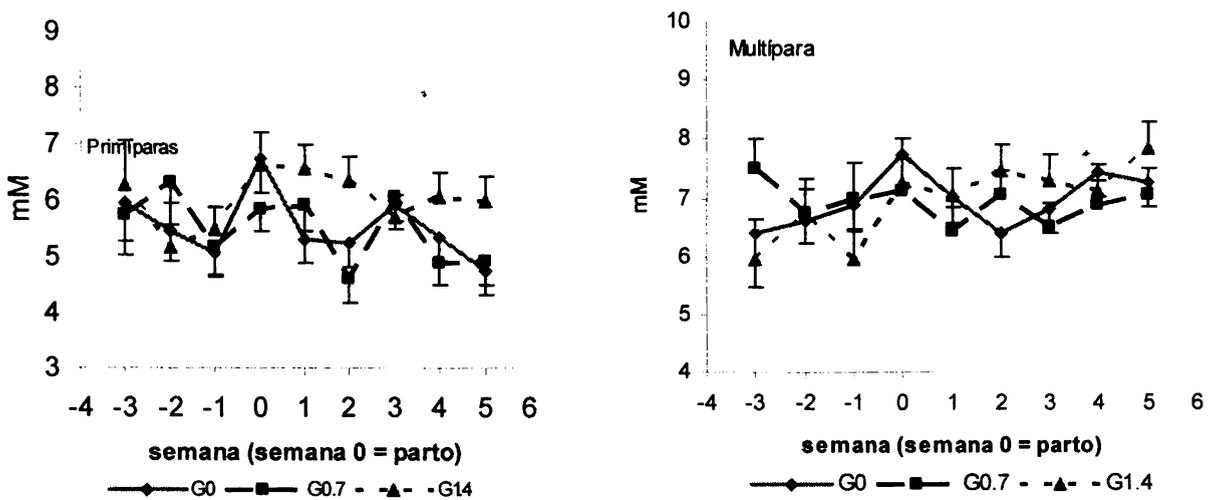


Figura 13: Concentraciones de urea en plasma (moles/ litro) durante el ensayo en vacas primíparas (izquierda) y multiparas (derecha) (G 0: grupo testigo, G 0.7: nivel bajo de suplementación con girasol, G 1.4: nivel alto de suplementación con girasol)

Para la variable MUN el efecto suplementación y paridad mostró diferencias significativas ($P = 0,0001$), no así para los demás efectos y sus interacciones

La urea en leche (MUN) en las primíparas no se observaron grandes variaciones a lo largo del ensayo en lo que respecta a los datos, pero se observó que los animales del G 1.4 mostraron valores superiores.

Las multíparas obtuvieron valores superiores en el G 1.4 los cuales se mantuvieron constantes durante todo el ensayo, y para los otros grupos se registro un leve ascenso.. Para la variable PUN se observaron diferencias significativas para el efecto suplementación ($P<0.05$), paridad ($P<0.0001$).

Los niveles de urea en plasma (PUN) en las primíparas se mantuvieron en un rango entre los 4.5 y 7 mmol/L, a pesar de las variaciones registradas en cada uno de los grupos. En las multíparas sucede lo mismo pero los valores se encuentran en el rango entre los 6 a 8 mmol/L.

Existe una correlación de 0.589 ($P<0.0001$) entre el PUN y el MUN para el caso de las primíparas, de 0.611 ($P<0.0001$) para el caso de las multíparas.

6.14) Proteínas totalès

Para esta variable existieron diferencias significativas para paridad ($P =0.0004$), y una tendencia de la interacción suplementación x observación ($P 0.0730$).

Los valores medios para el caso de las primíparas fue 82.2 ± 1.8 , y para las multíparas 74.7 ± 1.9 g/L.

6.15) Albúminas

Se registró una tendencia significativa en la interacción suplementación x paridad ($P=0.06$).

6.16) Globulinas

El efecto del número de parición para esta variable presentó diferencias significativas ($P<0.001$).

6.17) Albúmina / Globulina

Para esta variable hubieron diferencias significativas que se registraron en el efecto número de parto ($P<0.001$), así como también para la interacción número de parto x observación ($P<0.05$)

7 DISCUSIÓN

7.1) Consumo

Los resultados obtenidos mostraron que la suplementación con semilla de girasol no afectó negativamente el consumo de materia seca de los animales coincidiendo con lo reportado en otros experimentos que utilizaron este alimento como suplemento lipídico donde el consumo de materia seca (CMS), incluso cuando se la incluyó en la dieta hasta un 12% (Rafalowski y Park, 1982), o con distinto tipo de procesamiento (M^cGuffey y Schingoethe, 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 (Kennelly, 1996), con lo cual se impediría la acumulación de señales que potencialmente podrían deprimir el consumo.

Sin embargo otros autores opinan que la inclusión de grasa en la dieta suele aumentar la densidad energética y por ende la energía ingerida siempre que la digestión ruminal y el consumo de materia seca no sean afectados por la suplementación ya que puede alterar la palatabilidad del alimento. La inclusión de suplementos grasos en la dieta está asociada a una reducción en el consumo de materia seca y en consecuencia a un moderado aumento en la energía total ingerida (5-6%) (Palmquist 1984; Gagliostro y Chilliard, 1992). La reducción de la ingestión de MS está altamente asociada con el origen y la cantidad de suplemento graso a utilizar (Coppock y col., 1987; Gagliostro y Chilliard, 1992; Wu y Huber, 1994). Otras limitaciones pueden ser consideradas cuando se utiliza grasa como suplemento en vacas lecheras a pastoreo, que es la potencial disminución de la palatabilidad del concentrado suplementado (Grummer y col., 1990). Por otra parte, Anderson y col., (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, y 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 y col., 1987).

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 7 % de la dieta, y/o en la medida en que no se supere un 6 % de EE en la dieta completa. Como la gran mayoría 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

7.2) Producción y composición de Leche

Los resultados del presente experimento demostraron que la suplementación con semilla de girasol hasta alrededor de 7% de la dieta (base seca) no afecta la producción de leche o la concentración y producción de sólidos de interés comercial.

