

UTILIZACION DE GRASAS DE SOBREPASO EN RUMIANTES

MONICA VIVIANA BENAVIDES ALBAN

**VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES POSGRADOS Y RELACIONES
INTERNACIONALES
PASTO-COLOMBIA
2011**

UTILIZACION DE GRASAS DE SOBREPASO EN RUMIANTES

MONICA VIVIANA BENAVIDES ALBAN

**Monografía presentada como requisito parcial para optar al título de
especialista en
Producción de Recursos Alimentarios para Especies Pecuarias**

**Asesor:
PAULINA DAVILA Zoot., M. Sc.**

**VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES POSGRADOS Y RELACIONES
INTERNACIONALES
PASTO-COLOMBIA
2011**

Nota de aceptación

PAULINA DAVILA Zoot., M. Sc.
Asesora

HERNAN OJEDA Zoot. Esp
Jurado delegado

EFREN INSUASTY Zoot. M. Sc
Jurado

Pasto, Abril de 2.011.

**“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son
responsabilidad exclusiva de sus autores”**

**Artículo 1° del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del
Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

Dedico a:

**MI PADRE
MI MADRE
MIS TIAS
MIS ABUELOS (Q.E.P.D)**

MONICA VIVIANA BENAVIDES ALBAN

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

PAULINA DAVILA	Zoot., M. Sc
HERNAN OJEDA	Zoot., Esp
EFREN INSUASTI	Zoot., M .Sc
LUIS ALFONSO SOLARTE	Zoot.
LIZETH MORALES	Secretaria

Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño.

Cooperativa de productos lácteos de Nariño - Colácteos

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	16
2. OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GENERAL	18
2.1.1 Objetivos Específicos. Describir el metabolismo de grasas de sobrepaso a nivel ruminal.	18
3. MARCO TEORICO	19
3.1 GENERALIDADES DE LOS LIPIDOS	19
3.1.1 Definición	19
3.1.2 Funciones de los lípidos	19
3.1.2 Clasificación de los lípidos.	20
3.2 ACIDOS GRASOS	21
3.2.1 Ácidos grasos saturados.	22
3.2.2 Ácidos grasos insaturados	22
3.2.3 Aceites, grasas y ceras.	22
3.3 METABOLISMO DE LOS LIPIDOS EN RUMIANTES	23
3.3.1 Biosíntesis de ácidos grasos	23
3.3.2 Oxidación de los ácidos grasos.	24
3.3.3 Metabolismo de los ácidos grasos no esterificados (NEFA).	27
3.3.4 Metabolismo de NEFA en diferentes estados fisiológicos	29
3.3.5 Acido linoleico conjugado.	31
3.3.5 Absorción intestinal de los lípidos.	32
3.4 GRASAS DE SOBREPASO	33
3.4.1 Utilización de grasas protegidas en rumiantes, generalidades.	39
3.4.2 Utilización de grasas de sobrepaso en ovejas.	43
3.4.2 Utilización de grasas de sobrepaso en vacas.	45
3.4.3 Utilización de grasas de sobrepaso en corderos.	55
3.4.4 Utilización de grasas de sobrepaso en vacas de ceba.	56

3.4.5 Utilización de grasas de sobrepaso en cabras.	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFIA	63

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Composición química (%)	36
Tabla 2. Valor energético (kcal/kg)	36
Tabla 3. Medias (\pm EE) para el peso inicial (PI), peso final (PF) y la ganancia de peso por día (GPD) en ovejas Pelibuey, por tratamiento.	44
Tabla 4. Medias (\pm EE) para la concentración sérica de metabolitos de los lípidos en ovejas Pelibuey, por tratamiento.	44
Tabla 5. Medias (\pm EE) para el número y la amplitud de los pulsos de somatotropina en ovejas Pelibuey, por tratamiento.	45
Tabla 6. Composición y contenido nutricional de dietas conteniendo o no grasa protegida para vacas Holstein en lactancia	47
Tabla 7. Producción (Kg) y composición química de la leche de vacas Holstein multíparas consumiendo o no grasas protegidas desde el inicio ó a partir del día 40 postparto	48
Tabla 8. Consumo promedio de alimento (CMS, Kg/día) y condición corporal de vacas Holstein en lactación con o sin grasa protegida en la dieta	49
Tabla 9. Efecto de la grasa de palma protegida sobre la producción de leche y persistencia en hato Holstein y Jersey.	51
Tabla 10. Efecto de la grasa de palma africana protegida sobre la composición y producción de componentes lácteos en un hato Holstein.	51
Tabla 11. Efecto de la grasa de palma africana protegida sobre la composición y producción de componentes lácteos en un hato Jersey.	52
Tabla 12. Dietas de vacas en transición	55
Tabla 13. Composición de la grasa protegida	55
Tabla 14. Condición corporal 21 días anteparto (21DAP), parto y 45 días posparto (45DPP)	55
Tabla 15. Composición y nutrientes de los suplementos, por tratamiento	59

Tabla 16. Producción de leche (media \pm EE) a los 35 (PL35) y a los 90 (PL90) días de lactación, por tratamiento, dentro de cada hato 59

Tabla 17. Peso de las crías (media \pm EE) al nacimiento (PC0), a los 35 (PC35) y a los 90 (PC90) días de edad, por tratamiento, dentro de cada hato. 60

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura de los lípidos	20
Figura 2. Via de la β -oxidación	25
Figura 3. Efecto de la grasa protegida sobre los días a primer celo	52
Figura 4. Efecto de la grasa protegida sobre los días a primer servicio	53
Figura 5. Efecto de la grasa protegida sobre los días a servicio efectivo	53
Figura 6. Efecto de la grasa protegida sobre el número de servicios por concepción	54

GLOSARIO

ACIDOS GRASOS: Los ácidos grasos son los componentes característicos de muchos lípidos y rara vez se encuentran libres en las células. Son moléculas formadas por una larga cadena hidrocarbonada de tipo lineal, y con un número par de átomos de carbono. Tienen en un extremo de la cadena un grupo carboxilo (-COOH).

ENZIMA: Es una molécula que se encuentra conformada principalmente por proteína que producen las células vivas, siendo su función destacada la de actuar como catalizador y regulador en los procesos químicos del organismo, es decir, cataliza las reacciones bioquímicas del metabolismo.

FOSFOLIPIDOS: Los fosfolípidos son una mezcla compleja de grasas, ácidos grasos esenciales, ácido fosfórico y dos vitaminas del grupo B como la colina y el inositol.

GLICEROL: Líquido incoloro, espeso y dulce, que se encuentra en todos los cuerpos grasos como base de su composición. Es un alcohol.

GLUCOLISIS: Oxidación metabólica de la glucosa que permite la obtención neta de energía en forma de ATP. Puede efectuarse en presencia de oxígeno (aerobiosis) o en su ausencia (anaerobiosis).

GRASA: Son compuestos orgánicos que se componen de carbono, hidrógeno y oxígeno, y son la fuente de energía en los alimentos. Las grasas pertenecen al grupo de las sustancias llamadas lípidos y vienen en forma líquida o sólida. Todas las grasas son combinaciones de los ácidos grasos saturados e insaturados.

GRASAS BY PASS: Las grasas protegidas son aquellas que al ser sometidas a diversos procesos de protección se hacen "inertes en rumen", pasando por este sin interferir con la fermentación de la fibra. Quedan libres en Abomaso y luego son digeridas con alta eficiencia en intestino.

LIPIDO: Los lípidos son biomoléculas orgánicas formadas básicamente por carbono e hidrógeno y generalmente, en menor proporción, también oxígeno. Además ocasionalmente pueden contener también fósforo, nitrógeno y azufre .

LIPOLISIS: Hidrólisis de las grasas alimentarias en ácidos grasos libres de alcohol (glicerol en el caso de los triglicéridos). Se produce en el curso de la digestión intestinal, bajo la influencia de la bilis y del jugo pancreático.

PROSTAGLANDINA: Las prostaglandinas son un conjunto de sustancias de carácter lipídico derivadas de los ácidos grasos de 20 carbonos (eicosanoides), que contienen un anillo ciclopentano y constituyen una familias de mediadores celulares, con efectos diversos, a menudo contrapuestos.

SAPONIFICACION: Reacción en la que los ácidos grasos se convierten en jabones por medio de la adición de un catión (Ca^{++} , K^+ , etc.)

RESUMEN

La alimentación apropiada del hato lechero durante los periodos de lactancia y periodos de descanso del ciclo de producción es necesaria para conseguir el máximo aumento en producción de leche, para mantener la condición corporal óptima, y para conseguir unos resultados reproductivos buenos.

Después del parto, la cantidad de energía requerida para la producción de leche y para el mantenimiento de los tejidos del cuerpo, es usualmente mayor que la cantidad de energía consumida.

Esto crea una situación en la cual las reservas del cuerpo (grasa en su mayoría) deben ser movilizadas con el fin de proveer energía suficiente para sostener un alto nivel de producción de leche. Cuando esta situación existe, la vaca esta en un desbalance negativo de energía. El período de balance negativo de energía varía en su duración dependiendo del nivel de producción de leche, la cantidad de dieta consumida y la densidad de energía de la dieta. Es necesario evitar al máximo esta situación buscando alternativas de alimentación que permitan incrementar al máximo el consumo de energía durante la lactancia temprana.

Las grasas de sobrepaso se constituyen en una alternativa importante para la suplementación durante los primeros días de lactancia, estas se definen como aquellas que al ser sometidas a diversos procesos de protección se hacen "inertes en rumen", pasando por este sin interferir con la fermentación de la fibra, quedando libres en abomaso siendo digeridas con alta eficiencia en intestino.

En diversos estudios realizados con grasas by pass se han encontrado diversos beneficios entre los que se destacan el incremento de producción (8- 10%), menor pérdida de condición corporal, menor incidencia de enfermedades metabólicas, control del estrés por calor y mejores índices reproductivos debido a que algunos ácidos grasos actúan como precursores de las hormonas reproductivas.

En el presente trabajo se aborda una revisión amplia sobre la utilización de grasas de sobrepaso en la alimentación de bovinos de leche, haciendo énfasis en su metabolismo, limitaciones, ventajas y estudios realizados con su utilización en rumiantes

Palabras clave: Rumiantes, Alimentación, Grasas de sobrepaso, Energía

ABSTRACT

The proper feeding of the dairy herd during lactation periods and rest periods of the production cycle is necessary to achieve the maximum increase in milk production, to maintain optimal body condition, and to achieve good reproductive outcomes.

After delivery, the amount of energy required for milk production and maintenance of body tissue, is usually greater than the amount of energy consumed.

This creates a situation in which the body stores (mostly fat) should be mobilized to provide enough energy to sustain a high level of milk production. When this situation exists, the cow is in negative energy imbalance. The period of negative energy balance varies in duration depending on the level of milk production, the amount of diet consumed and the energy density of the diet. It is necessary to avoid the most of this situation looking for food alternatives that would increase the maximum energy consumption during early infancy.

Bypass fats constitute an important alternative for supplementation during the first days of lactation, these are defined as those being subjected to various processes of protection are "rumen inert" through this without interfering with the fermentation fiber, being free in the abomasum to be digested in the intestine with high efficiency.

In several studies with bypass fat found many benefits among which include the increase in production (8 - 10%), lower body condition loss, reduced incidence of metabolic diseases, control of heat stress and better reproductive rates because some fatty acids act as precursors of reproductive hormones.

In the present paper deals with a comprehensive review on the use of bypass fats in feed for dairy cattle, with emphasis on metabolism, limitations, advantages and studies to use in ruminant

Keywords: Ruminant, Food, Fats bypass, Energy

INTRODUCCION

La productividad de un hato está dada por su capacidad reproductiva, la cual a su vez es un reflejo del bienestar del animal y del manejo nutricional y reproductivo. En la mayoría de nuestros hatos lecheros existe un consumo inadecuado de energía en la dieta, que se ve reflejado en una pobre condición corporal del animal en lactancia temprana, situación que trae como consecuencia un mal desempeño reproductivo, caracterizado por un retraso en el reinicio de la actividad ovárica posparto y causando una disminución en la producción de leche.

Varios estudios realizados sobre la influencia de la suplementación con grasa sobre el comportamiento reproductivo en vacas lecheras, indican que hay una mejora en la fertilidad aparentemente, la suplementación con grasa mejora la reproducción posparto no solo al incrementar el estado de energía del animal, sino también por cambios en la concentración de metabolitos y de hormonas metabólicas en la sangre independientes del consumo de energía, que pueden tener un efecto sobre el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas, mejorando el desarrollo folicular y la función del cuerpo lúteo en los ovarios.

La grasa protegida también aumenta la producción y tiene efecto positivo sobre la grasa de la leche pero que puede ser negativo para la proteína láctea. Es por esto que la dieta no debe contener más de 5% de grasa.

JUSTIFICACION

Los sistemas de producción actuales deben enfocarse en mejorar los parámetros reproductivos y productivos del animal, buscando siempre mayor competitividad en el mercado con costos de producción más bajos.

Es sabido que la dieta de vacas en producción depende principalmente de pasturas, sin embargo, cada día toma más importancia la utilización de alimentos balanceados en la producción, ya que el modelo animal actual exige la utilización de grano en la dieta para mantener ciertos indicadores, pese a ello la cantidad de alimento balanceado suministrado no alcanza a cubrir los requerimientos nutricionales de la vaca, especialmente en lactancia temprana, donde la ingestión de materia seca disminuye y los requerimientos, tanto energéticos como proteicos aumentan, encontrando casi siempre desbalances en la relación energía: proteína que conllevan a problemas de índole reproductiva y productiva, generando mayores costos de producción y menos eficiencia, por ello es necesario disponer de otras alternativas de manejo nutricional que permitan mejorar el estado nutricional de las vacas, como es el caso de las grasas de sobrepaso que vienen siendo utilizadas en otros países para mejorar los parámetros técnicos en sistemas de producción ganadera.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Revisar y discutir los estudios relacionados con la utilización de grasas de sobrepaso y sus implicaciones fisiológicas y nutricionales en la ganadería de leche.

2.1.1 Objetivos Específicos. Describir el metabolismo de grasas de sobrepaso a nivel ruminal.

Detallar los efectos nutricionales relacionados con la utilización de grasas de sobrepaso en dietas de vacas en producción

Reportar estudios sobre la utilización de grasas de sobrepaso en vacas en producción para mejorar indicadores reproductivos y productivos

3. MARCO TEORICO

3.1 GENERALIDADES DE LOS LIPIDOS

3.1.1 Definición. Los lípidos son biomoléculas orgánicas formadas básicamente por carbono e hidrógeno y generalmente también oxígeno; pero en porcentajes mucho más bajos. Además pueden contener también fósforo, nitrógeno y azufre .

Es un grupo de sustancias muy heterogéneas que sólo tienen en común estas dos características:

1. Son insolubles en agua
2. Son solubles en disolventes orgánicos, como éter, cloroformo, benceno, etc.

Una característica básica de los lípidos, y de la que derivan sus principales propiedades biológicas es la hidrofobicidad. La baja solubilidad de los lípidos se debe a que su estructura química es fundamentalmente hidrocarbonada (alifática, alicíclica o aromática), con gran cantidad de enlaces C-H y C-C. La naturaleza de estos enlaces es 100% covalente y su momento dipolar es mínimo.