La producción de leche no fue diferente entre los grupos lo que era de esperar ya que las dietas se formularon de forma que fueran isoenergéticas pero sí hubieron diferencias entre paridad. Las múltiparas manifestaron su pico de producción hacia la tercera semana mientras que las primíparas lo hicieron hacia la cuarta. Los animales con más de una lactancia mostraron siempre producciones de leche y sólidos mayores que los de primera lactancia.

Según los trabajos revisados en general la producción de leche no se modificó debido a la suplementación de semilla de girasol en comparación a tratamientos testigos, e incluso hubo casos en que 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). Schingoethe y col., (1996) también observaron una mejora en la producción de leche cuando se incluyeron semilla de girasol laminada en un 7.5 % de la dieta.

En conjunto, los resultados de suplementación con semilla de girasol coinciden con los criterios de uso de grasas en general, que indican que la utilización de cantidades moderadas de grasa pueden mantener o incluso aumentar la secreción de leche, hasta un punto a partir del cual no aumenta más aún cuando se siga añadiendo grasa, para finalmente disminuir cuando se supera el límite tolerable (Jenkins, 1998). El rango donde ocurren los beneficios disminuye a medida que la grasa es más insaturada y/o no está protegida, como es el caso de la semilla de girasol, debido a que hay más probabilidad de afectar negativamente la microflora ruminal, lo que puede conducir a una disminución del consumo y la digestibilidad de los nutrientes, siendo estas las principales causas de la disminución en producción de leche (Jenkins, 1998). Parecería lógico suponer entonces que ésta no se verá afectada si se respetan los rangos sugeridos en el capítulo de consumo.

En lo que respecta a la producción de leche corregida al 4 % de grasa tampoco hubo diferencias entre los grupos no coincidiendo con otros estudios en los que la producción de leche corregida al 4 % de grasa aumentó con la suplementación grasa (Schingoethe y col., 1996). Los mismos resultados fueron obtenidos por Schroeder y col., 2004, quien encontró que la suplementación grasa de vacas en pastoreo aumentó la producción de leche en 0,97 kg /día, comparado con vacas controles, aunque las variaciones pueden ser mayores. La respuesta a la suplementación fue mayor cuando se expresó como leche corregida por grasa, aumentando a 1,12 kg / día, sobre vacas controles. Esto puede ser explicado por el aumento simultáneo de la producción de leche y el porcentaje de grasa en leche (Schroeder y col., 2004).

En lo referente al porcentaje de grasa en la leche no se registraron diferencias significativas entre grupos, entre paridad, ni entre sus interacciones. La suplementación con grasa afecta el porcentaje y composición de la grasa láctea de diferentes maneras, a través de sus efectos negativos en la digestión ruminal de la fibra con la consiguiente disminución de la producción de los ácidos acético y butírico (precursores de ácidos grasos de cadena corta y mediana en la leche) (Schroeder y col., 2004). Cuando vacas lecheras alimentadas con pasturas de alta calidad son suplementadas grasas ricas en ácidos grasos saturados se observa un incremento en la concentración de grasa y la producción de leche. Cuando el suplemento graso que se administra está compuesto

fundamentalmente por ácidos grasos insaturados, la concentración de ácidos grasos lácteos disminuye probablemente debido a una disminución de la síntesis de novo en la glándula mamaria causada por el efecto directo de algunos ácidos grasos insaturados de cadena larga específicos; sin embargo el total de grasa láctea producida no es afectada porque hay una mayor producción de leche (Schroeder y col., 2004).

En un gran número de experimentos la síntesis de grasa láctea no fue afectada por la inclusión de girasol en la dieta, tanto cuando se utilizó semilla entera hasta en un 12 % de la dieta (Rafalowski y Park, 1982) o semilla laminada en un 10 % (McGuffey y Schingoethe, 1982), o con distinta composición de ácidos grasos (Casper y col., 1988). Hay que señalar que en ninguno de estos trabajos el porcentaje de EE en el tratamiento con mayor cantidad de semilla de girasol superó un valor de 6,3 %, lo que habría evitado una interferencia (por exceso de grasa insaturada) a nivel de las vías de biohidrogenación ruminal, que es uno de los requisitos básicos de la inhibición de la síntesis de novo de ácidos grasos (Bauman y Griinari, 2001). Sin embargo, en el ensayo de Sarrazin y col., (2004) el extracto al éter no superó el 6 % e igualmente la inclusión de 8 % de semilla entera de girasol deprimió la síntesis de grasa (respecto al testigo); posiblemente otros factores expliquen las diferencias entre estos ensayos, como por ejemplo, características intrínsecas de los animales o características de la dieta base consumida.

No se registraron diferencias significativas para el porcentaje de proteína en leche entre tratamientos ni paridades lo que concuerda con la bibliografía consultada. Bargo, 2003, reportaron que en diferentes estudios de animales en pastoreo donde se utilizó grasa como suplemento no hubo diferencias significativas en la disminución en la concentración de la proteína láctea, principalmente porque aumenta la producción de leche. Como la producción de leche generalmente aumenta con la suplementación grasa el menor contenido de proteína láctea puede ser parcialmente explicado más por un efecto de dilución que por un efecto negativo de la grasa en la dieta (Gagliostro y Chilliard 1992; Chilliard y col. 1993; Wu y Hubert 1994; Garnsworthy, 1997). Este efecto no se reflejó en el presente trabajo, lo cual concuerda con lo reportado por Gagliostro y Chilliard 1992; Wu y Huber 1994 quienes demostraron que la producción de proteína láctea no disminuyó luego de suplementar con grasas saturadas o insaturadas.

Es conocido un efecto de depresión de las caseínas en la leche por el exceso de grasa en la ración (Barros, 2002), lo que no coincide con lo sucedido en el presente ensayo en el cual se vio que la suplementación grasa no tuvo efecto significativo. Contrariamente Wu y Hubert (1994) reportaron que la inclusión de grasa en la dieta lleva a una disminución en la concentración de proteína láctea. Esta magnitud no está relacionada con el origen de la grasa.