3.1.2 Funciones de los lípidos

Los lípidos desempeñan cuatro tipos de funciones:

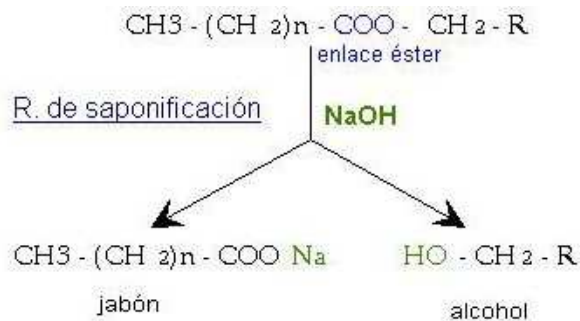
- Función de reserva. Son la principal *reserva energética* del organismo. Un gramo de grasa produce 9.4 kilocalorías en las reacciones metabólicas de oxidación, mientras que proteínas y glúcidos sólo producen 4.1 kilocaloría/gr.
- Función estructural. Forman las *bicapas lipídicas* de las membranas. Recubren órganos y le dan consistencia, o protegen mecánicamente como el tejido adiposo de pies y manos.

- Función biocatalizadora. En este papel los lípidos favorecen o facilitan las reacciones químicas que se producen en los seres vivos. Cumplen esta función las *vitaminas lipídicas*, las *hormonas esteroideas* y las *prostaglandinas*.
- Función transportadora. El transporte de lípidos desde el intestino hasta su lugar de destino se realiza mediante su emulsión gracias a los ácidos biliares y a los proteolípidos. (Valdes, 2.008) ¹

3.1.2 Clasificación de los lípidos. La heterogeneidad estructural de los lípidos (FIGURA 1.) dificulta cualquier clasificación sistemática. El componente lipídico de una muestra biológica puede ser extraído con disolventes orgánicos y ser sometido a un criterio empírico : la reacción de saponificación. (Gonzales)

La **saponificación** consiste en una hidrólisis alcalina de la preparación lipídica (con KOH o NaOH). Los lípidos derivados de ácidos grasos (ácidos monocarboxílicos de cadena larga) dan lugar a sales alcalinas (jabones) y alcohol, que son fácilmente extraíbles en medio acuoso. No todos los lípidos presentes en una muestra biológica dan lugar a este tipo de reacción. Se distinguen por tanto dos tipos de lípidos:

Figura 1. Estructura de los lípidos



¹ Valdez, Valencia Alfredo. Lípidos. Universidad de San Martín de Porres. Facultad de Medicina Humana. 2008. <http://www.monografias.com/trabajos16/lipidos/lipidos.shtml> Citado el 28 de Agosto de 2010]

- **Lípidos saponificables**

Los lípidos saponificables agrupan a los derivados por esterificación u otras modificaciones de ácidos grasos, y **se sintetizan en los organismos a partir de la aposición sucesiva de unidades de dos átomos de carbono**. En este grupo se incluyen:

- ácidos grasos y sus derivados
- eicosanoides (prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos)
- lípidos neutros (acilgliceroles y ceras)
- lípidos anfipáticos (glicerolípidos y esfingolípidos).

- **Lípidos no saponificables**

Los lípidos insaponificables son derivados por aposición varias unidades isoprénicas, y **se sintetizan a partir de una unidad básica de 5 átomos de carbono: el isopreno** (figura de la derecha). En este grupo de lípidos se incluyen:

- terpenos: retinoides, carotenoides, tocoferoles, naftoquinonas, dolicoles
 - esteroides: esteroles, sales y ácidos biliares, hormonas esteroideas
- Existen otros lípidos insaponificables que no están relacionados estructuralmente con el isopreno:
- hidrocarburos
 - lípidos pirrólicos.²

3.2 ACIDOS GRASOS

Textos científicos define a los ácidos grasos como ácidos orgánicos (ácido carboxílico) con una larga cadena alifática, más de 12 carbonos. Su cadena alquílica puede ser saturada o insaturada.

Su forma general es: $R - COOH$, donde el radical R es una cadena alquílica larga.

² Gonzáles, Juan Manuel. Curso de Biomoléculas. Universidad del País Vasco. <http://www.ehu.es/biomoleculas/index.htm>. Citado el 28 de Agosto de 2010]

La mayoría de los ácidos grasos naturales posee un número par de átomos de carbono, esto es debido a que son biosintetizados a partir de acetato (CH_3CO_2^-), el cual posee dos átomos de carbono.

3.2.1 Ácidos grasos saturados. Estos sólo tienen enlaces simples entre los átomos de carbono, es decir no poseen dobles ligaduras. La mayoría son sólidos a temperatura ambiente. Las grasas de origen animal son generalmente ricas en ácidos grasos saturados.

Los ácidos grasos saturados tienen la siguiente fórmula básica: $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_N-\text{COOH}$.

A continuación se dan algunos ejemplos de ácidos grasos saturados.

Butírico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
Láurico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
Mirístico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
Palmítico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
Esteárico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
Araquídico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$

3.2.2 Ácidos grasos insaturados. Poseen una o más enlaces dobles en su cadena según sean mono o poli insaturados respectivamente. Son generalmente líquidos a temperatura ambiente.

La siguiente tabla contiene algunos ejemplos de ácidos grasos insaturados.

Linolenico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Linoleico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Araquidónico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$
Oleico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Erúxico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{11}\text{COOH}$
Palmitoléico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{HC}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$

3.2.3 Aceites, grasas y ceras. Los aceites, grasas y ceras, animales y vegetales, son ésteres ácidos orgánicos, pertenecientes a las distintas series de ácidos grasos, denominados así por su presencia en las grasas. Un éster está formado por la combinación de un alcohol y un ácido, con eliminación de agua. Los aceites y grasas animales son ésteres de la glicerina (más propiamente denominada

glicerol) y una amplia variedad de ácidos grasos; las ceras, en cambio, son ésteres de ácidos de la misma naturaleza y un alcohol distinto del glicerol.

Las grasas pertenecen a la amplia familia de los lípidos, que han sido clasificados en simples, compuestos y derivados. Los lípidos compuestos incluyen los fosfatos lípidos, tales como la lecitina y la cefalina; los simples comprenden las materias grasas y las ceras. Estas acostumbran a acompañar a las grasas, ordinariamente, en cantidad insignificante, junto a otros importantes compuestos, que incluyen las vitaminas liposolubles (A, E, D y K), colesterol y otros alcoholes, y ciertos hidrocarburos. La mayor parte de estos componentes se reúnen en la fracción insaponificable de los aceites y las grasas.

Los aceites y grasas vegetales están localizados preferentemente en las semillas y en la carne de ciertos frutos (palmera y olivo), pero también se encuentran en las raíces, ramas, troncos y hojas de las plantas. En algunas semillas, por ejemplo en las de la mayor parte de cereales, la grasa se halla casi exclusivamente en el germen. También las producen ciertas bacterias, hongos y fermentos.³

3.3 METABOLISMO DE LOS LIPIDOS EN RUMIANTES

Los ácidos grasos (A G) son los componentes principales de los lípidos complejos (triacilgliceroles, fosfolípidos). Los triacilgliceroles son la forma más importante de almacenamiento de energía en los animales. Este tipo de almacenamiento presenta sus ventajas, al oxidarse el C de los AG producen más ATP que cualquier otra forma de C, además, los lípidos están menos hidratados que los polisacáridos, por lo que ocupan menos espacio. Los AG se incorporan a las membranas celulares. El principal órgano de interconversión y metabolismo de lípidos es el hígado.

3.3.1 Biosíntesis de ácidos grasos. El hígado, el tejido adiposo y la glándula mamaria son los sitios más importantes de biosíntesis de AG. La actividad del tejido adiposo predomina en el rumiante. Los principales sustratos para la síntesis de AG son el acetil-CoA y el NADPH, éstos se generan en la glucólisis, el ciclo de las pentosas y el ciclo de Krebs. La enzima citrato sintasa convierte al acetil CoA y al OAA en citrato y de esta manera logra cruzar la membrana mitocondrial para salir al citoplasma; el citrato es retransformado en acetil CoA y OAA en el citosol

³ Ácidos Grasos. Textos científicos. 2.005. <http://www.textoscientificos.com/quimica/acidograssos>. Citado el 28 de Diciembre de 2010

por la enzima ATP-citrato liasa. El oxalato se convierte en malato para regresar a la mitocondria e incorporarse al ciclo de Krebs. La enzima málica descarboxila al malato en piruvato que puede ser transportado a la mitocondria. Esta enzima en el citosol genera NADPH, necesario para la síntesis de AG.

Los enzimas para la síntesis de AG están organizados en un complejo multienzimático en los animales. El complejo es llamado ácido graso sintasa que además incluye la proteína transportadora de acilos (PTA o ACP). Sólo hay una reacción en la síntesis de AG que no ocurre en el complejo, ésta es la formación de malonil-CoA a partir de acetil-CoA la cual es catalizada por la acetil-CoA carboxilasa. El complejo ácido graso sintasa cataliza: la unión entre el acetil-CoA y malonil-CoA, una reacción de condensación, reacciones de reducción, de continuación, de elongación y de saturación.

La síntesis de AG produce principalmente ácido palmítico, que será el sustrato para producir una variedad de AG.

En los rumiantes, el acetato es la fuente más importante para la síntesis de AG. Los enzimas ATP-citrato liasa y málica no funcionan. Por esta razón los rumiantes recurren al ciclo de las pentosas, a la oxidación de isocitrato a α -cetoglutarato en el citosol y la desviación isocitrato-oxaloacetato en la mitocondria, para conseguir equivalentes reductores (NADPH).

La primera reacción limitante de la síntesis de AG es la síntesis de malonil-CoA. La enzima acetil-CoA carboxilasa es estimulada por elevadas concentraciones de citrato y altas concentraciones de ATP. La insulina promueve la desfosforilación y el glucagon la fosforilación. (Ramirez y Buntinx, 2.005)⁴

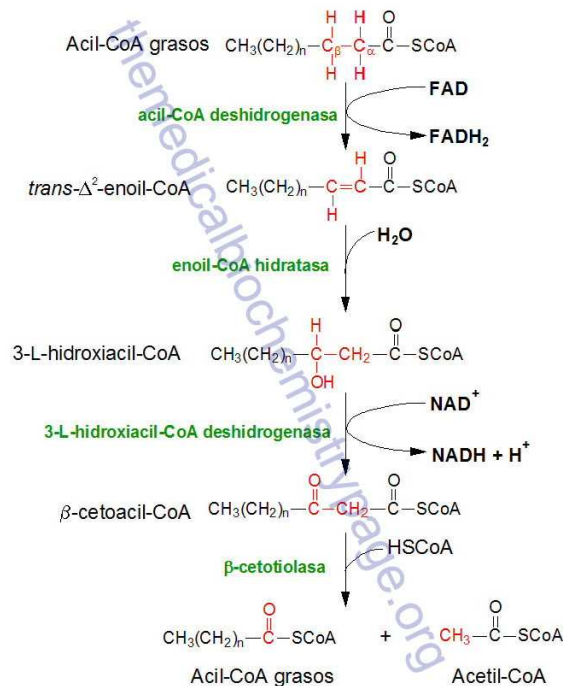
3.3.2 Oxidación de los ácidos grasos. El proceso de oxidación de los ácidos grasos se denomina β -oxidación porque ocurre a través de la remoción secuencial de dos unidades de carbono por oxidación en la posición del carbono- β de la molécula de acil-CoA graso.

⁴ RAMIREZ, Aurora y BUNTINX, Silvia. Metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas, Departamento de nutrición animal y bioquímica. México. 2.005 http://amaltea.fmvz.unam.mx/textos/alimenta/MET_CHO_LIP_PRO2.pdf. Citado el 22 de Diciembre de 2010

Cada vuelta de β -oxidación produce un mol de NADH, un mol de FADH₂ y un mol de acetil-CoA. Entonces el mol de acetil-CoA que es el producto de cada vuelta de β -oxidación entra en el ciclo del ácido tricarboxílico (TCA), en donde es oxidado a CO₂ con la generación concomitante de tres moles de NADH, un mol de FADH₂ y un mol de ATP. El NADH y el FADH₂ generados durante la oxidación de la grasa y la oxidación de la acetil-CoA en el ciclo del TCA entonces pueden entrar en la vía respiratoria para la producción de ATP.

La oxidación de los ácidos grasos produce más energía por átomo de carbono que la oxidación de los carbohidratos. El resultado neto de la oxidación de un mol de ácido oleico (un ácido graso de 18 carbonos) será 146 moles de ATP (se utilizan 2 moles de ATP durante la activación de los ácidos grasos), comparados con 114 moles de un número equivalentes de átomos de carbono de la glucosa. (King, 2010).⁵

Figura 2. Vía de la β -oxidación



⁵ KING, Michael. Oxidación de los ácidos grasos. Bioquímica médica. Enero 2010 <http://themedicalbiochemistrypage.org/spanish/fatty-acid-oxidation-sp.html>. Citado el 25 de Diciembre de 2010

Los lípidos de los forrajes se encuentran principalmente en forma de ácidos grasos poliinsaturados esterificados como galactosilglicéridos; la concentración de ácidos grasos en esta forma rara vez supera el 1,5% de la materia seca de la dieta. El contenido en ácidos grasos de cereales, semillas oleaginosas y grasas libres es variable y más elevado. Los lípidos de forrajes, cereales y semillas quedan expuestos a la acción microbiana cuando la matriz vegetal ha sido masticada y degradada. La actividad lipolítica se ve influenciada por el estado de madurez del forraje y el contenido en nitrógeno y por el tamaño de las partículas alimenticias en el rumen, pero generalmente no es un paso limitante de la digestión ruminal de las grasas. Recientemente Palmquist y Kinsey han demostrado que la velocidad de hidrólisis ruminal está directamente relacionada con el grado de insaturación; los aceites son hidrolizados más rápidamente que el sebo y no se detecta hidrólisis alguna de glicéridos saturados (hidrogenados). Curiosamente, el aceite de pescado era hidrolizado a niveles comparables al sebo; quizás esto sea debido a la disposición espacial de los ácidos grasos de cadena larga (C20-C22) insaturados en estos lípidos. Estudios han demostrado que la lipólisis disminuía para pH ruminales inferiores a 6 y que este proceso era más sensible a valores de pH bajos que la biohidrogenación.

Los ácidos grasos insaturados no esterificados son muy tóxicos para las bacterias gram-positivas (celulolíticas), las bacterias metanogénicas y los protozoos. Para minimizar estos efectos tóxicos, en el rumen tienen lugar varios procesos. Mientras los lípidos esterificados se encuentran principalmente en el fluido ruminal, los ácidos grasos aparecen asociados a la superficie de las partículas; las células microbianas y las partículas alimenticias compiten por la adsorción de los ácidos grasos. Aumentando la cantidad de partículas alimenticias (p.e. forrajes) en el contenido ruminal, disminuye la adsorción de ácidos grasos sobre los microorganismos.

La biohidrogenación microbiana de los ácidos grasos, un factor muy importante del metabolismo ruminal de los lípidos, tiene lugar sobre la superficie de las partículas vegetales.