Con respecto a la estabilidad térmica se encontraron diferencias para la variable de suplementación. El mayor contenido de MUN en el nivel de suplementación G 1.4 explicaría parcialmente la mayor ET evidenciada en dicho nivel, ya que de acuerdo con Mc Crae y Muir 1995, la urea contribuye a estabilizar el pH durante el calentamiento de la leche, retardando la coagulación de las proteínas. Sin embargo, es improbable que esta sea la única explicación del resultado encontrado. Si bien la probabilidad de obtener una muestra con alta ET en el nivel de suplementación G 0.7 no fue

significativamente distinta respecto a G 1.4, la concentración de MUN fue estadísticamente inferior a la de G 1.4 pero no difirió de G 0, aunque en este último nivel la probabilidad de lograr una muestra con alta ET fue menor tanto respecto de G 0.7 como de G1.4. La ET puede ser afectada por numerosos factores, entre ellos la composición mineral de la leche Mc Crae y Muir 1995, Chavez y col., 2004a. Es posible que algún componente de la leche con efecto sobre la ET y que no fue medido en el presente experimento, haya tenido variaciones debido a la suplementación con SGE que causaran los resultados obtenidos.

7.3) Condición corporal y metabolitos

En lo que respecta a la condición corporal y concordando con lo reportado por Ortiz y col., (1998) y Markus y col., (1996), no se encontraron efectos de la suplementación grasa sobre esta variable. Si bien la misma disminuyó al momento del parto, esto es un proceso fisiológico debido al aumento de los requerimientos del animal tanto para la producción de leche y crecimiento fetal como además en el caso de las primíparas seguir su crecimiento corporal.

Según lo reportado por Cirio y Tebot, (1998), en condiciones fisiológicas, como consecuencia de la lipomovilización posparto se producirá un aumento de los niveles de NEFA circulante. Los niveles de betahidroxiacetoacil-CoA en el plasma no son máximos al momento del parto, como lo es en el caso de los NEFA. Los máximos niveles se alcanzan entre la segunda y cuarta semana de lactación, cuando por un lado se han atenuado la lipomovilización y la esteatosis y, por otro lado, el BE del animal ha mejorado. Este desfase temporal entre los fenómenos de catabolismo lipídico y de cetogénesis se explica por la falta de disponibilidad de glucosa.

El consumo de SGE incrementó significativamente la concentración plasmática de NEFA, siendo mayores en el nivel G 1.4 respecto a G 0, mientras que el nivel G 0.7 no difirió de estos. La suplementación con grasa proveniente de semilla de girasol como de otras fuentes generalmente incrementa los niveles plasmáticos de NEFA. De acuerdo con Grumer y Carroll (1991), este efecto no sería función de un menor BEN, sino que estaría asociado a una captación incompleta de NEFA luego de la hidrólisis de triglicéridos plasmáticos (aumentados durante la suplementación lipídica) por la enzima lipoproteína lipasa, o bien a una menor re-esterificación de NEFA en triglicéridos en el tejido adiposo de vacas lecheras consumiendo grasa. Según López y col, (2004) la inclusión de una fuente de grasa protegida en la dieta de vacas lecheras determinó mayores niveles de NEFA en estos animales respecto a los que no consumieron dicha grasa. Existe controversia entre los autores en relación a los efectos de la suplementación lipídica sobre los tenores de NEFA en sangre de vacas en lactación. La literatura mundial presenta varios trabajos donde la adición de grasa provoca aumento en la concentración de NEFA sanguíneo (Bertics y Grummer 1999; Avila y col. 2000). Otros autores no verificaron alteraciones en el tenor de este metabolito en sangre (Pires y col. 1996; Bermudes, 1999). Las concentraciones de NEFA se aumentan en el momento del parto alcanzando las concentraciones pico alrededor del mismo y luego comienzan a disminuir. Este aumento es el resultado de la disminución del consumo de MS previo al parto y a los cambios hormonales antes y en el parto que estimulan la

movilización de NEFA desde el tejido adiposo para proveer energía para el parto y la lactogénesis (Vazquez – Añon y col. 1994; Grum y col. 1996).

La falta de efecto de la suplementación con semilla de girasol entera sobre la concentración plasmática de BHB y la ausencia de correlación entre NEFA y BHB detectada en éste experimento coincide con lo reportado con Grummer y Carroll (1991), quienes indican que contrariamente a lo que se puede predecir basándose en la elevada concentración de NEFA plasmático durante una suplementación con grasa, la concentración de BHB plasmática usualmente no aumenta marcadamente. Un incremento de BHB durante una suplementación grasa puede estar relacionado con un excesivo contenido de proteína cruda en la dieta por encima del 25 al 26 %.

En este trabajo no se registraron diferencias significativas en las concentraciones sanguíneas de colesterol, contrariamente a lo encontrado en la bibliografía donde según García-Bojalil y col. (1998), la suplementación con grasa usualmente aumenta el colesterol sanguíneo. El tipo de ácido graso altera este efecto ya que existe diferencia significativa en las concentraciones de colesterol sanguíneo según la fuente grasa utilizada (López, 2004).

El efecto de la suplementación lipídica sobre la concentración de glucosa en sangre en los trabajos revisados fue muy variado, existen aquellos en donde no hubo alteración a nivel sanguíneo coincidiendo con los resultados obtenidos en el presente trabajo (Gagliostro, 1997; Bermudes, 1999; Abdullah y col., 2000), mientras que otros autores observaron un aumento en el tenor de glucosa sanguínea a consecuencia de la suplementación lipídica (Elliot y col., 1993; Bateman y col., 1996).

En resumen el estudio de los parámetros que muestran el metabolismo energético concuerda con lo esperado fisiológicamente. Los animales luego del parto sufren una disminución de la condición corporal lo que se ve reflejado en un aumento de los niveles de NEFA circulantes. La disminución en los valores de glucosa en sangre observados probablemente es atribuida a una mayor síntesis de lactosa y por ende una mayor producción de leche, lo que determina un aumento en la producción de BHB en sangre y consecuentemente de colesterol. La interacción de estos metabolitos indican que los animales sufren un balance energético negativo característico del inicio de la lactancia (Cavestany y col., 2005) y que la magnitud del mismo fue similar entre los distintos tratamientos.

Con respecto a las concentraciones de urea en plasma existieron diferencias significativas con la suplementación lipídica, siendo los valores obtenidos por el grupo G 1.4 significativamente mayores. En un ensayo con vacas lecheras realizado por López (2004) los animales que consumieron la grasa en forma protegida presentaron mayores tenores de urea en plasma en relación a los animales no suplementados. Contrariamente Kim y col., (1993) observaron que las concentraciones de urea en plasma y amoníaco ruminal fueron menores para las dietas suplementadas con grasa que los animales no suplementados. Los autores concluyeron que esta reducción indicaría una utilización más eficiente de los carbohidratos fermentables en el rumen para la síntesis de proteína microbiana o una inhibición de la actividad proteolítica microbiana. Otros autores no encontraron diferencias entre tratamientos en relación al tenor de urea en plasma al testear diferentes fuentes de grasa (Grum y col., 1996; Gagliostro, 1997). Probando la adición o no de diferentes fuentes de grasa en la dieta Dhiman y col., (1995) no encontraron diferencias entre los tratamientos. En este

ensayo, parte de la mayor concentración de urea en el tratamiento G1.4 puede deberse a la mayor proporción de harina de girasol, alimento con una muy elevada degradabilidad de la proteína, en el concentrado comercial de dicho tratamiento respecto a los restantes.

Los metabolitos indicadores del metabolismo nitrogenado de las vacas del presente ensayo, proteínas totales, albúminas y globulinas, no fueron afectados por la suplementación con SGE, lo que coincide con lo reportado por otros autores que evaluaron SGE (Rafalowski y Parck, 1982) u otras fuentes de grasa (Blum y col. 2000; Fahey y col. 2002; Yang y col. 1978; Lough y col. 1988; West y Hill, 1990) Estos resultados, sumados a los ya mencionados respecto a la ausencia de efecto del consumo de SGE sobre la síntesis de proteína y caseína láctea, indicarían que el balance de nitrógeno fue similar para los distintos niveles de suplementación.

8 CONCLUSIONES

La inclusión de semilla de girasol entera hasta aproximadamente 7% de la dieta (base seca) de vacas primíparas y multíparas en pastoreo a inicio de lactancia no tuvo efectos adversos sobre el consumo voluntario, la producción de leche y la producción y concentración de grasa, proteína, caseína coagulable al cuajo y lactosa, tuvo efectos positivos sobre la estabilidad térmica. La suplementación con semilla de girasol entera no modificó sustancialmente el perfil metabólico de los animales.

Consideramos sería de utilidad para seguir profundizando en los estudios de SGE como suplemento en la alimentación de vacas lecheras a pastoreo, dadas las grandes cantidades de ácido linoleico que posee y siendo a través de la carne y leche la principal fuente de ácido linoleico conjugado (CLA) para la salud humana siendo esta característica importante por las benéficas propiedades que poseen.

9 BIBLIOGRAFÍA

1. Abdullah M, Young JW, Tyler HD, Mohiuddin G. (2000). Effect of feeding high forage diets with supplemental fat on blood metabolites, rumen fermentation and dry matter digestibility in dairy cows. *Asian Australasian J. Anim. Sci.* 13:451-462.
2. Adrien ML. (2006). Efecto de las cantidades crecientes de forraje sobre la performance productiva y reproductiva en vacas lecheras en condiciones pastoriles. Tesis Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay. 41 p.
3. Alais CH. (1970). Ciencia de la leche (principios de la técnica lechera). Editorial Reverté S.A., Buenos Aires, Argentina. 347 pp.
4. Albright JL. (1993). Feeding behavior of dairy cattle. *J Dairy Sci* 76:485-498.
5. Allen M, Beede D. (1996). Causes, detection and preventions of ruminal acidosis in dairy cattle. En: *Proc Tri-State Dairy Nutr Conf. USA.* P. 55-72.
6. Allen MS. (2000). Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *J Dairy Sci* 83:1598-1624.
7. Anderson MJ, Obadiah YEM, Boman RL, Walters JL. (1984). Comparison of whole cottonseed, extruded soybeans, or whole sunflower seeds for lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 67:569-573.
8. Avila CD, DePeters EJ, Perez-Monti H, Taylor SJ, Zinn RA. (2000). Influences of saturation ratio of supplemental dietary fat on digestion and milk yield in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83:1505-1519.
9. Bargo F. (2003). Suplementación en pastoreo: conclusiones sobre las últimas experiencias en el mundo. Disponible en : <http://www.agro.uba.ar> Fecha de consulta el 15 de febrero del 2007.
10. Barros L. (2002). Trastornos metabólicos que afectan la calidad de la leche. Departamento de rumiantes. Facultad de Veterinaria. Universidad de la República. Uruguay. Pp.1-18.
11. Bateman II. HG, Spain JN, Eilersieck MR. (1996). Influence of by-product feeds and tallow on lactation performance of Holstein cows during two seasons. *J Dairy Sci*; 79:114-120.
12. Bauman DE, Currie WB. (1980). Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J Dairy Sci*; 63:1514-1529.
13. Bauman DE, Griinari JM. (2001). Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. *Livest Prod Sci* 70: 15-29.
14. Beam SW, Butler WR. (1999). Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *J. Reprod. Fert. Suppl* 54: 411-424.
15. Belassi S, Olariaga F, Pérez MN. (2006). Efecto de la suplementación energética durante el parto sobre la producción y reproducción en vacas Holando multíparas y primíparas en pastoreo. Tesis para el obtener el título de Doctor en Ciencias Veterinarias. Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay. 47 p.
16. Bell AW. (1995). Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J. Anim. Sci.* 73: 2804-2819.