Aunque la capacidad de hidrogenar numerosos isómeros posicionales ha sido descrita el modelo de mayor interés es la biohidrogenación del ácido linoleico (cis 9, cis 12 18:2) como a continuación se describe:

- 1) isomerización a cis 9, trans 11 18:2
- 2) reducción a trans 11 18:1
- 3) reducción a 18:0 (ácido esteárico).

A menudo en el paso 3 intervienen microorganismos diferentes a los de los pasos 1 y 2. Además, bajo determinadas condiciones de alimentación (alto nivel de aceites, baja proporción de forrajes, pH bajo), la acumulación de tll 18:1 puede ser importante. El primer intermediario, c9, tll 18:2 ("ácido linoleico conjugado" o "CLA") se acumula en cantidades más bajas. Su interés actual es grande ya que es un potencial agente anticancerígeno. Los ácidos grasos saturados son menos tóxicos para los microorganismos ruminales que los insaturados.

Las bacterias ruminales almacenan los lípidos primariamente en forma de ácidos grasos saturados. Un mecanismo adicional que reduce los efectos tóxicos de los ácidos grasos es la formación de sales insolubles carboxiladas (principalmente jabones cálcicos).

Palmquist observó que los ácidos grasos del sebo no inhiben la digestión de la fibra cuando se suministran en forma de sales insolubles de calcio. Comparando los efectos de suministrar a vacas de leche aceite de colza libre o en forma de jabones cálcicos, se observó que la digestión de la fibra no resultaba alterada si los ácidos grasos eran ofrecidos como jabones cálcicos.

El metabolismo ruminal modifica en gran medida el perfil en ácidos grasos de las grasas de la dieta disponibles para la absorción intestinal. La biohidrogenación influye en la digestibilidad de la grasa y es el principal factor que determina el perfil de ácidos grasos saturados de la grasa de los rumiantes. La grasa de la dieta tiende a disminuir la concentración de amoníaco en el rumen sin modificar el flujo duodenal de nitrógeno no amoniacal. Por otro lado, la grasa no reduce la síntesis de proteína microbiana en el rumen. (Palmquist, 1.996)⁶

3.3.3 Metabolismo de los ácidos grasos no esterificados (NEFA). Los NEFA son el grupo de ácidos grasos de cadena larga más activos metabólicamente. Los animales que se alimentan con NEFA muestran que este representa un 5% del total de lípidos en el plasma y los triglicéridos (< 10% de lípidos en plasma) están presentes en las lipoproteínas de baja densidad. Las fuentes de lípidos en el plasma se encuentran en el intestino delgado, hígado y tejido adiposo.

⁶ Palmquist, D.L. Utilización de lípidos en dietas de rumiantes. Department of Animal Sciences. XII curso de especialización FEDNA. Madrid, España. 1996. <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/96capitulolll.pdf>. Citado el 22 de Diciembre de 2010

- **Lipólisis y movilización de grasa**

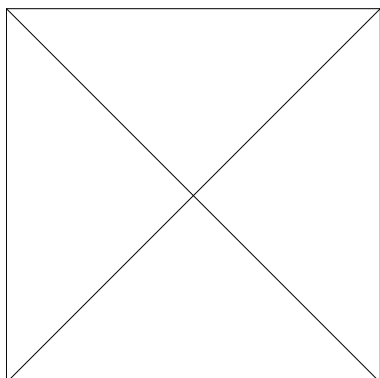
La grasa se almacena como NEFA. La glucosa es la fuente de glicerol, mientras que la FA puede ser sintetizada de nuevo a partir de acetato o ser formado nuevamente a partir de la captación de NEFA del plasma o después de la hidrólisis de VLDL circulantes por la lipoproteína lipasa (LPL).

Además, una fuente intracelular de FA puede surgir durante la lipólisis, un proceso regulado por la lipasa sensible a hormonas (HSL). Los ácidos grasos derivados de la lipólisis pueden ser liberados a la circulación o bien reesterificados en TAG. Por el contrario la falta de glicerol quinasa en el adipocito asegura que el glicerol sea liberado a la circulación. Por lo tanto la entrada de glicerol y ácidos grasos no esterificados en la mezcla de plasma deben reflejar la lipólisis y la movilización de la grasa, respectivamente. Esto es siempre que la contribución de los adipocitos sea mucho mayor que la liberada en la circulación como consecuencia de la hidrólisis catalizada por LPL. de VLDL-TAG.

- **Tasa de entrada de NEFA**

Bajo condiciones constantes de concentración circulante y el estado fisiológico, la cantidad de NEFA que entra y sale del plasma será igual. Esta se define como la tasa de entrada NEFA, que se determina mejor por dilución de isótopos.

Un jabón de potasio de radiomarcado FA se disuelve en el plasma y se infunde por vía intravenosa a una velocidad constante. Después de cerca de 1 h de la radiactividad específica de NEFA en plasma en la sangre arterial alcanzará un valor de meseta y la tasa de entrada se puede calcular como:



Tasa total de entrada de NEFA =

$$\frac{\text{Velocidad de infusión radiomarcado NEFA (dpm h}^{-1}\text{)}}{\text{Actividad específica total de NEFA (mmol dpm}^{-1}\text{)}}$$

Los NEFA en el plasma consisten en una serie de ácidos grasos dentro de los cuales se encuentran el palmítico (C 16:0), (C18: 0) esteárico y oleico (C18: 1), estos representan alrededor del 85%. En esto radica la dificultad de cuantificar el metabolismo NEFA porque no todos los AGNE se comportan como una unidad homogénea. Generalmente se utilizan marcadores radiactivos para cuantificar el valor total de NEFA, con la suposición de que todos los AGNE se comportan de manera similar. Otros trabajos han mejorado el método de infusión de mezclas de los tres principales ácidos grasos (Bell & Thompson, 1979; Dunshea et al, 1988). Normalmente C16: 0 tiene una tasa de entrada más alta que otro ácido graso, en comparación a una concentración similar (Lindsay, 1975). El ácido esteárico y C18:1 con más frecuencia muestran una relación similar entre la tasa de entrada y la concentración (Pethick et al, 1987). En este trabajo (a menos que se indique lo contrario) el marcador de ácido graso representa todos los NEFA. Por último, la determinación de la concentración de NEFA requiere cuidado. Se realiza mejor utilizando HPLC, GLC o métodos enzimáticos. Otros métodos que utilizan la titulación de jabones de cobre son propensos a la sobre-estimación debido a la falta de especificidad.

3.3.4 Metabolismo de NEFA en diferentes estados fisiológicos

- **Gestación.** La mayoría de los estudios han demostrado que la concentración de NEFA y la tasa de entrada son elevados al final de la gestación, incluso en las ovejas que están aparentemente bien alimentadas. Las tasas de entrada observadas varían entre 0,35 y 0,62 mmol h⁻¹ Kg⁻¹, un rango similar al observado en ovejas secas en ayunas. Hay dos razones para explicar estos altos valores. En primer lugar, las ovejas gestantes tienen dificultad en la alimentación suficiente para satisfacer los requerimientos de consumo de energía, lo cual es particularmente cierto en las dietas de forraje de baja calidad (Foot & Russell, 1979). En segundo lugar, hay una tendencia para la movilización de grasa debido a la resistencia a la insulina (el Pcttersen til., 1990). La función incremento de la movilización de grasa es probablemente para mantener euglycaemia para enfrentar el gran drenaje de glucosa por el útero grávido. Una adaptación especial de la gestación es la utilización de la D-3-hidroxibutirato por el útero grávido suficiente para dar cuenta de hasta un 25% del consumo de oxígeno (Pethick et al., 1983). La resultante reducción neta del 18% en el requerimiento de glucosa sería de gran beneficio para una oveja de doble gestación donde se consume alrededor del 70% de la glucosa sintetizada por el

útero grávido. Tampoco el acetoacetato o NEFA son utilizados como combustible por el útero grávido.

Durante el ayuno, las tasas de entrada de NEFA aumentan hasta $0.9 \text{ mmol h}^{-1} \text{ kg}^{-1}$. Un problema desconcertante es la hipercetonemia visto en periodo de ayuno en hembras preñadas en comparación con los animales secos en ayunas, a pesar de tasas similares de cetogénesis. Los datos apuntan a limitaciones en la captación de cetona en los animales preñados. Esto ha sido demostrado para el músculo esquelético, donde se utiliza D-3-hidroxiacetato menos rápidamente a medida que aumenta la concentración, mientras que la captación de acetoacetato sigue siendo más proporcional a la concentración (Pethick y Lindsay, 1982). Es probable que el aumento de la captación NEFA y la oxidación inhibe la reacción deshidrogenasa D-3-hidroxiacetato debido a un estado más reducido de los nucleótidos de piridina. Así pues, tenemos un mecanismo para la cetoacidosis patológica que se ve en la toxemia del embarazo.

Otro hallazgo en animales cetósicos (gestantes o lactantes) es el desarrollo de hígado graso. La etiología de esta acumulación parece estar asociada con la captación hepática de NEFA en proporción a la concentración, el nivel de las tasas máximas de cetogénesis y por lo tanto un aumento del sustrato reguladas en la tasa de esterificación.

- **La lactancia**

El metabolismo de la grasa durante la lactancia ha sido ampliamente estudiado, sobre todo porque la glándula mamaria tiene una enorme demanda de ácidos grasos. Además, la técnica de diferencia arterio-venosa es fácilmente aplicable a la glándula mamaria con el fin de proporcionar información cuantitativa sobre el metabolismo.

La tasa de entrada de NEFA en alimentación de hembras lactantes muestra rangos en rumiantes de $0,14$ a $0,94 \text{ mmol h}^{-1} \text{ kg}^{-1}$. La importancia cuantitativa de la movilización de la grasa durante la lactancia temprana se hace evidente cuando se conoció que en las vacas de alto rendimiento, la movilización estimada de grasa para cubrir el déficit de energía es equivalente al 50% de la producción de grasa láctea (Vernon y Flint, 1984). El grado de movilización de la grasa se relaciona con el balance de energía que es inversamente correlacionada con la tasa de entrada de NEFA (Bauman et al, 1988; Al Dunshea et al, 1989, 1990).

Aunque los primeros trabajos mostraron poca captación neta de NEFA a través de la glándula mamaria en cabras, hubo una marcada absorción bruta que indica una gran liberación simultánea y la captación de NEFA debido a la acción de la LPL en el plasma TAG (Annison, 1984). De hecho, la glándula mamaria en los animales alimentados aporta alrededor de la mitad de los que circulan NEFA. Tras el ayuno, el papel de hacer circular TAG como fuente de disminución de grasa de la leche de manera que la extracción de grandes redes de NEFA (34 a 51%) a través de la glándula mamaria es detectada (Annison et al., 1968). En las cabras, la extracción de plasma TAG y NEFA por la glándula mamaria es equivalente a 63-82% de la grasa de la leche (Annison et al., 1967b). La alta tasa de captación de NEFA en grasa de la leche es consistente con una tasa relativamente baja de la incorporación hepática de NEFA en VLDL-TAG. Pullen et al. (1989) estima que sólo el 15% de la tasa de entrada AGNE se incorpora en VLDL-TAG en las vacas en lactación. Esta tasa se correlacionó negativamente con la concentración plasmática de NEFA. Por lo tanto la grasa que se moviliza se utiliza principalmente como NEFA en periodo de lactancia. (Pethick, D.W., y Dunshea, F. R).⁷

3.3.5 Acido linoleico conjugado. El ácido linoleico conjugado (CLA), un derivado natural del ácido graso linoleico, este ha recibido una atención creciente en los últimos años por sus efectos anticancerígenos, los beneficios potenciales de este ácido graso se han extendido a las propiedades antiaterogénicas, propiedades anti-diabéticos, la respuesta inmune mejorada y efectos positivos sobre la separación de la energía y el crecimiento.

CLA es un término colectivo usado para describir una mezcla de isómeros posicionales y geométricos / formas de ácido linoleico. El ácido linoleico posee 18 emisiones de carbono del ácido graso insaturado con dos dobles enlaces en las posiciones 9 y 12, tanto en la forma "cis" (en el mismo lado) de configuración. Así, el "nombre químico" de ácido linoleico es cis-9, cis-12-octa-decadienoic. Por el contrario, los dos dobles enlaces en CLA se encuentran principalmente en las posiciones 9 y 11, y 10 y 12 a lo largo de la cadena de carbono con la designación de un dieno conjugado: además de estos cambios posicionales de los dobles enlaces, también puede haber cambios geométricos (cis (c) o trans (t) [en los lados opuestos]. Por lo tanto, al menos ocho isómeros diferentes del ácido linoleico CLA han sido identificados. De estos isómeros, la forma c9, t11 se cree que es la forma natural más común de CLA, con actividad biológica. Sin embargo, en los últimos años, la actividad biológica se ha propuesto para otras formas, especialmente el t10, c12 isómero. Aunque no es ampliamente aceptada, el nombre de "ácido ruménico" ha sido propuesto como un "nombre común.

⁷ PETHICK, D.W., y DUNSHEA, F. R. International Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism. en: Fat metabolism and turnover. Pag 291- 307. Citado el 22 de Diciembre de 2010

Este se encuentra en los alimentos de rumiantes (bovinos y ovinos). A pesar de ser identificado hace mucho, el aumento de interés en CLA se produjo cuando fue aislado e identificado por Pariza y compañeros de trabajo como sustancia anticancerígena en carne molida de res a la parrilla. También se constató que se presente en una variedad de productos lácteos.

Como producto de la isomerización normal del metabolismo del ácido linoleico por las bacterias del rumen, el CLA se sintetiza a partir del ácido linoleico libre a través de las vías de biohidrogenación e isomerización enzimática. Los primeros estudios sugirieron que el contenido de CLA podría aumentar en los alimentos que son transformados por el calor (pasteurización de lácteos, sartén de carnes, etc) (11). Sin embargo, estudios posteriores (13) sugieren que el CLA no se incrementa con la cocción, sino más bien con la pérdida de agua. Además, el CLA es estable y no se destruye con la cocción o el almacenamiento.

Alimentos de origen rumiante (carne y leche) por lo general tienen niveles de CLA en el rango de 3-7 mg / g de grasa, aunque, estudios recientes han demostrado que puede ser posible aumentar estos niveles.(Steinhart, 1.996).⁸

3.3.5 Absorción intestinal de los lípidos. Según Michel A. Wattiaux y Grummer los fosfolípidos microbianos son digeridos en el intestino delgado y allí contribuyen a los ácidos grasos procesados y absorbidos a través de la pared del intestino. La bilis secretada por el hígado y las secreciones pancreáticas (ricas en enzimas y bicarbonato) son mezcladas con el contenido del intestino delgado. Estas secreciones son esenciales para preparar los lípidos para absorción, formando partículas mezclables con agua que pueden entrar las células intestinales. En las células intestinales una porción mayor de ácidos grasos son ligados con glicerol (proveniente de la glucosa de la sangre) para formar triglicéridos.