17. Ben Salem H, Krzeminski R, Ferlay A, Doreau, M. (1993). Effect of lipid supply on in vivo digestion in cows: comparison of hay and corn silage diets. *Can J Anim Sci* 73, 547-557.
18. Bermudes RF. (1999). Gordura protegida na dieta de vacas de alta produção à campo, em alfafa verde ou présecada, na fase inicial da lactação. Porto Alegre:Universidade Federal do Rio Grande do Sul.Tese Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 294p.
19. Bertics SJ, Grummer RR. (1999). Effects of fat and methionine hydroxy analog on prevention or alleviation of fatty liver induced by feed restriction. *J. Dairy Sci.* 82:2731-2736.
20. Blum JW, Bruckmaier RM, Vacher PY, Munger A, Jans F. (2000). Twenty-four-hour patterns of hormones and metabolites in week 9 and 19 of lactation in high-yielding dairy cows fed triglycerides and free fatty acids. *J. Vet. Med. Serires A.* 47: 43–60.
21. Broster WH. (1972). Effect of milk yield of cow on the level of feeding lactation. *J. Dairy Sci. (Suppl.1):*225. (abstr.).
22. Butler WR, Calaman JJ, y Beam SW. (1996). Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 74:858-865.
23. Campabadal C y Navarro H. (1994). Nutrimientos necesarios para maximizar la producción de leche. *Bol. Asoc. AMER: Soya. A.N, No.138.* 10p.
24. Campabadal C y Navarro H. (1998). Alimentación de la vaca en el período de transición. *Bol. Asoc. Amer: Soya. A.N. No. 154.* 16p.
25. Casper DP, Schingoethe DJ, Middaugh RP, Baer RJ. (1988). Lactational responses of dairy cows to diets containing regular and high oleic acid sunflower seeds. *J. Dairy Sci.* 71: 1267-1274.
26. Cavestany D, Blanc JE, Kulcsar M, Uriarte G, Chilbroste P, Meikle A, Febel H, Ferraris A, Krall E. (2005). Studies of the transition cow under a pasture-based milk production system: metabolic profiles *J. Vet. Med. Serires A.* 52: 1–7.
27. Chavez MS, Negri LM, Taverna MA, Cuatrín A. (2004^a). Bovine milk composition parameters affecting the ethanol stability. *J. Dairy Res.* 71: 201–206.
28. Chilbroste P, Ibarra D, Zibil S, Laborde D. (2002). Proyecto alimentación reproducción CONAPROLE 2002. Informe final. Pp. 1- 28.
29. Chilliard Y, Doreau M, Gagliostro GA, Elmeddah Y. (1993).Addition de lipides protégés (encapsules ou savon de calcium) à la ration des vaches laitières. Effets sur les performances et la composition du lait. *INRA Prod. Anim.* 6, 139– 150.
30. Chilliard Y, Ferlay A, Mansbridge RM, Doreau M. (2000). Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. *Ann. Zootech.* 49, 181-205.
31. Chilliard Y. (1992). Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminant,pigs and rodents. A review. Invited paper 87th Annual Meeting of American Dairy Science Association. Columbus, Ohio, USA.
32. Cirio A y Tebot I. (1998). Fisiología metabólica de los rumiantes. Departamento de Fisiología. Facultad de Veterinaria. Universidad de la República. Uruguay. pp: 1-45.

33. Coppock CE, Lanham JK, Horner JL. (1987). A review of nutritive value and utilization of whole cottonseed, cottonseed meal, and associated by-products by dairy cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 18: 89–97.
34. Cottyn BG, Buysse FX y Boucquib CV. (1971). The effect of linseed oil fatty acids on digestibility and rumen fermentation. *Z. Tierphysiol. Tieremahr. Futtermittelkd.* 27: 252-259.
35. Crespi D, Medin J, Piana M (2005). Efecto de la suplementación energética y del suministro de sales aniónicas durante el parto sobre la producción y reproducción en vacas holando en pastoreo. Universidad de la republica. Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay.
36. Davidson JA, Rodriguez L, Mashk DG, Risch CC, Scheurer SJ, Pilbeam TE, y Beede DK. (1997). Feeding the transition cow. En: *Proceedings of the Tri-State Dairy Nutrition Conference, WI, USA.* P. 83-104.
37. Davies DT, White JCD. (1996). The stability of milk protein to heat. I. Subjective measurement of heat stability of milk. *J. Dairy Res* 33:67-81.
38. Demeyer DI, Henderson C, Prins RA. (1978). Relative significance of exogenous and de novo synthesized fatty acids in the formation of rumen microbial lipids in vitro. *Appl Environ Microbiol* 35: 24-31.
39. Dhiman TR, Zanten KV y Satter LD. (1995). Effect of dietary fat source on fatty acid composition of cow's milk. *J. Sci. Food Agric.* 69: 101–107.
40. Dirksen GU, Liebich HG y Mayer E. (1985). Adaptive changes of the ruminal mucosa and their functional and clinical significance. *Bovine Pract.* 20:116-121.
41. Doreau S, Chilliard Y. (1997) Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. *Brit. J. Nutr.* 78. Suppl. 1: S15- S35.
42. Drackley JK. (1998). Transitional period nutrition management explored. *Feedstuffs* . 8:12-16.
43. Drackley, JK. (1997). Minimizing ketosis in high producing dairy herds. In: *Proceedings of the Tri-State Dairy Nutrition Conference, WI, USA.* p. 65-75.
44. Dyk PB, Emery RS. (1996). Reducing the incidence of peripartum health problems. *Proc Tri-State Dairy Nutr Conf. WI, USA.* p 41-54.
45. Edmonson AJ, Lean J, Weaver LD, Farver T, Webster G. (1989). A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci* 72: 68-78.
46. Elliott JP, Drackley JK, Schauff DJ y Jaster EH. (1993). Diets containing high oil corn and tallow for dairy cows during early lactation. *J. Dairy Sci.* 76:775-789.
47. Emmanuel B. (1974). On the origin of rumen protozoan fatty acids. *Biochim Biophys Acta* 337:404-413.
48. Fahey J, Mee JF, O'Callaghan D, Murphy JJ. (2002). Effect of calcium salts of fatty acids and calcium salt of methionine hydroxy analogue on reproductive responses and milk production in Holstein-Friesian cows. *Anim Sci* 74: 145-154.
49. Ferguson JD, Chalupa W. (1989). Symposium: Interactions of nutrition and reproduction. Impact of Protein Nutrition on Reproduction in Dairy Cows. *J Dairy Sci;* 72:746-766.
50. Gagliostro GA, Chilliard Y. (1992). Utilización de lípidos protegidos en la nutrición de vacas lecheras. I-Efectos sobre la producción y composición de

- la leche y sobre la ingestión de materia seca y energía. *Rev Arg Prod. Anim.* 12: 1.
51. Gagliostro GA. (1997). Suplementación con sales de calcio de ácidos grasos en vacas lecheras en lactancia media en condiciones de pastoreo. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 17: 83–96.
 52. Gagliostro GA. (2003). Semilla de Girasol: Una herramienta nutricional para valorizar la calidad de la grasa butirosa. INTA EEA Balcarce. Arg.
 53. Garcia –Bojalil CM, CR Staples, CA Risco, JD Savio, y WW Thatcher. (1998). Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diet of lactating dairy cows: Productive responses. *J. Dairy Sci.* 81: 1374-1384.
 54. Garnsworthy PC. (1997). Fats in dairy cow diets. En: Garnsworthy, P.C., Cole, D.J.A. (Eds.), *Recent Advances in Animal Nutrition*, University of Nottingham, UK. Pp. 87-103.
 55. Goff JP, Horst RL, Reinhardt TA, y Buxton DW. (1997). Preventing mil fever in dairy cows. En: *Proc Tri-State Dairy Nutr Conf. WI, USA.* p.41-56.
 56. Grant R, Albright J. (1997). Dry matter intake influences by cow grouping behavior. *Feedstuffs* 69:50. p12.
 57. Grum DE, Drackley JK, Younker RS, LaCount DW, Veenhuizen JJ. (1996). Nutrition during the dry period and hepatic metabolism of periparturient dairy cows. *J Dairy Sci*; 79:1850-1864.
 58. Grummer RR, Hayirli A. (2000). Factors Affecting Dry Matter Intake of Prefresh Transition Cows. 4-State Professional Dairy Management Seminar. Univ Wisconsin, WI, USA.
 59. Grummer RR, Hatfield ML, Dentine MR. (1990). Acceptability of fat supplements in four dairy herds. *J. Dairy Sci.* 73, 852– 857.
 60. Grummer RR. (1995). Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *J. Anim. Sci.* 73:2820-2833.
 61. Grummer RR, Carroll DJ. (1991). Effects of dietary fat on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 69: 3838-3852.
 62. Guardiola C. (1997). Alimentación de la vaca lechera durante la etapa de transición. Seminario anual de Elanco. México. Pp. 6-8.
 63. Harfoot CG y Hazlewood GP. (1988). Lipid metabolism in the rumen. In *The Rumen Microbial Ecosystem*, [P. N. Hobson, ed.]. London and New York Elsevier Applied Science. Pp. 285-322.
 64. Harfoot CG, Crouchman ML, Noble RC, Moore JH. (1974). Competition between food particles and rumen bacteria in the uptake of long-chain fatty acids and triglycerides. *J Appl Bacteriol* 37:633-641.
 65. Hutjens MF. (1995). Feeding applications for high producing dairy cows. En *Proc. Cornell Nutr. Conf. For Feed Manufactures.* Ithaca, NY. USA. p.34.
 66. Ikwuegbu OA y Sutton JD. (1982). The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. *British J Nut* 48:365-375.
 67. Ingraham RH, Kappel LC. (1988). Metabolic profile testing. *Metabolic diseases of ruminant livestock.* *Vet. Clin. North Amer. Food. Anim. Pract.* 4:391-411.
 68. Ingvarsten KL, Andersen JB. (2000). Integration of metabolism and intake regulation: a review focusing on periparturient animals. *J Dairy Sci* 83:1573-1597.

69. Jenkins TC. (1993). Lipid metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.* 76: 3851-3863.
70. Jenkins TC. (1998). Benefits and limitations of fat in dairy rations. In: *Proceedings of the Mid-South Ruminant Nutrition Conference*. Disponible en <http://www.txanc.org/proceedings/1998/benefits.pdf>. Fecha de consulta el 2 de noviembre de 2004.
71. Jerred MJ, Carrol DJ, Combs DK, Grummer RR. (1990). Effects of fat supplementation and immature alfalfa to concentrate ratio on lactatin performance of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 73:2842-2854.
72. Kemp P, Lander DJ y Orpin, CG. (1984). The lipids of the rumen fungus *Piromonas communis*. *J Gen Microbiol* 130, 27-37.
73. Kennelly JJ. (1996). The fatty acid composition of milk fat as influenced by feeding oilseeds. *Anim Feed Sci Technol* 60: 137-152.
74. Kim YK, Schingoethe DJ, Casper DP, Ludens FC. (1993). Supplemental dietary fat from extruded soybeans and calcium soaps of fatty acids for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76:197-204.
75. Licitra G, Hernandez TM, Van Soest PJ. (1996). Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Techn.* 57: 347-358.
76. López SE, López J, Stumpf W. (2004). Parámetros séricos de vacas leiteras na fase inicial de lactação suplementadas com diferentes fontes de gordura. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 12: 96-102.
77. Lough DS, Muller LD, Kensinger RS, Sweeney TF, Griel LC. (1988). Effect of added dietary fat and bovine somatotropin on the performance and metabolism of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71: 1161-1169.
78. Manual Merck de Veterinaria (2000). 5^{ta} Ed, Barcelona, Océano Grupo Editorial, S.A. 2558 pp.
79. Markus SB, Wittenberg KM, Ingalls JR, Undi M. (1996). Production responses by early lactation cows to whole sunflower seed or tallow supplementation of a diet based on barley. *J. Dairy Sci.* 79: 1817-1825.
80. M^cCrae CH, Muir DD. (1995). Heat stability of milk. En: *Heat-induced changes in milk* (Ed: Fox, P.J.). IDF Publication, 2^a Ed. Bruselas. pp: 206-230.
81. M^cGuffey RK, Schingoethe DJ. (1982). Whole sunflower seeds for high producing dairy cows. *J Dairy Sci* 65: 1479-1483.
82. Muller LD. (1992). Feeding Management Strategies. En: *Large dairy Herd management*. Ed. by H.H. Van Horn and C.J. Wilcox. University of Florida, Gainesville, Florida, FL, USA. Pp. 326-335.
83. National Research Council (NRC). (1989). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 6^a Ed. National Academy Press. Washington, D.C., USA. Pp. 381.
84. Oetzel CR. (1997). Improving reproductive performance in dairy cattle via milk fever prevention. *The Bovine Proc. 20th Annual Meeting AABP. USA* p52.
85. Ortiz V, Gómez Cabrera A, Mena Y. (1998). Utilización de la semilla de girasol (normal y alta en ácido oleico) en la alimentación de vacas lecheras. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.* 13: 5-12.
86. Overton TR y Waldron MR. (2004). Nutritional Management of Transition Dairy Cows: Strategies to Optimize Metabolic Health. *J. Dairy Sci.* 87:(E. Suppl.):E105-E119.