Los triglicéridos, algunos ácidos grasos libres, colesterol y otras sustancias relacionadas con lípidos son cubiertos con proteínas para formar lipoproteínas ricas en triglicéridos, también llamados lipoproteínas de baja densidad. Las lipoproteínas ricas en triglicéridos entran los vasos linfáticos y de allí pasan al canal torácico (donde el sistema linfático se conecta con la sangre) y así llegan a la sangre. En contraste a la mayoría de nutrientes absorbidos en el tracto gastrointestinal los lípidos absorbidos no van al hígado pero entran directamente

⁸STEINHART, C. Conjugated linoleic acid dietary beef – An update. Nutrition research. Chicago. 1996. Pag 5. www.beef.org/documents/23348_conjugated.pdf. Citado el 12 de Diciembre de 2010

a la circulación general. Así los lípidos absorbidos pueden ser utilizados por todos los tejidos del cuerpo sin ser procesados por el hígado.⁹

3.4 GRASAS DE SOBREPASO

A comienzos de la década de los 80 se inician una serie de cambios muy profundos en los enfoques de la nutrición de vacas lecheras, como consecuencia de los más altos niveles de producción por vaca que fueron alcanzando los sistemas productivos del hemisferio norte.

El cambio más significativo comienza con los requerimientos proteicos (reportados hasta entonces como proteína bruta total en la dieta), incorporando el concepto de calidad de la proteína en referencia a sus sitios de digestión, esto es: proteína degradable y no degradable a nivel ruminal. La primera es la que tiene relación directa con los requerimientos de los microorganismos ruminales y la segunda la que hace referencia principalmente a la proteína digestible del alimento que llega intacta al intestino delgado (proteína "pasante" o "by-pass").

Posteriormente, este concepto inherente a la naturaleza de los sitios de digestión del alimento no sólo se profundiza sino que además se hace extensivo a otros nutrientes como las grasas y los carbohidratos (almidones de cereales). Durante la década del '90 fueron innumerables los experimentos que se realizaron con nutriente "by pass", la mayoría de los cuales fueron desarrollados para los sistemas de alimentación preponderantes en USA y en los países de la CEE, basados en dietas total o parcialmente mezcladas con ingredientes de tipo "secos" (forrajes conservados y concentrados).(Gallardo, 2.001)¹⁰

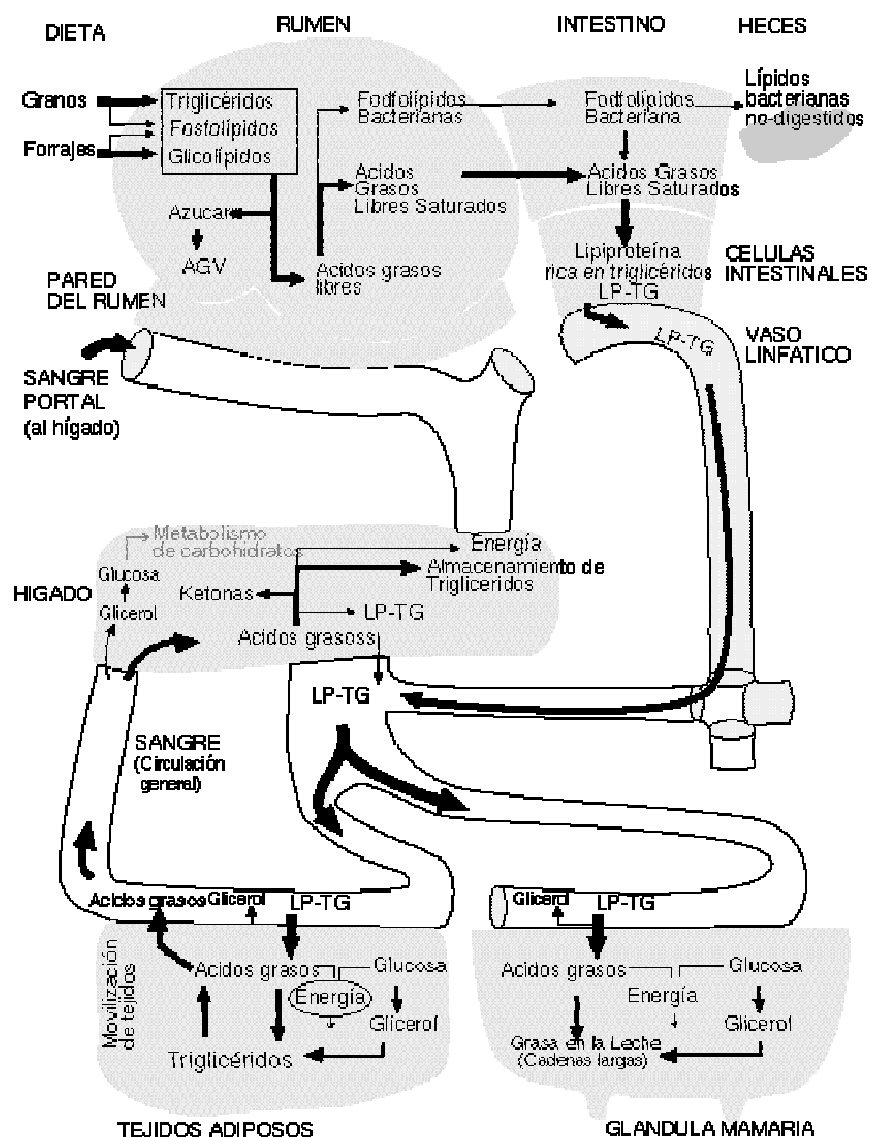
Para Buxade, las grasas protegidas o sobrepasantes son grasas que son inertes en el rumen y que no interfieren con el metabolismo del mismo y por consiguiente no son absorbidas en la pared ruminal sino en el intestino delgado.¹¹

⁹ Wattiaux, Michel A. y Grummer, R. Nutrición y alimentación. Clases de lípidos. En: Esenciales lecheras. Babcock Institute. <http://144.92.37.209/?q=node/139>. Citado el 10 de Diciembre de 2010

¹⁰ GALLARDO, Miriam. Los Nutrientes by-pass en los sistemas lecheros pastoriles: Una moda o una necesidad?. Argentina. Marzo 2.001. 7-ago-10. <http://rafaela.inta.gov.ar/revistas/pxx10301.htm>. Citado el 10 de Diciembre de 2010

¹¹ BUXADE, Carlos. Grasas protegidas. Silicar LTDA. Productos de oleoquímicos derivados. http://www.silicar.com/paginas/grasetto_energy_02.html. Citado el 10 de Diciembre de 2010

Metabolismo de los lípidos en la vaca



Las grasas inertes, mal llamadas protegidas o by-pass, engloban a un grupo de productos diseñados para rumiantes, caracterizados por tener un efecto inhibitorio mínimo sobre el metabolismo de las bacterias Gram positivas y protozoos, con poco o ningún efecto negativo sobre la digestibilidad del resto de componentes de la ración. Esta protección se obtiene sin detrimento aparente de su digestibilidad intestinal, pudiendo modificar así el perfil de ácidos grasos de la leche y los tejidos. Aunque sean consideradas inertes a los niveles utilizadas, estas grasas aún pueden ser hidrolizadas si son triglicéridos o hidrogenadas si son insaturadas a nivel ruminal, aunque este proceso ocurre lentamente. Las grasas consideradas

inertes son sales que tienen un pKa bajo, y por esta razón son poco solubles en el rumen a un pH normal. Las grasas inertes existentes en el mercado corresponden principalmente a dos grandes grupos: los jabones cálcicos y las grasas parcialmente hidrogenadas. Una ventaja importante de este tipo de grasas es su naturaleza sólida, lo que permite su uso en fábricas pequeñas sin instalaciones para líquidos o bien directamente en granja, sobre pesebre o en carro mezclador. (Fuentes,2.009)¹²

Las grasas cálcicas resultan de la saponificación de los ácidos grasos libres por iones calcio. A pH normales del rumen (6,0-6,3) estos jabones permanecen sin disociar, son insolubles en el líquido ruminal y por tanto inertes. En abomaso, sin embargo, el pH disminuye, se disocian y dejan libres a los ácidos grasos que serán digeridos. La mayoría de las grasas cálcicas disponibles en el mercado se fabrican a partir de ácidos grasos destilados de palma pero existe la posibilidad de fabricar jabones cálcicos con aceites de otros orígenes (coco, pescado, girasol, etc). En estos casos es importante tener en consideración su composición en ácidos grasos y su punto de fusión.

Las grasas hidrogenadas se obtienen por hidrogenación parcial de diversas fuentes lipídicas lo que eleva su punto de fusión y reduce su actividad en rumen. Las principales fuentes utilizadas en la confección de estas grasas son las oleínas de palma, sebo y las oleínas de pescado. (FEDNA, 2003).¹³

¹² FUENTES, Mari Carmen. Modificación del perfil de ácidos grasos de la leche a través de la manipulación nutricional en vacas lecheras: el papel del rumen. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. España. 2009. <http://www.tesisenxarxa.net/TDX-0331109-161223/> Citado el 22 de Diciembre de 2010.

¹³ FEDNA, 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2ª ed.). C. de Blas, G.G. Mateos y P.Gª. Rebollar (eds.). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 423 pp. http://www.etsia.upm.es/fedna/grasasyaceites/jabon_calcico_mezcla.htm#tex. Citado el 22 de Diciembre de 2010

Tabla 1. Composición química (%)

GRASAS ELABORADAS O INDUSTRIALES (2)					
Perfil Ac. Grasos (% Grasa verdadera)		JABONES CALCICOS		GRASAS HIDROGENADAS	
		PALMA	MEZCLAS	>90% (C16+C18)	<55% (C16+C18)
	C<14	tr.	tr.	tr.	tr.
Mirístico	C14:0	2,1	2,6	2,0	7,0
Palmítico	C16:0	44,1	38,0	45,0	30,1
Palmitoleico	C16:1	tr.	1,2	tr.	tr.
Estearico	C18:0	5,2	20,0	40,0	22,5
Oleico	C18:1	38,7	20,0	5,2	1,1
Linoleico	C18:2	8,4	3,0	<2,0	1,1
Linolénico	C18:3	tr.	1,0	tr.	tr.
	C _{>=20}	-	>12	-	>30,0

Fuente: Tablas FEDNA, 2003

Tabla 2. Valor energético (kcal/kg)

RUMIANTES							
		EM	UFI	UFc	ENI	ENm	ENc
JABONES CALCICOS	PALMA	5500	2,55	2,52	4400	4180	4300
	MEZCLAS	5400	2,50	2,47	4320	4100	4200
GRASAS HIDROGENADAS	>90% (C ₁₆ +C ₁₈)	5800	2,68	2,66	4640	4400	4540
	<55% (C ₁₆ +C ₁₈)	5430	2,51	2,50	4340	4125	4255

Fuente: Tablas FEDNA, 2003

- Sales de calcio de ácidos grasos: poseen un seguro y doble mecanismo de acción para hacerse "inertes" en rumen, el punto de fusión muy sobre los 50°C (suele ser no menos de 90°C) y solubilidad a PH inferior a 5.5. Estas grasas by-Pass suelen contener no menos de un 84% de materia grasa, no menos de un 95% de digestibilidad y absorción intestinal y deberían presentar idealmente, un perfil de ácidos grasos acorde al propio de la especie animal a suplementar (caso contrario corremos el riesgo de alterar el perfil característico de las grasas del

animal, aunque esto también puede ser un objetivo a perseguir, como por ejemplo para aumentar el porcentaje de ácidos grasos insaturados como Linoleico y Linolénico, considerados benéficos para la salud humana). (Fenzo, 2.005).

- Ácidos grasos aislados: todos los ácidos grasos tomados aisladamente tienen un punto de fusión distinto uno de otro. Pues bien, se pueden aislar por métodos industriales como la hidrólisis, winterización (aplicación de frío), destilación, etc., de manera de separar aquellos que por punto de fusión mayor de 50°C resulten útiles para nuestro objetivo.
- Aceites y grasas (triglicéridos) parcial o totalmente hidrogenados: se "inertizan" en rumen básicamente por la vía de incrementar el punto de fusión por sobre los 50°C (suele ser entre los 50 y 60°C). Para lograr subir el punto de fusión de todos los ácidos grasos por sobre 50°C, estas grasas son artificial e industrialmente hidrogenadas (como para obtención de las margarinas), el problema es que mientras mas necesidad de hidrogenación tiene el aceite o grasa que escojamos como base, menos digestible resulta en intestino, y de un deseable by-pass ruminal pasamos a una indigestibilidad a lo largo de todo el tracto digestivo que finalmente hace perder un alto porcentaje de la grasa por las heces, con los inconvenientes que ello acarrea, partiendo por sobrestimar la energía realmente aportada a las raciones.

En términos generales se puede decir que no se logran grasas hidrogenadas de buena digestibilidad con aceites vegetales de soya, girasol, maíz o pescado por mencionar los más comunes. Debe exigirse un mínimo de 90% de digestibilidad y absorción intestinal, presentar un perfil de ácidos grasos conocido y ojala también constante, privilegiar aquellas obtenidas a partir más bien de bases grasas ya naturalmente "sólidas" a 25°C (estas grasas naturalmente sólidas a temperatura ambiente requieren de menor hidrogenación artificial para subirle el punto de fusión, como el caso del sebo bovino, aceite de palma, aceite de coco, etc.); dicho de otra forma, se puede decir que los aceites o ácidos grasos más bien insaturados (por ejemplo, el aceite de pescado) que son los que requieren de mayor hidrogenación, son tanto o más indigestibles mientras más hidrogenados sean y se perderán en mayor cantidad por las heces, sin haber sido absorbidos en el intestino. (Esto producirá además un problema de contaminación medioambiental con depósitos de grasa, en aguas estancadas, canales, conductos, estercoleras, impermeabilización de fosas y pozos de alcantarillado, riles conflictivos, etc.)

Granulometría , digestibilidad y absorción: una menor Granulometría ofrece mayor superficie de ataque. Dicho de otra forma, un menor tamaño de partícula expone más superficie a la acción de los jugos digestivos y por lo tanto se deben privilegiar las granulometrías menores, en especial si estas grasas son concomitantes o van incluidas en raciones o condiciones fisiológicas o patológicas de alta velocidad de pasaje gastrointestinal, o como con las grasas hidrogenadas, que se requiere de una mayor capacidad/actividad enzimática y mayor tiempo de permanencia para su digestión.

Las indicaciones y beneficios: La indicación más frecuente es para actuar sobre el desbalance energético o dicho de otra forma, sobre el balance energético negativo del post parto de la vaca lechera de alta producción. De esto se desprende que el beneficio más obvio y directo es que se trata de poder suplementar un componente energético altamente concentrado donde por limitaciones de volumen no es posible satisfacer solo con cereales y forraje las necesidades nutricionales, fisiológicas, productivas y reproductivas del animal , ya sea de leche, de carne.

Paralelamente, se puede lograr un aumento de hasta un 5% en la producción láctea, hasta un 10% en el tenor de materia grasa láctea, modificación o el restablecimiento de las características butirométricas óptimas de esta grasa, un aumento de la fertilidad post parto , prolongación de la curva de lactancia , reducción de la frecuencia y de la profundidad de las hipocalcemias e hipoglicemias post parto (particularmente con las grasas by-pass de sales cálcicas y glicerol), una apreciable mejor condición y brillo de pelaje , distribución y depósito de grasas corporales (marmoleado) , terminación rápida del ganado en el momento que se desee acelerar el engrasamiento para faenamiento, ahorro en buffers (bicarbonato de sodio), etc.