87. Palmquist DL y Jenkins TC. (1980). Fat in lactation rations: Review. *J. Dairy Sci.* 63: 1-14.
88. Palmquist DL. (1984). Use of fats in diets for lactating dairy cow. *Fat in Animal Nutrition*, Editions Bultersworkts, London, UK. Pp. 357-381.
89. Parck CS, Marx GD, Moon YS, Wiesenborn D, Chang KCS, Hofan VL. (1997). Alternatives uses of sunflower. En: *Sunflower Technology and Production* (Ed: Schneiter, A.A.). Agronomy Series N° 35. Madison, Wisconsin, USA. pp: 765-807.
90. Parodi PW. (1999). Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic of bovine milk fat. *J. Dairy Sci.* 82: 1339-1349.
91. Pires AV, Eastridge ML y Firkins JL. (1996). Roasted soybeans, blood meal, and tallow as sources of fat and ruminally undegradable protein in the diets of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 79:1603-1610.
92. Pond KP, Burns JC, Fisher DS. (1987). External markers – use and methodology in grazing studies. *Proc. Graz. Livest Nutr. Conf.* Jackson, Wyoming, USA. pp 49-54.
93. Rabelo E, Razende RL, Bertics SJ y Grummer RR. (2003). Effects of transition diets varying in dietary energy density on lactation performance and ruminal parameters of dairy cow. *J Dairy Sci*, 86:916-925.
94. Rafalowski W y Park CS. (1982). Whole sunflower seeds as a fat supplement for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 65: 1484-1492.
95. Rowland GJ. (1980). A review of variations in the concentrations of metabolites in the blood of beef and dairy cattle associated with physiology, nutrition and disease with particular reference to the interpretation of metabolic profiles. *World Rev Nutr Diet*; 35:172-235.
96. Sarrazin P, Mustafa AF, Chouinard PY, Raghavan GSV, Sotocinal SA. (2004). Performance of dairy cows fed roasted sunflower seed. *J. Sci. Food Agric.* 84: 1179-1185.
97. Schingoethe DJ, Brouk MJ, lightfield KD, Baer RJ. (1996) Lactational responses of dairy caws feed unsaturated fat from extruded soybeans or sunflower seeds. *Dairy Science Dept, Brookings, SD, USA.* 57007-57047.
98. Schmidt GH, Van vleck LD. (1974). *Principles of dairy science.* ED.W.H. Freeman and Co., USA. pp:558.
99. Schroeder GF, Gagliostro GA, Bargo F, Delahoy JE, Muller LD. (2004). Effects of fat supplementation on milk production and composition by dairy cows on pasture: a review. *Livest Prod Sci* 86: 1-18 (Suppl.):E105-E119.
100. Van der Honing Y, Wieman B J, Steg A y Van Donselaar B. (1981). The effect of fat supplementation of concentrates on digestion and utilization of energy by productive dairy cows. *Netherlands J Agric Sci* 29:79-92.
101. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
102. Vazquez-Añón M, Bertic S, Luck M, Grummer RR. (1994). Peripartum liver triglycerides and plasma metabolites in dairy cows. *J Dairy Sci*; 77:1521-1528.
103. Weiss WP. (1997). Nutrition and management of the periparturient cows. En: *Memorias del Curso de Actualización en Nutrición del Ganado de Leche (LANCE)*. San José, Costa Rica. 9 p.

104. Weiss WP. (1998^a). Relationship between nutrition and profitability. En: Memorias del curso de Actualización en Nutrición del Ganado de Leche (LANCE). San José, Costa Rica. 6.p.
105. Whitaker, DA. (1983). Bovine Medicine-metabolic profiles. En: Bovine Medicine: Diseases and Husbandry of Cattle. Ed by A. H. Andrews. Blackwell Publishers, Hannover. pp 1-17.
106. White BG, Ingalls JR, Sharma HR. (1987). The addition of whole sunflower seeds and sodium bicarbonate to fat depressing diets for lactating cows. Can J Anim Sci 67: 437-445.
107. White TW, Grainger RB, Baker FH, Stroud JW. (1958). Effect of supplemental fat on digestion and the ruminal calcium requirement of sheep. J Anim Sci 17:797-803.
108. Wu Z, Huber JT. (1994). Relationship between dietary fat supplementation and milk protein concentration in lactating cows: A review. Livest. Prod. Sci. 39:141– 155.
109. Yang Y, Baldwin RL, Russell J. (1978). Effects of long supplementation with lipids on lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 61: 180-188.
110. Direcciones electrónicas:
www.mgap.gub.uy/Diea- Fecha de consulta 30 de julio de 2005.

10 ANEXO

10.1) Consideraciones metodológicas

10.1.1) Consumo

El consumo y la digestibilidad de lo consumido se determina por medio de marcadores indigestibles que se administran al animal. Los marcadores externos son utilizados más comúnmente en la determinación de heces excretadas y a través de esta se estima el consumo (Belassi y col, 2006); un marcador es el Cromo (Pond y col., 1987), que es utilizado en pruebas de digestibilidad, en determinaciones de la tasa de pasaje gastrointestinal y consumo voluntario de ruminantes en estudios de nutrición animal. Pero presenta un problema que es la variación que posee en su excreción en heces, lo que se puede subsanar en parte con muestreos estratégicos y medidos en el tiempo. Es necesario un periodo de 5 a 7 días de dosificación con el marcador previo al muestreo de heces para lograr un equilibrio en la extracción (Belassi y col, 2006).

El muestreo de heces debe hacerse por un periodo de tiempo no menor a tres días de manera de poder obtener un promedio de concentración del marcador en heces de precisión aceptable (Belassi y col, 2006).

10.1.2) Perfiles metabólicos

Los perfiles metabólicos se definen como un grupo o combinación de elementos sanguíneos analizados todos juntos en un test (Rowland, 1980). La elección de los constituyentes a estudiar depende de factores relevantes al problema a investigar, el costo, el tipo de análisis, estabilidad de la muestra en relación con el tiempo de transporte entre el predio y el laboratorio. Estos han contribuido a entender las relaciones entre los constituyentes sanguíneos y varios fenómenos fisiológicos (Ingraham y Kappel, 1988). El valor del uso de los perfiles metabólicos depende del cuidado con el que se colecten las muestras de sangre, de la selección de las vacas y esto incluye la colección y el uso de información pasada y presente del establecimiento, de los sistemas de alimentación, de los alimentos y del estado físico de los animales (Whitaker, 1983).

Los perfiles metabólicos son usados generalmente para:

- Predecir la ocurrencia de enfermedades metabólicas.
- El diagnóstico o confirmación de enfermedades metabólicas.
- Determinar el estado de fertilidad.
- Monitoreo del estado nutricional.

Los metabolitos utilizados para medir el grado de balance energético son BHB, NEFA (Whitaker, 1983).

10.1.3) NEFA

El nivel óptimo de los NEFA en vacas lactando se encuentran por debajo de 0,7 mmol / Litro, mientras que para vacas secas en las últimas cuatro semanas de gestación su valor es por debajo de 0,4 mmol/ Litro los NEFA son una medida mas directa de la movilización grasa que el BHB (Whitaker, 1983). Aumentan mas rápidamente y frecuentemente retornan a su rango óptimo de la misma forma aún cuando la vaca en balance energético negativo (BEN).

10.1.4) BHB

En vacas lactando el nivel óptimo de BHB en sangre se encuentra por debajo de 1,0 mmol/ Litro. El BHB refleja la movilización grasa y los altos valores están asociados con un grado severo de BEN. Valores menores a 0,6 mmol/ Litro representan una situación donde las vacas tienen una desigual pérdida de condición corporal, entre 0,6 y 1,0 mmol/ Litro es una aceptable tasa de movilización, dependiendo del estadio de lactación. Cerca de 1,0 mmol/ Litro, la salud y la productividad se ve afectada y en vacas con cetosis los valores probables son cercanos a 2,0 mmol/ Litro (Whitaker, 1983).

10.1.5) Colesterol

Es un alcohol esteroideo insaturado. Constituye un componente estructural importante de las membranas de las células y un precursor en la biosíntesis de los ácidos biliares y las hormonas esteroideas. Dos tercios del colesterol plasmático está esterificado, el tercio restante está libre. Del 60 al 70% va vehiculizado por lipoproteínas de baja densidad (LDL), del 20 al 35% por proteínas de alta densidad (HDL) y del 5 al 12% por lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL).

La colesterolemia es de 62,1 – 192,5 mg/dl (El Manual Merck, 2000).

10.1.6) Glucosa

El nivel óptimo de glucosa en sangre es cercano a los 3,0 mmol/ Litro (Whitaker, 1983).

10.1.7) Proteínas totales

Se determinan con la finalidad de posibilitar el cálculo de las globulinas y la relación albúminas/globulinas.

Nivel normal en sangre es de 62 – 82 g/Litro. (El Manual Merck, 2000).

10.1.8) Albúmina

Son proteínas sintetizadas en el hígado, el nivel óptimo en sangre es cercano a los 30 gr/ L.

Bajos niveles reflejan alterada la salud del hígado y una pobre suplementación con aminoácidos, a su vez puede estar asociado con una prolongada hiponutrición (Whitaker, 1983). La relación albúminas / globulinas es de importancia para interpretar las variaciones de la albúmina y las proteínas totales, se puede diferenciar la hipoalbuminemia por causas alimenticias de la que puede causar algún tipo de insuficiencia a nivel hepático, el valor por referencia es de 0,8 – 0,9 (Crespi y col., 2005).

10.1.9) Globulinas

Su valor es la diferencia entre las proteínas totales y albúminas. Los niveles óptimos están por debajo de 50 gr/ Litro, estos valores no indican con total precisión la severidad del problema (Whitaker, 1983). Su importancia radica en la conservación de la presión osmótica del plasma, la inmunidad humoral y pasiva (calostro), acción, tampón, regulación enzimática, contribuye a la interpretación de las causas de las variaciones de las albuminas (El Manual Merck, 2000).

10.1.10) Urea

Para una función satisfactoria ruminal los niveles de urea en sangre deben estar cercanos a 1,7 mmol/ L (Whitaker, 1983) Los niveles sanguíneos de urea reflejan una tasa de arribo en el rumen de proteína degradable efectiva y el balance con la energía fermentable metabolizable (Whitaker, 1983). Bajos valores son muy importantes para la práctica desde el punto de vista nutricional y es importante para distinguir entre bajos valores por poca cantidad de alimento ofrecido y que la dieta no cubre los requerimientos básicos (Whitaker, 1983).

10.1.11) Estabilidad térmica.

La estabilidad térmica fue medida como el tiempo de coagulación al calor, por el procedimiento subjetivo de Davies y White (1966). De forma breve, las muestras de leche a pH natural en tubos de vidrio sellados son sumergidas y puestas a rotar en un baño de glicerina a 135 ° C. El tiempo de coagulación al calor fue definido como el tiempo transcurrido entre el momento que se ubicó la muestra en el baño de glicerina y la aparición de los primeros signos de coagulación de proteínas en la leche. Se considero que las muestras de leche tenían alta ET si esta era igual o mayor a 20 minutos.