Sin duda alguna, las grasas de efecto by-pass permiten satisfacer holgadamente las necesidades energéticas de los animales con una menor cuota de materia seca, proporciona casi 3 veces el aporte energético del maíz , sin alterar la fisiología ruminal, sin producir acidez ruminal , sin producir estrés hipercalórico, tampoco afectan negativamente la flora ruminal. Cabe hacer notar que las sales de calcio de ácidos grasos en particular (llamadas también jabones de calcio), a diferencia de los triglicéridos y grasas hidrogenadas, no requieren de digestión enzimática y liberan cantidades apreciables de glicerol y calcio, por lo que son una herramienta nutricional valiosa en el tratamiento o convalecencia de afecciones pancreáticas, hepáticas, caquexias, raquitismo, calcioterapia de fracturas, etc. Las sales de calcio de ácidos grasos tienen también acción emulsificante sobre otras

grasas presentes en el medio, por lo que asisten también las funciones biliares del animal. (Fenzo, 2005).¹⁴

A principios de esta década, el Dr. Palmquist, de la Universidad de Ohio, descubrió un método innovador de protección de grasas frente a la degradación en el rumen: el jabón cálcico. Este método de protección se basa en la propiedad de permanecer estable en las condiciones de pH habituales en el rumen, y liberarse al llegar al medio ácido del cuajar, absorbiéndose posteriormente en el intestino.

Con esta filosofía, la grasa protegida más vendida en todo el mundo es el jabón cálcico que posee características que lo hacen la fuente ideal de Energía:

- Su protección frente a la degradación en el rumen al ser un jabón cálcico.
- Su composición, ideal para incrementar la densidad energética de la ración:

84% ácidos grasos
11% cenizas (9% calcio)
5% humedad.

- No es exactamente una grasa: son ácidos grasos, más digestibles que la grasa.
- Su perfil de ácidos grasos asegura una muy elevada digestibilidad (93-96%).
- El jabón cálcico no se altera por la temperatura, lo que permite su inclusión en productos granulados sin pérdida de ninguna de sus características.
- Un valor energético que permite flexibilizar el cálculo de las raciones.
- Una presentación física que posibilita su utilización sin problemas, ya sea suelta, en harina o en gránulo. (Battilana nutrición)¹⁵

3.4.1 Utilización de grasas protegidas en rumiantes, generalidades. La producción por vaca ha aumentado en las últimas décadas por combinación de un mejor manejo, alimentación y selección genética intensiva. Pero también ha disminuido su eficiencia reproductiva. Las razones son multifactoriales y no dependen exclusivamente de la alta producción. Otros factores de salud y manejo, las enfermedades reproductivas (retención de placenta, metritis y quistes ováricos), o

¹⁴ FENZO, Roberto. Grasas de efecto by-pass en rumiantes. Chile. 9-dic-2005. http://www.engormix.com/grasas_efecto_bypass_rumiantes_s_articulos_575_GDC.htm. Citado el 15 de Enero de 2010.

¹⁵ BATTILANA nutrición. Insumos para la nutrición animal. Grasa protegida (by pass). Perú. <http://battilana.perulactea.com/productos/linea-energetica/grasa-prottegida-by-pass/>. Citado el 22 de Diciembre de 2010.

la época del parto son relativamente más importantes que la producción para el éxito reproductivo.

No obstante está claro que la lactación está asociada a peores resultados reproductivos y es consecuencia del balance energético negativo (BEN) y la pérdida de condición corporal (CC). Además, a mayor producción, mayor ingestión de alimentos que incrementa el ritmo metabólico hepático y afecta los niveles de progesterona y estrógenos plasmáticos, alterándose la velocidad de crecimiento, maduración y funcionalidad de folículos y cuerpo lúteo (CL): así, los celos son de menor intensidad y más cortos (las vacas de alta producción tienen una duración de celo de 8,7 horas, mientras que la media se sitúa a las 10,9 horas), lo que origina tasas de concepción (TC) menores por retraso o ausencia de la ovulación y también mayor probabilidad de ovulaciones múltiples y gestaciones gemelares, con un riesgo mayor de pérdida.

Sin embargo, los rebaños de más alta producción son los que tienen mejores resultados reproductivos, ya que son los que mejor manejan alimentación y programas de salud y reproducción.

Todas las vacas sufren un proceso normal de movilización de tejidos y grasa corporal en el posparto, pero si las necesidades de mantenimiento y lactación exceden la habilidad de la vaca para consumir suficiente energía, aparece el BEN. Las vacas más productoras no tienen por qué ser las que tengan mayor BEN o peor CC, ya que su mayor consumo compensa la mayor producción y son las que restauran antes la ciclicidad ovárica. Fernando López Gatiús demostró con metanálisis de datos de gestación a primer servicio en una granja de élite española que la media de producción de las vacas que quedaban gestantes en primer servicio era superior a la media de las que no quedaban.

En rebaños con malos resultados reproductivos solemos encontrar problemas de manejo y de salud, mal funcionamiento inmunitario, pobre expresión y/o detección de celos, periodos anovulatorios más largos, TC más bajas y mayor número de pérdidas embrionarias. (De la Riera, 2.009).¹⁶

¹⁶ DE LA RIERA, Gumer. Alta producción lechere y rendimiento reproductivo. Portal veterinaria Albéitar. Argentina. 2009. www.produccion-animal.com.ar. Citado el 15 de Enero de 2010.

Las grasas suplementarias se han transformado en una parte integral de la ración del ganado lechero, especialmente durante la primera etapa de la lactancia, cuando la vaca está en una situación deficitaria de energía. Entre los beneficios de su empleo se incluyen: 1) incrementar la densidad de la energía de la dieta mientras se mantiene el apropiado balance forraje : concentrado. 2) reducir la tasa y la prolongación de la pérdida de energía corporal, la cual, si es excesiva, determina una disminución del rendimiento de leche por lactancia, problemas reproductivos (concepción retardada) y potenciales problemas metabólicos (hígado graso y cetosis), y 3) disminuir la carga de calor en el organismo durante el clima caliente y húmedo y permitiendo, por lo tanto, consumos mayores de materia seca.

Puede suministrarse una fuente de grasa inerte (o protegida) por encima del nivel máximo de grasa activa, debido a que tiene un efecto reducido sobre la función ruminal. Las grasas inertes se describen como aquellas protegidas del efecto de los microorganismos del rumen y que estos están protegidos de los efectos de la grasa.

A pesar que la técnica para proteger los lípidos de la ración se ha desarrollado para intentar reducir la hidrogenación de los ácidos grasos en el rumen, también se ha encontrado que es efectiva para reducir los efectos perjudiciales de la adición de lípidos libres, usados como suplemento, sobre la fermentación en el rumen. Como consecuencia de esto, es posible lograr consumos muchos mayores de lípidos suministrados como suplemento cuando son dados en forma protegida. Se determinó que el suministro de suplementos de sebo protegidos, en proporciones de hasta 30 – 40% en los concentrados, tuvo pequeños efectos sobre la producción de leche; pero, la producción y contenido graso de la leche fueron incrementados. Una indicación, aún más importante, del valor de los lípidos protegidos fue la demostración de que el sebo protegido previno completamente la severa disminución de la grasa de la leche causada por la alimentación con raciones con baja cantidad de forraje. La importancia de esta observación radica no solamente en sus implicaciones prácticas, sino también en que muestra que la glándula mamaria de vacas que consumen dietas con poco forraje es capaz de producir leche con un contenido normal de grasa, a pesar de una elevada proporción de ácido propiónico en el rumen siempre que el suplemento de ácidos grasos de cadena más larga desde el intestino sea suficiente (Oldham y Sutton, 1992).

Las grasas cálcicas o jabones de calcio de ácidos grasos vegetales han sido ampliamente usados como grasa suplementaria para vacas lecheras debido a que presentan baja (menos a 20%) disociación en el rumen a pH menor a 6.0 y, aún, son satisfactoriamente estables a pH 5.5. Sin embargo, en el abomaso el pH

disminuye hasta 2 – 2.5 por lo que se disocian, dando lugar a calcio y a los ácidos grasos libres correspondientes que son digeridos en el intestino delgado (MATEOS et al ., 1996). La mayoría de las grasas cálcicas disponibles en el mercado se fabrican a partir de los ácidos grasos destilados de la palma cuyo perfil de ácidos grasos es apropiado para rumiantes, ya que su punto de fusión está en el rango de 38 – 39°C (próximo a la temperatura corporal del animal). La composición que se reporta es 9% de calcio y 84% de grasa (ácidos grasos libres); en ácidos grasos saturados se indica 1.5% de mirístico, 44% de palmítico, 5% de esteárico; en los ácidos grasos insaturados se reporta 40% de oleico, 9.5% de linoleico (Gómez y Fernández, 2002).

Entre las ventajas y desventajas del empleo de jabones cálcicos y grasas hidrogenadas se indica que los jabones cálcicos permiten que una mayor proporción de ácidos grasos insaturados llegue al intestino delgado, por lo que la digestibilidad intestinal de la grasa tiende a aumentar; a diferencia de las grasas hidrogenadas, en las que la hidrogenación de los ácidos grasos, especialmente los de cadena larga, reduce su digestibilidad. Uno de los inconvenientes de los jabones cálcicos es su menor palatabilidad y su alto contenido de calcio; esto último debe tenerse en cuenta a la hora de formular la ración, tanto en relación a su aporte de calcio como por el menor contenido energético por unidad de producto comercial; a diferencia de las grasas hidrogenadas que presentan mayor palatabilidad y mayor contenido total de grasa (GÓMEZ y FERNÁNDEZ, 2002).

La importancia de la llegada de ácidos grasos insaturados al intestino delgado de la vaca radica, además de las ventajas para la vaca misma, en la factibilidad de incorporar factores omega-3 y omega-6 a la grasa láctea y su influencia sobre la salud humana. Los eicosanoides (grupo genérico de derivados de ácidos grasos no saturados de 20 átomos de carbono que realizan funciones autacoides). Se consideran autacoides aquellas sustancias que poseen efectos biológicos de ámbito local, no acumulables y cuya síntesis y metabolización se realiza de forma inmediata (GANNONG, 1990). Estas sustancias juegan un destacado papel como mediadores de la inflamación. Se han identificado y aislado más de 270 derivados, entre prostaglandinas, lipoxinas, tromboxanos y leucotrienos, en todos los órganos del hombre y animales (GANNONG, 1990; SARDESAI, 1992). (Cabrera y Del Carpio.2007).¹⁷

¹⁷ CABRERA, Omar y DEL CARPIO, Pedro. Rendimiento de vacas holstein en lactacion alimentadas con grasa sobrepasante en la dietas. Perú. 2007. www.engormix.com/MA-feed-machinery/topics/t469/p6. Citado el 15 de Enero de 2010.

3.4.2 Utilización de grasas de sobrepeso en ovejas. Se utilizaron 94 ovejas de raza Manchega en lactación, en un lote único, alimentadas con raciones totales mezcladas en base a heno de alfalfa (45% de la MS) y concentrado (55%). La experiencia se llevó a cabo en tres períodos consecutivos de 20 días de duración cada uno. En los períodos 1 y 3 se suministró una ración control (3% EE, 19% PB). En el período 2 se utilizó una ración similar, pero con un 7% de EE, debido a la inclusión de jabón cálcico de ácidos grasos (4%) en sustitución de cereales. En los últimos seis días de cada período experimental se midieron la ingestión de materia seca y la producción de leche, y se tomaron muestras para su análisis. También se elaboraron dos partidas de queso Manchego a fin de hacer un seguimiento de su maduración y evaluar sus características organolépticas. Los resultados mostraron un aumento de la producción de leche estandarizada y del contenido en grasa de la leche durante el período de suplementación con jabón cálcico, sin que la proteína se viera modificada. Los quesos obtenidos fueron más ricos en grasa y proteína, pero sus características organolépticas podrían verse afectadas en relación al control.¹⁸

Para un estudio se utilizaron ovejas Pelibuey multíparas para determinar la influencia de los jabones de calcio de ácidos grasos (JCAG) y de la grasa bovina en la dieta sobre la concentración sérica de insulina, somatotropina, progesterona y metabolitos de los lípidos (colesterol total, lipoproteínas de alta densidad, lipoproteínas de baja densidad y triglicéridos). Las ovejas (n = 6 por grupo) se asignaron aleatoriamente a una dieta que contenía 1,5% de JCAG (JC), 1,2% de grasa bovina (S) o a una dieta testigo (T) sin grasa adicional. Las dietas se proporcionaron durante 75 días. La ganancia de peso fue similar entre tratamientos (P > 0,05). La concentración de metabolitos de lípidos y de progesterona no estuvieron afectadas por la dieta (P > 0,05). La concentración de insulina fue mayor (P < 0,01) en ovejas que consumieron grasa adicional y superior (P < 0,001) en S que en T y JC. La concentración de somatotropina fue más baja (P < 0,05) en las ovejas de los grupos JC y S que en T. El número de pulsos de somatotropina y su amplitud fueron similares entre tratamientos (P > 0,05). Se concluye que la grasa bovina y los jabones de calcio de ácidos grasos incorporados en las dietas de ovejas Pelibuey en los tipos y las proporciones señaladas no afectan la ganancia de peso, la concentración de progesterona ni de

¹⁸ POL, M^a V.; CASALS, R.; ALBANELL, E., SUCH, X. Efecto de la suplementación de la ración con jabones cálcicos de aceite de palma sobre la calidad de la leche y de los quesos de ovejas de raza manchega. Departamento de ciencia animal y de alimentos. Facultad de veterinaria. Universidad de Barcelona. España. www.exopol.com/seoc/docs/3ijhbtw.pdf. Citado el 15 de Enero de 2010.

los metabolitos de los lípidos, pero la grasa de bovino incrementó el nivel sérico de insulina y redujo la somatotropina. (Espinoza, JL y et. al., 2008)¹⁹

Tabla 3. Medias (\pm EE) para el peso inicial (PI), peso final (PF) y la ganancia de peso por día (GPD) en ovejas Pelibuey, por tratamiento.

Variable, kg	Tratamiento ¹			Contraste ² -valor de la P	
	T	JC	S	1	2
PI	51 \pm 1,8	51 \pm 1,8	51 \pm 1,8	0,99	0,99
PF	52 \pm 0,6	53 \pm 0,6	53 \pm 0,6	0,91	0,82
GPD	0,013 \pm 0,008	0,021 \pm 0,008	0,022 \pm 0,008	0,77	0,96

¹ T = dieta sin grasa adicional; JC = dieta con 1,5% de jabones de calcio de ácidos grasos; S = dieta con 1,2% de grasa bovina.

² Contrastes: 1) T vs JC + S; 2) JC vs S.

Tabla 4. Medias (\pm EE) para la concentración sérica de metabolitos de los lípidos en ovejas Pelibuey, por tratamiento.

Metabolito ³ , mg/dl	Tratamiento ¹			Contraste ² -valor de la P	
	T	JC	S	1	2
COL	103 \pm 5,3	105 \pm 5,3	110 \pm 5,3	0,53	0,57
LAD	31,6 \pm 1,9	30,8 \pm 1,9	33 \pm 1,9	0,91	0,43
LBD	61 \pm 4,9	61,1 \pm 4,9	67 \pm 4,9	0,62	0,41
TG	57,1 \pm 6,2	69,5 \pm 6,2	53,6 \pm 6,2	0,56	0,09

¹ T = dieta sin grasa adicional; JC = dieta con 1,5% de jabones de calcio de ácidos grasos; S = dieta con 1,2% de grasa bovina.

² Contrastes: 1) T vs JC + S; 2) JC vs S.

³ COL = colesterol total; LAD = lipoproteínas de alta densidad; LBD = lipoproteínas de baja densidad; TG = triglicéridos.

¹⁹ ESPINOZA y et. al. Efecto de la suplementación de grasas sobre las concentraciones séricas de progesterona, insulina, somatotropina y algunos metabolitos de los lípidos en ovejas Pelibuey. Arch. Med. Vet. 40, N° 2, 135-140. México. 2008. http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2008000200004&script=sci_abstract&lng=e. Citado el 15 de Enero de 2010.

Tabla 5. Medias (\pm EE) para el número y la amplitud de los pulsos de somatotropina en ovejas Pelibuey, por tratamiento.

Pulsos de somatotropina	Tratamiento ¹			Contraste ² - valor de la P	
	T	JC	S	1	2
Número/12 horas	0,2 \pm 0,2	0,7 \pm 0,2	1,0 \pm 0,2	0,07	0,43
Amplitud, ng/ml	3,3 \pm 0,8	2,6 \pm 0,4	2,1 \pm 0,4	0,33	0,44

¹ T = dieta sin grasa adicional; JC = dieta con 1,5% de JCAG; S = dieta con 1,2% de grasa bovina.

² Contrastes: 1) T vs JC + S; 2) JC vs S.

3.4.2 Utilización de grasas de sobrepaso en vacas. En el Centro Regional de Investigación La Platina del INIA se desarrolló un experimento a objeto de evaluar aspectos como: la incorporación y el efecto sobre producción y composición de leche de vacas alimentadas con grasa protegida; y la respuesta productiva de vacas que reciben como única ración, soiling de alfalfa tierna más grasa no degradable a nivel ruminal.

Se utilizaron 24 vacas Holstein Friesian, de alta producción, que fueron asignadas a los siguientes tratamientos: T1 = Soiling de alfalfa tierna + concentrado y 600g de grasa protegida; T2 = Soiling de alfalfa tierna + concentrado y 1000g de grasa protegida; T3 = soiling de alfalfa tierna + 1600g de grasa protegida.

Se controló diariamente, desde el día 25 a 125 de lactancia en forma individual, la producción de leche y el consumo de alimentos; semanalmente se hizo para proteína, materia grasa, sólidos totales, sólidos no grasos y peso corporal; y una vez al mes, parámetros bioquímicos sanguíneos (NUS, GGT Y Triglicéridos).

Los resultados obtenidos fueron: producción de leche (L/día): T1 = 31,25a; T2 = 29.25a; T3 = 29.25a, materia grasa (%): T1 = 2.46a, T2 = 2.65a, T3 = 2.67a; consumo (Kg de M.S. /animal/día): T1 = 23.5a, T2 = 23.2^a, T3 = 20.6b; conversión de alimentos en leche (kg de m.s./L/día: T1 = 0.73ab, T2 = 0.74a, T3 = 0.64b. No se registraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en la variación de peso vivo, entre tratamientos. Se concluye que la adición de grasa protegida, obtuvo una mejor respuesta, en eficiencia y costo de alimentación, cuando se incluyó como único complemento energético en raciones de soiling de alfalfa tierna

Se destacan los tres siguientes resultados: el efecto altamente positivo de combinar alfalfa con grasa, en vez de hacerlo con concentrado, la ausencia de efecto negativo en la producción y componentes de la leche, el peso vivo y en algunos parámetros bioquímicos sanguíneos, al adicionar niveles de grasa; la producción de leche lograda, 29.2 litros, al usar sólo soiling de alfalfa y grasa protegida, se puede considerar como un excelente resultado tanto desde el punto de vista biológico como de la relación ingreso-costo. (Pedraza y et. al).²⁰

Con el propósito de determinar el efecto del suministro de grasa protegida a vacas Holstein multíparas desde el inicio de la lactancia o a partir del día 40 postparto, se llevó a cabo el presente estudio para evaluar la producción y composición química de la leche, el consumo de alimento (CMS) y la condición corporal (CC). Se utilizaron 54 vacas con peso vivo de 680 ± 40 Kg y CC 3.25-3.5 (escala de puntaje 1 a 5). Dieciocho vacas fueron distribuidas al azar a uno de tres tratamientos: T₁ (Testigo), T₂ (grasa inicio, 3% en dieta suministrada desde el inicio de la lactancia) y T₃ (grasa 40 días, igual que T₂, pero suministrada a partir de los 40 días postparto). Las dietas tuvieron una relación forraje:concentrado 50:50 y se ofrecieron a libertad dos veces al día. La producción de leche se midió mañana y tarde, obteniéndose promedios cada 15 días por vaca. Se obtuvieron muestras de leche de 8 vacas/grupo para determinar grasa, proteína y sólidos totales (Milko Scan 133B). La CC de las vacas se registró cada 15 días postparto. Se usó un diseño completamente al azar en arreglo de parcelas divididas donde la parcela grande fue el tratamiento y la subparcela los periodos de medición. Los datos de las variables estudiadas (producción de leche, grasa, proteína y sólidos totales de ésta, condición corporal) se analizaron mediante GLM y los promedios por LSMEANS (SAS). Las producciones promedio de leche durante los cinco meses de lactancia en estudio fueron: 27.3, 30.9 y 30.6 Kg leche/v/d para T₁, T₂ y T₃, respectivamente, favorable (P<.05) para las vacas con grasa protegida. El contenido de grasa en leche resultó: 3.27, 3.48 y 3.39% en igual orden respectivo, mientras que el contenido de proteína fue: T₁ (3.02%), T₂ (2.85%) y T₃ (2.91%) inferiores (P<.05) para las vacas que consumieron grasa protegida en la dieta. Aunque, el CMS no fue analizado estadísticamente, las vacas adicionadas con grasa mostraron un menor CMS (2-2.5 Kg/v) principalmente hasta los 3.5 meses de lactancia, esta tendencia también se observó en la CC, siendo inferior (0.5 unidades) en las vacas consumiendo grasas, posteriormente no hubo diferencias entre grupos de vacas. (Ayala y et. al. 2.005).²¹

²⁰ PEDRAZA, Carlos y et. al. Grasa protegida como complemento energético a soiling de alfalfa tierna para vacas lecheras de alta producción. Agricultura técnica. Chile. 1995. <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/agritec/NR18189.pdf>. Citado el 15 de Enero de 2010.

²¹ AYALA, J y et. al. Efecto del suministro de grasa protegida a vacas Holstein desde el inicio o avanzada la lactancia. México. 2.005. http://ammvneb.net/XXIX%20CNB/memorias/nut/oral_nut02.doc. Citado el 15 de Enero de 2010.

Tabla 6. Composición y contenido nutricional de dietas conteniendo o no grasa protegida para vacas Holstein en lactancia

Ingrediente	% BS		
	T ₁ (Testigo)	T ₂ (grasa inicio)	T ₃ (grasa 40 días)
Ensilado maíz	20.00	20.00	20.00
Alfalfa verde	20.00	20.00	20.00
Alfalfa heno	8.00	10.00	10.00
Concentrado comercial 18% PC	46.15	41.15	41.15
Harina de pescado	3.50	3.50	3.50
Grasa protegida*	---	3.00	3.00
Premezcla mineral	1.50	1.50	1.50
Ortofosfato	0.35	0.35	0.35
CaCO ₃	0.50	0.50	0.50
Total	100.00	100.00	100.00
Contenido Nutricional %			
Materia seca	58.15	58.32	58.32
Proteína cruda (PC)	18.00	18.00	18.00
Proteína degradable (% PC)	66.32	66.44	66.44
Proteína no degradable (% PC)	33.28	33.16	33.16
ENI (Mcal/Kg MS)	1.69	1.70	1.70
FDN	25.17	25.57	25.57
FDA	19.11	19.00	19.00
Ca	1.22	1.21	1.21
P	0.54	0.54	0.54

* 60% aceite de palma, 25% sebo y 15% sales de calcio
 FDN: Fibra detergente neutro, FDA: Fibra detergente ácido
 Fuente: Ayala

Tabla 7. Producción (Kg) y composición química de la leche de vacas Holstein multíparas consumiendo o no grasas protegidas desde el inicio ó a partir del día 40 postparto

Quincena Postparto	Variable	Tratamientos		
		T ₁ (Testigo)	T ₂ (grasa inicio)	T ₃ (grasa 40 días)
1	Leche/v/d	19.6 ^a	21.5 ^a	20.2 ^a
	Grasa %	3.00 ^a	3.25 ^b	3.08 ^a
	Proteína %	2.86 ^b	2.72 ^a	2.90 ^b
	Sólidos totales %	11.82	12.40	12.00
2	Leche/v/d	25.3 ^a	28.4 ^b	24.8 ^a
	Grasa %	3.2 ^a	3.28 ^b	3.25 ^a
	Proteína %	2.90 ^b	2.78 ^a	2.93 ^b
	Sólidos totales %	11.93	12.56	12.10
3	Leche/v/d	27.4 ^a	31.3 ^b	28.0 ^b
	Grasa %	3.33 ^a	3.55 ^b	3.4 ^a
	Proteína %	3.03 ^b	2.80 ^a	3.00 ^b
	Sólidos totales %	12.32	12.6	12.28
4	Leche/v/d	28.6 ^a	32.0 ^b	31.5 ^b
	Grasa %	3.4 ^a	3.6 ^b	3.48 ^{ab}
	Proteína %	3.09 ^b	2.91 ^a	2.90 ^a
	Sólidos totales %	12.33	12.60	12.40
5	Leche/v/d	31.2 ^a	34.8 ^b	35.3 ^b
	Grasa %	3.38 ^a	3.53 ^b	3.5 ^b
	Proteína %	3.11 ^b	2.93 ^a	2.82 ^a
	Sólidos totales %	12.40	12.61	12.50
6	Leche/v/d	30.8 ^a	35.0 ^b	36.0 ^b
	Grasa %	3.36 ^a	3.6 ^b	3.62 ^b
	Proteína %	3.12 ^b	2.96 ^a	2.90 ^a
	Sólidos totales %	12.4	12.58	12.66
7	Leche/v/d	29.5 ^a	34.4 ^b	35.5 ^b
8	Leche/v/d	28.2 ^a	32.1 ^b	33.0 ^b
9	Leche/v/d	27.3 ^a	30.8 ^b	31.6 ^b
10	Leche/v/d	25.3 ^a	28.6 ^b	30.4 ^b
	Leche Kg/v/d	27.3	30.9	30.6

^{ab} Promedios con diferente literal en la misma hilera son diferentes (P<.05)

Fuente: AYALA

Tabla 8. Consumo promedio de alimento (CMS, Kg/día) y condición corporal de vacas Holstein en lactación con o sin grasa protegida en la dieta

Quincena Postparto	Variable	Tratamientos		
		T ₁ (Testigo)	T ₂ (grasa inicio)	T ₃ (grasa 40 días)
1	CMS, Kg/d	18.5	17.2	18.8
	Condición corporal	3.25 ^a	3.5 ^b	3.35 ^a
2	CMS, Kg/d	19.8	17.8	19.2
	Condición corporal	3.00 ^b	2.85 ^a	3.15 ^b
3	CMS, Kg/d	22.3	19.6	22.0
	Condición corporal	2.86 ^b	2.70 ^a	2.90 ^b
4	CMS, Kg/d	23.6	21.3	21.8
	Condición corporal	2.75 ^b	2.5 ^a	2.75 ^b
5	CMS, Kg/d	23.7	21.8	22.0
	Condición corporal	2.65 ^b	2.45 ^a	2.7 ^b
6	CMS, Kg/d	23.5	22.0	21.6
	Condición corporal	2.5 ^b	2.35 ^a	2.40 ^{ab}
7	CMS, Kg/d	24.2	22.3	21.3
	Condición corporal	2.5 ^a	2.4 ^a	2.45 ^a
8	CMS, Kg/d	24.0	23.3	22.0
	Condición corporal	2.35 ^a	2.45 ^a	2.35 ^a
9	CMS, Kg/d	24.5	23.5	22.8
	Condición corporal	2.35 ^a	2.45 ^a	2.30 ^a
10	CMS, Kg/d	23.3	23.0	22.45
	Condición corporal	2.30 ^a	2.38 ^a	2.25 ^a
Prom.	CMS, Kg/d	22.7	21.2	21.4
Prom.	Condición corporal	2.65	2.60	2.66

^{ab} Promedios con distinta literal en la misma hilera son diferentes (P<.05)

Fuente: AYALA

En la estación experimental agropecuaria Balcarce se llevaron a cabo dos estudios, en el primero se realizó una evaluación del reemplazo de grano de maíz por AG-Ca en vacas lecheras en lactancia media y en condiciones de pastoreo sobre los aspectos productivos.

El uso de lípidos insaturados en la ración permitió aumentar la producción de leche y disminuir la relación GB:Prot en forma significativa, con respecto al tratamiento sin grasas (control, T0). La producción de GB y proteína no difirieron entre los tratamientos. El porcentaje de GB fue significativamente menor ($P < 0.0034$) y el de proteína mostró una tendencia a disminuir ($P < 0.05884$) con el agregado de lípidos en el concentrado, posiblemente debido a un efecto de dilución por la mayor cantidad de litros de leche producidos. La producción de lactosa mostró una tendencia a aumentar con el suministro de grasas, probablemente por el mayor volumen de leche producido.

Las concentraciones plasmáticas de metabolitos (glucosa, ácidos grasos no esterificados, triacilglicéridos, colesterol y nitrógeno ureico) y los parámetros asociados a la movilización de reservas corporales (ganancia diaria de peso, variación del estado corporal y de la grasa dorsal subcutánea) no fueron afectados por los tratamientos.

El consumo de concentrado fue significativamente mayor en el control, sin embargo la cantidad rechazada no resultó diferente entre los tratamientos lo cual indicaría que no existieron efectos negativos sobre la palatabilidad. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, en el consumo de materia seca y energía metabolizable tanto para el forraje como total (forraje más concentrado).

En la segunda evaluación se reemplazó el grano de maíz por AG-Ca en vacas lecheras en lactancia media y en condiciones de pastoreo sobre ambiente ruminal y degradabilidad de la pared celular del forraje.

Los parámetros relacionados con la desaparición ruminal de la materia seca (MS), proteína bruta (PB) y fibra detergente neutro (FDN) del forraje no fueron afectados por el agregado de lípidos insaturados y protegidos bajo la forma de sales de calcio de ácidos grasos. De la misma forma el ambiente ruminal (pH, concentración de N-NH₃ y de ácidos grasos volátiles) no mostró diferencias entre los tratamientos. Por lo tanto esta forma de protección parece ser una manera

eficaz de evitar los efectos negativos de las grasas sobre las bacterias celulolíticas.(Vidaurreta, 2002)²²

Por otro lado, se estudio el efecto de la adición de ácidos grasos de palma africana saponificados con calcio sobre parámetros productivos de vacas Holstein y Jersey manejadas bajo condiciones de pastoreo comercial. El experimento se inició a los 54 y 39 días posparto en los animales Holstein y Jersey, respectivamente. Las vacas Holstein pastoreaban forraje Kikuyo y fueron suplementadas con concentrado y residuos de cervecería, las vacas Jersey pastoreaban forraje Estrella Africana y recibían concentrado. La suplementación con 0.5Kg/día de grasa protegida incrementó significativamente la producción de leche en 2.09 y 1.99 Kg/día en el hato Holstein y Jersey, lo que representa una mejoría de un 10.09% y 10.94% respectivamente. El contenido y producción de grasa y de sólidos totales se redujo en las vacas Jersey. La proteína láctea se disminuyó significativamente en las vacas Jersey con una tendencia similar en las Holstein. Los resultados indican que la adición de grasas protegidas mejora el estado energético de vacas en producción bajo pastoreo.²³

Tabla 9. Efecto de la grasa de palma protegida sobre la producción de leche y persistencia en hato Holstein y Jersey.

Raza	Producción de leche (Kg/día)			Persistencia (%)		
	Grasa protegida			Grasa protegida		
	Con	Sin	Ns1	Con	Sin	Ns1
Holstein	22.1	20.2	0.03	95.50	87.70	0.05
Jersey	20.2	18.2	0.04	106	95.6	0.05

1 Nivel de significancia

Tabla 10. Efecto de la grasa de palma africana protegida sobre la composición y producción de componentes lácteos en un hato Holstein.

Parámetro	Grasa protegida		Desviación estándar	Nivel de significancia
	Con	Sin		
Composición				
Grasa (%)	3.00	3.04	0.38	NS
Proteína (%)	2.86	2.96	0.18	0.14
Sólidos (%)	11.22	11.6	0.52	NS
Producción				
Grasa (Kg/día)	0.68	0.63	0.20	NS
Proteína (Kg/día)	0.64	0.60	0.13	NS
Sólidos (Kg/día)	2.53	2.32	0.62	NS

²² VIDAURRETA, Ignacio. Suplementación con sales de calcio de ácidos grasos insaturados en vacas lecheras en lactancia media y en condiciones de pastoreo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. 2002. <http://www.inta.gov.ar/balcarce/index.htm>. Citado el 15 de Enero de 2010.

²³ ROJAS, Augusto. Suplementación con grasa protegida a vacas de alta producción en pastoreo. Pag 81-85. Costa Rica. 1997. www.mag.go.cr/rev_agr/v20n01_081.pdf. Citado el 15 de Enero de 2010.

Tabla 11. Efecto de la grasa de palma africana protegida sobre la composición y producción de componentes lácteos en un hato Jersey.

Parámetro	Grasa protegida		Desviación estándar	Nivel de significancia
	Con	Sin		
Composición				
Grasa (%)	4.15	4.74	0.34	0.02
Proteína (%)	3.29	3.63	0.21	0.007
Sólidos (%)	12.84	13.71	0.84	0.02
Producción				
Grasa (Kg/día)	0.82	0.86	0.05	NS
Proteína (Kg/día)	0.658	0.662	0.03	NS
Sólidos (Kg/día)	2.56	2.48	0.13	NS

Figura 3. Efecto de la grasa protegida sobre los días a primer celo

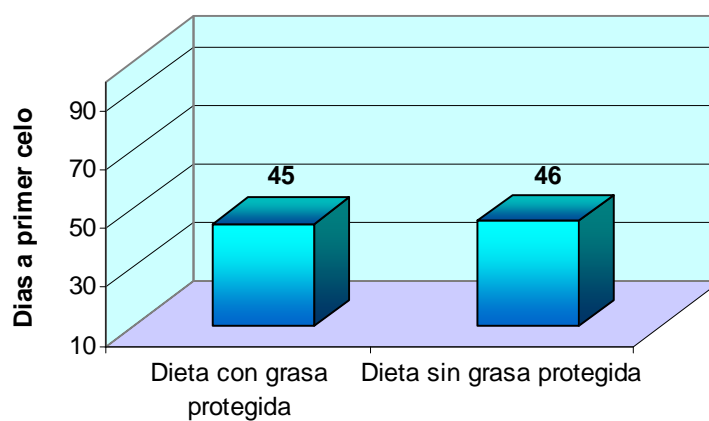


Figura 4. Efecto de la grasa protegida sobre los días a primer servicio

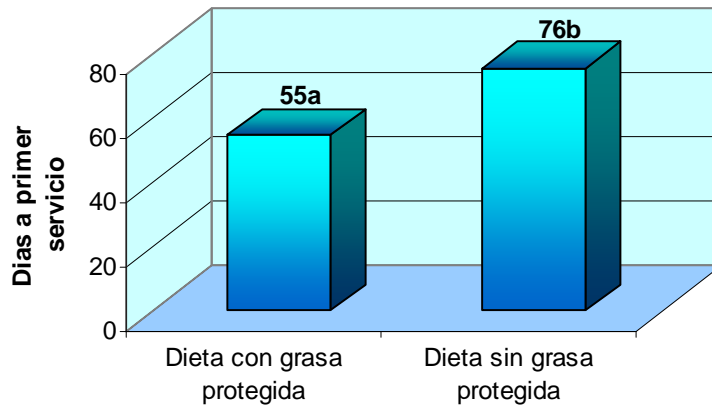


Figura 5. Efecto de la grasa protegida sobre los días a servicio efectivo

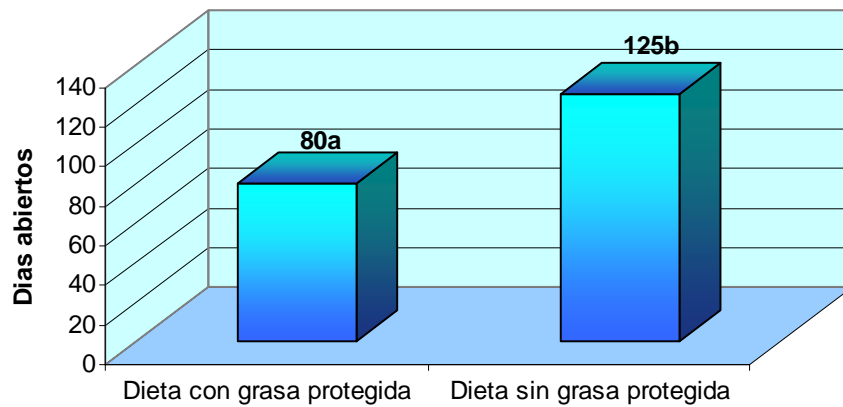
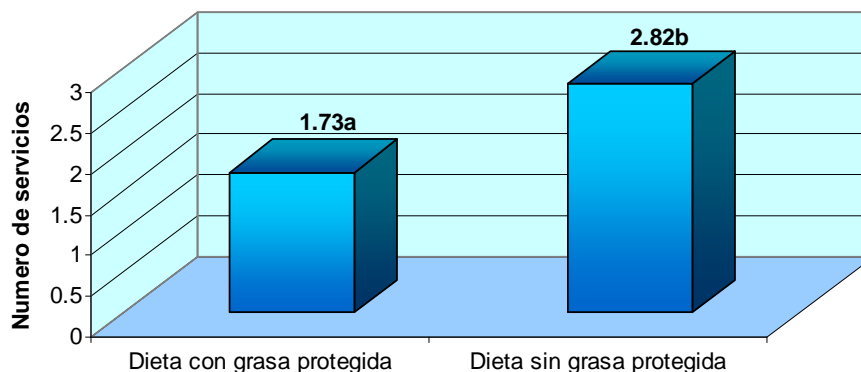


Figura 6. Efecto de la grasa protegida sobre el número de servicios por concepción



Se realizó un estudio para evaluar el efecto de la suplementación con grasa protegida en la dieta sobre los parámetros reproductivos en ganado lechero en Zamorano. Se utilizaron 22 vacas multíparas de las razas Holstein, Pardo Suizo, Jersey y sus cruces, que llegaron a 21 días antes de la fecha probable de parto. Se utilizó un diseño completamente al azar con 2 tratamientos (T1= dieta con grasas protegidas y T2= dieta sin grasas protegidas) y 11 repeticiones por tratamiento. Las variables analizadas fueron condición corporal (CC), Días a Primer Celso (DPC), Días a Primer Servicio (IPS), Días Abiertos (DA), Servicios por Concepción (S/C), porcentaje de preñez y porcentaje de presentación de trastornos reproductivos. No se encontró diferencia significativa para la variable CC ($P < 0.05$). Los días a primer celo fueron similares (45 vs 46 días) ($P > 0.05$). Para días a primer servicio se encontró diferencia (53 vs 76 días) ($P < 0.05$), de la misma manera para los días abiertos (78 vs 125 días) y servicios por concepción (1.73 vs 2.82). Es probable que estas diferencias se deban a la mayor presentación de partos distócicos en el tratamiento testigo y no a un efecto directo de la grasa protegida. (Montalván, 2004)²⁴

²⁴ MONTALVAN, Jairo. Efecto de la suplementación con grasa protegida en la dieta sobre el desempeño reproductivo en ganado lechero. Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura. Pag 14-19. Honduras. 2004. http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2004/T1850.pdf. Citado el 15 de Enero de 2010.

Tabla 12. Dietas de vacas en transición

Materia prima	Con grasa protegida (Kg/día)	Sin grasa protegida (Kg/día)
Ensilaje de sorgo	20.45	20.45
Heno	0.90	0.90
Concentrado	5.45	5.45
Grasa protegida	0.45	0

Tabla 13. Composición de la grasa protegida

Análisis cuantitativo	%	Valor energético	
Grasa bruta	83.00	Energía digestible	7.07 Mcal/Kg
Calcio	9.17	Energía neta lactancia	5.75 Mcal/Kg
Humedad	4.06	TDN	17.70%
Cenizas a 550°C	12.84	UFL	3.33%
Cenizas a 850°C	22.90	UFC	3.33%

Tabla 14. Condición corporal 21 días anteparto (21DAP), parto y 45 días posparto (45DPP)

Tratamiento	N	21 DAP	PARTO	45 DPP
Dieta con grasa protegida	11	3.27	3.36	2.70
Dieta sin grasa protegida	11	3.23	3.23	2.66

3.4.3 Utilización de grasas de sobrepeso en corderos. Para la realización de este trabajo se utilizaron 30 corderos destetados de raza Ojalada de 14,11 kg de peso vivo medio inicial distribuidos en 5 grupos que recibieron las raciones experimentales: Grupo testigo SG (sin grasa añadida) BP (nivel bajo de aceite de palma), BJ (nivel bajo de jabón cálcico), AF (Nivel alto de aceite de palma) AJ (nivel alto de jabón cálcico).

La inclusión de aceite de palma, tal cual o en forma de jabón, dio lugar a una disminución en la digestibilidad de la MS ($P=0,08$), sin embargo, no se observaron diferencias significativas en la ingestión total de MS, ni en la ingestión de concentrado.

La ingestión de forraje fue mayor ($P = 0,07$) en grupo testigo (6,6 g/kg PV/d) que en los corderos que recibieron en el pienso suplementado con aceite (5,31, 4,8, 5,1 y 5,4 /kg PV0'75/d en los grupos BP, BJ, AP, y AJ respectivamente). Numerosos trabajos indican que la incorporación de grasa en las dietas de rumiantes da lugar a una disminución en la digestibilidad de la fibra e ingestión (Jenkins y Palmquit 1982, Sutton y col., 1983) que podría ser responsable del menor consumo de forraje observado en los animales suplementados.

Las menores ganancias de peso se observaron en el grupo testigo ($P = 0,11$). También se observó una tendencia ($P = 0,15$) a una mayor ganancia de peso en los corderos que recibieron los tratamientos con jabón cálcico, que los que recibieron el aceite de palma tal cual.

Los peores índices de transformación (gramos de MS por g de incremento de peso) se observaron en los corderos del grupo testigo. En el caso del índice de transformación del concentrado, los valores registrados fueron de 2,96 frente a 2,79, 2,67, 2,69 y 2,65 registrados en los tratamientos BP, BJ, AP y AJ, respectivamente.

Nuestros resultados parecen indicar que la utilización de aceite de palma en las raciones de cebo intensivo de corderos, a los niveles señalados, mejoran los rendimientos productivos sin perjudicar la ingestión y digestibilidad de los alimentos. (Castro y et. al. 2.001).²⁵

3.4.4 Utilización de grasas de sobrepaso en vacas de cebo. Se evaluó el efecto de la inclusión de grasas saponificadas sobre el anestro posparto y la función tiroidea en 23 vacas Indobrasil de dos o más partos, pertenecientes a un campo experimental. Los animales fueron asignados al azar, según fecha y número de parto, a cuatro grupos derivados de un arreglo factorial 2×2 , cuyos factores principales fueron la dieta y la estación del año. La combinación de tratamientos fue: 1) vacas con un suplemento.

energético adicionado con grasas saponificadas a sales calcio durante la primavera ($n=7$); 2) vacas con un suplemento energético (dieta control) sin adición

²⁵ CASTRO, Teresa y et. al. Utilización de aceite de palma en raciones para cebo intensivo de corderos: ingestión, digestibilidad y rendimientos productivos. XXXIII Jornadas de Estudio AIDA (IX Jornadas sobre Producción Animal). ITEA Vol. Extra 22, Tomo I, 277-279. España. 2001. <http://digital.csic.es/handle/10261/14393>. Citado el 15 de Enero de 2010.

de grasas saponificadas a sales calcio durante la primavera (n=6); 3) vacas con un suplemento energético adicionado con grasas saponificadas a sales calcio durante el otoño (n=5); 4) vacas con un suplemento energético sin adición de grasas saponificadas a sales calcio durante el otoño (n=5).

Los dos suplementos fueron formulados para ser isonitrogenados y se ofrecieron 4 kg de los mismos, del primer día posparto hasta la presentación del segundo estro. La dieta del tratamiento con grasa se formuló para incluir 400 g al día de Megalac (Church & Dwight Co., Princeton, NJ), debido a que en diversos estudios se ha estimado que la cantidad antes mencionada, permite un sobrepaso al intestino delgado superior a los 30 g, tanto del ácido graso linoleico como del linolénico. Asimismo, se estimó que la cantidad de grasa proporcionada representó menos del 3 % del total de materia seca consumida.

Finalmente se concluyó que la inclusión de grasas saponificadas a sales de calcio en la dieta de vacas cebú disminuyó la longitud del parto al primer cuerpo lúteo y al primer estro. La estación afectó los intervalos reproductivos analizados, siendo mayores en la primavera; sin embargo, hubo una interacción en la cual el consumo de grasa durante la primavera redujo la duración del anestro posparto. El consumo de grasas protegidas durante periodos de escasez de forraje permite acelerar el reinicio de la actividad ovárica posparto. Durante la primavera la concentración de la forma tiroidea activa (T3), fue mayor en las vacas que recibieron el suplemento adicionado con grasas protegidas; en consecuencia las grasas de sobrepaso pueden, al menos de manera parcial, resolver el periodo de balance energético negativo posparto de vacas cebú amamantando durante épocas de baja disponibilidad de forraje. (Villagómez y et. al. 2003).²⁶

Con el fin de evaluar el efecto de la suplementación con dos fuentes de grasa en vacas para carne en pastoreo se utilizaron 120 hembras adultas en dos hatos. De manera independiente, en un hato (A) con 60 vacas Charolais y en otro (B) con 60 vacas Chinampas (criollo local) se suplementaron (2 kg/vaca/día) concentrados isoproteicos (PC = 16,6%) con un contenido similar de EM (\approx 3,0 Mcal/kg) durante 90 días (iniciando 30 días preparto). En cada hato, las vacas se dividieron aleatoriamente en tres grupos. Los grupos testigo (TE; n = 20) recibieron suplemento con 3,2% de grasa. Otro grupo de 20 vacas en cada hato recibió un suplemento conteniendo grasa adicional (13,2%) en forma de jabones de calcio de

²⁶ VILLAGOMEZ, Eugenio y et. al. Efecto de la estación y la inclusión de grasas saponificadas sobre el anestro posparto y la función tiroidea de vacas cebú. *Técnica Pecuaria en México*, septiembre-diciembre, año/vol. 41, número 003. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México. pp. 239-25. redalyc.uaemex.mx/pdf/613/61341301.pdf. Citado el 15 de Enero de 2010.

ácidos grasos (JCAG). El tercer grupo (SB) dentro de cada hato (n = 20) consumió suplemento con 13,4% de grasa a base de sebo de bovino. Para la comparación de las medias en las variables no categóricas se utilizaron contrastes ortogonales (TE vs SB + JCAG y SB vs JCAG). En el hato A, la producción de leche fue mayor a los 35 (P < 0,05) y a los 90 (P < 0,01) días de la lactación en las vacas que se suplementaron con grasa (SB + JCAG) que en las del tratamiento TE. En ambos hatos, el peso de los terneros a los 35 y 90 días de edad y el peso y condición corporal de las vacas a los 90 días posparto fueron mayores en SB + JCAG que en TE (P < 0,01). Las concentraciones séricas de colesterol, lipoproteínas de alta densidad, lipoproteínas de baja densidad y triglicéridos fueron superiores en las vacas suplementadas con grasas (SB + JCAG) que en las del tratamiento TE (P < 0,01). Las tasas de preñez en ambos hatos fueron mayores en las vacas que consumieron grasa adicional en el suplemento (P < 0,05). Se concluye que la grasa adicional incorporada en un suplemento durante los periodos pre y posparto de vacas para carne en pastoreo incrementó la producción de leche, el crecimiento de los terneros, el peso y condición corporal de las vacas, los metabolitos de los lípidos y las tasas de preñez.(Espinoza, 2009).²⁷

²⁷ ESPINOZA, JL y et.al. Efecto de la suplementación de grasas sobre características productivas, tasas de preñez y algunos metabolitos de los lípidos en vacas para carne en pastoreo. Arch. med. vet. v.42 n.1 Valdivia 2010. Universidad Austral de Chile. Chile. 2009. http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2010000100004&script=sci_arttext. Citado el 15 de Enero de 2010.

Tabla 15. Composición y nutrientes de los suplementos, por tratamiento

Componente (%)	Suplemento ¹		
	TE ²	JCAG ³	SB ⁴
Sebo de bovino	0	0	9,5
Megalac	0	9,6	0
Salvado de trigo	9,9	37,2	44,1
Maíz molido	23,4	19,6	16,6
Trigo molido	44,5	15,0	15,0
Harina de soya	7,5	2,8	2,8
Semilla de algodón	2,8	5,7	1,9
Urea	0,4	0,84	0,87
Melaza	11,1	8,9	8,9
Composición química			
EM (Mcal/kg) ⁵	3,0	3,1	3,2
Proteína cruda (%)	16,6	16,6	16,6
Grasa (%)	3,2	13,2	13,4

¹ Los valores mostrados fueron calculados en base a materia seca.

² Suplemento sin grasa adicional.

³ Suplemento con jabones de calcio de ácidos grasos (Megalac[®], Church & Dwight Co., Inc., Princeton, NJ; contiene 80% de grasa y 8% de calcio).

⁴ Sebo de bovino.

⁵ Energía metabolizable, calculada de NRC (1984).

Tabla 16. Producción de leche (media ± EE) a los 35 (PL35) y a los 90 (PL90) días de lactación, por tratamiento, dentro de cada hato

Variable	Tratamientos en el hato A ^a			Contraste, valor de la P ^b		Tratamientos en el hato B ^a			Contraste, valor de la P ^b	
	TE	SB	JCAG	(1)	(2)	TE	SB	JCAG	(1)	(2)
PL35 (kg)	4,0 ± 0,13	4,6 ± 0,12	4,7 ± 0,10	0,04	0,06	3,2 ± 0,26	3,1 ± 0,26	3,8 ± 0,26	0,07	0,03
PL90 (kg)	3,3 ± 0,08	4,0 ± 0,07	3,9 ± 0,09	0,00	0,34	3,9 ± 0,16	3,6 ± 0,19	3,9 ± 0,20	0,43	0,26

^a TE = suplemento testigo, sin grasa adicional; SB = suplemento conteniendo sebo de bovino; JCAG = suplemento conteniendo jabones de calcio de ácidos grasos (Megalac[®], Church & Dwight Co., Inc., Princeton, NJ; contiene 80% de grasa y 8%

de calcio).

^b Los contrastes fueron: (1) TE vs SB + JCAG; (2) SB vs JCAG

Tabla 17. Peso de las crías (media ± EE) al nacimiento (PC0), a los 35 (PC35) y a los 90 (PC90) días de edad, por tratamiento, dentro de cada hato.

Variable	Tratamientos en el hato A ^a			Contraste, valor de la P ^b		Tratamientos en el hato B ^a			Contraste, valor de la P ^b	
	TE	SB	JCAG	(1)	(2)	TE	SB	JCAG	(1)	(2)
PC0 (kg)	31,5 ± 0,4	32,5 ± 0,5	32,0 ± 0,4	0,07	0,93	23,5 ± 0,5	23,0 ± 0,3	23,2 ± 0,3	0,37	0,75
PC35 (kg)	53,3 ± 0,7	55,6 ± 0,7	55,6 ± 0,7	0,00	0,19	33,1 ± 0,7	38,1 ± 0,8	36,0 ± 0,7	0,00	0,05
PC90 (kg)	62,3 ± 0,7	70,1 ± 0,9	69,8 ± 0,8	0,00	0,81	51,4 ± 1,5	60,3 ± 1,0	57,0 ± 1,1	0,00	0,06

^a TE = suplemento testigo, sin grasa adicional; SB = suplemento conteniendo sebo de bovino; JCAG = suplemento conteniendo jabones de calcio de ácidos grasos (Megalac[®], Church & Dwight Co., Inc., Princeton, NJ; contiene 80% de grasa y 8% de calcio).

^b Los contrastes fueron: (1) TE vs SB+JCAG; (2) SB vs JCAG

3.4.5 Utilización de grasas de sobrepaso en cabras. Se ha desarrollado una dieta para cabras suplementada con una grasa protegida rica en ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs). Los ensayos se realizaron en dos lotes experimentales de cabras de la raza Murciano Granadina en régimen intensivo, controlándose individualmente la producción y composición de la leche durante los meses 5º y 6º de la lactación. Mediante análisis de varianza, se puso en evidencia que los resultados correspondientes a la producción de leche (g/día) del lote de animales suplementados fueron superiores (1938) a los del lote testigo (1737) a partir del tercer control, alcanzando diferencias significativas ($p < 0,05$). Los valores de composición bruta de la leche no presentaron en ningún sentido diferencias significativas ($p < 0,05$) en función del concentrado consumido en la dieta. Los contenidos medios en la leche (en g/Kg) fueron de 52,4 *versus* 50,4 y de 33,26 *versus* 31,73, para la grasa y proteína total en los lotes con y sin suplementación, respectivamente. (DE LA TORRE).²⁸

²⁸ DE LA TORRE, G. y et. al. Efecto de una dieta suplementada con una grasa protegida sobre la producción y composición de la leche de cabra. España. <http://www.exopol.com/seoc/docs/vo93fauz.pdf>. Citado el 15 de Enero de 2010.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La utilización de grasas de sobrepaso se constituye en una alternativa viable para vacas en producción de leche en lactancia temprana que presenten un balance energético negativo

La incorporación de este producto en los planes alimenticios de las vacas lecheras, es incrementar la densidad energética de la dieta, reduciendo la proporción de carbohidratos fácilmente fermentables (almidón, carbohidratos solubles, pectinas), evitando de este modo los riesgos de producir acidosis ruminal.

Las grasas de sobrepaso en la dieta actúan sobre diversos aspectos, entre los cuales se destacan el aumento de parámetros productivos cuantitativos, en leche como en carne (kg /lts , % de materia grasa, etc)., modificación (manejable) de los parámetros productivos cualitativos y organolépticos de la leche y carne. (butirometría de la leche, resistencia a la oxidación de la carne, punto de fusión de la grasa de cobertura, etc)., reducciones en el recuento de células somáticas en la leche, aumento de la fertilidad post parto (y consecuente reducción de costos de inseminación) y reducción de los tiempos de engorde y terminación .

Las grasas de sobrepaso deben utilizarse especialmente en la primera etapa de lactancia, hasta los 90 días en leche y en épocas de estrés calórico, el consumo promedio debe ser de 300 – 600g/día.

RECOMENDACIONES

Realizar estudios de viabilidad basados en la utilización de grasas de sobrepaso en vacas que se encuentren en primer tercio de lactancia.

Evaluar el comportamiento animal en respuesta a la adición de grasas de sobrepaso

BIBLIOGRAFIA

Acidos Grasos. Textos científicos. 2.005.
<http://www.textoscientificos.com/quimica/acidos-grasos>.

AYALA, J y et. al. Efecto del suministro de grasa protegida a vacas Holstein desde el inicio o avanzada la lactancia. México. 2.005.
http://ammveb.net/XXIX%20CNB/memorias/nut/oral_nut02.doc.

BATTILANA nutrición. Insumos para la nutrición animal. Grasa protegida (by pass). Perú. <http://battilana.perulactea.com/productos/linea-energetica/grasa-protegida-by-pass/>

BUXADE, Carlos. Grasas protegidas. Silicar LTDA. Productos de oleoquímicos derivados. http://www.silicar.com/paginas/grasetto_energy_02.html

CABRERA, Omar y DEL CARPIO, Pedro. Rendimiento de vacas holstein en lactacion alimentadas con grasa sobrepasante en la dietas. Perú. 2007.
www.engormix.com/MA-feed-machinery/topics/t469/p6

CASTRO, Teresa y et. al. Utilización de aceite de palma en raciones para cebo intensivo de corderos: ingestión, digestibilidad y rendimientos productivos. XXXIII Jornadas de Estudio

AIDA (IX Jornadas sobre Producción Animal). ITEA Vol. Extra 22, Tomo I, 277-279. España. 2001. <http://digital.csic.es/handle/10261/14393>

DE LA RIERA, Gumer. Alta producción lechere y rendimiento reproductivo. Portal veterinaria Albéitar. Argentina. 2009. www.produccion-animal.com.ar

DE LA TORRE, G. y et. al. Efecto de una dieta suplementada con una grasa protegida sobre la producción y composición de la leche de cabra. España. <http://www.exopol.com/seoc/docs/vo93fauz.pdf>

ESPINOZA y et. al. Efecto de la suplementación de grasas sobre las concentraciones séricas de progesterona, insulina, somatotropina y algunos metabolitos de los lípidos en ovejas Pelibuey. Arch. Med. Vet. 40, N°2, 135-140. México. 2008. http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2008000200004&script=sci_abstract&tIng=e

ESPINOZA, JL y et.al. Efecto de la suplementación de grasas sobre características productivas, tasas de preñez y algunos metabolitos de los lípidos en vacas para carne en pastoreo. Arch. med. vet. v.42 n.1 Valdivia 2010. Universidad Austral de Chile. Chile. 2009. http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2010000100004&script=sci_arttext
FEDNA, 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2ª ed.). C. de Blas, G.G. Mateos y P.Gª. Rebollar (eds.). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 423 pp. http://www.etsia.upm.es/fedna/grasasyaceites/jabon_calcico_mezcla.htm#tex
FENZO, Roberto. Grasas de efecto by-pass en rumiantes. Chile. 9-dic-2005. http://www.engormix.com/grasas_efecto_bypass_rumiantes_s_articulos_575_GDC.htm

FUENTES, Mari Carmen. Modificación del perfil de ácidos grasos de la leche a través de la manipulación nutricional en vacas lecheras: el papel del rumen. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. España. 2009. <http://www.tesisenxarxa.net/TDX-0331109-161223/>

GALLARDO, Miriam. Los Nutrientes by-pass en los sistemas lecheros pastoriles: Una moda o una necesidad?. Argentina. Marzo 2.001. 7-ago-10. <http://rafaela.inta.gov.ar/revistas/pxx10301.htm>
González, Juan Manuel. Curso de Biomoléculas. Universidad del País Vasco. <http://www.ehu.es/biomoleculas/index.htm>.

KING, Michael. Oxidación de los ácidos grasos. Bioquímica médica. Enero 2010 <http://themedicalbiochemistrypage.org/spanish/fatty-acid-oxidation-sp.html>

MONTALVAN, Jairo. Efecto de la suplementación con grasa protegida en la dieta sobre el desempeño reproductivo en ganado lechero. Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura. Pág. 14-19. Honduras. 2004. http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2004/T1850.pdf

Palmquist, D.L. Utilización de lípidos en dietas de rumiantes. Department of Animal Sciences. XII curso de especialización FEDNA. Madrid, España. 1996. <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/96capituloIII.pdf>

PEDRAZA, Carlos y et. al. Grasa protegida como complemento energético a soiling de alfalfa tierna para vacas lecheras de alta producción. Agricultura técnica. Chile. 1995. <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/agritec/NR18189.pdf>

PETHICK, D.W., y DUNSHEA, F. R. International Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism. en: Fat metabolism and turnover.

POL, M^a V.; CASALS, R.; ALBANELL, E., SUCH, X. Efecto de la suplementación de la ración con jabones cálcicos de aceite de palma sobre la calidad de la leche y de los quesos de ovejas de raza manchega. Departamento de ciencia animal y de alimentos. Facultad de veterinaria. Universidad de Barcelona. España. www.exopol.com/seoc/docs/3ijhbtw.pdf

RAMIREZ, Aurora y BUNTINX, Silvia. Metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas, Departamento de nutrición animal y bioquímica. México. http://amaltea.fmvz.unam.mx/textos/alimenta/MET_CHO_LIP_PRO2.pdf

ROJAS, Augusto. Suplementación con grasa protegida a vacas de alta producción en pastoreo. Pag 81-85. Costa Rica. 1997. www.mag.go.cr/rev_agr/v20n01_081.pdf

STEINHART, C. Conjugated linoleic acid dietary beef – An update. Nutrition research. Chicago. Pag 5. www.beef.org/documents/23348_conjugated.pdf

VALDEZ, Valencia Alfredo. Lípidos. Universidad de San Martín de Porres. Facultad de Medicina Humana. 2008. <http://www.monografias.com/trabajos16/lipidos/lipidos.shtml>

VIDAURRETA, Ignacio. Suplementación con sales de calcio de ácidos grasos insaturados en vacas lecheras en lactancia media y en condiciones de pastoreo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. 2002. <http://www.inta.gov.ar/balcarce/index.htm>

VILLAGOMEZ, Eugenio y et. al. Efecto de la estación y la inclusión de grasas saponificadas sobre el anestro posparto y la función tiroidea de vacas cebú. *Técnica Pecuaria en México*, septiembre-diciembre, año/vol. 41, número 003. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México. pp. 239-25. redalyc.uaemex.mx/pdf/613/61341301.pdf

WATTIUX, Michel A. y Grummer, R. Nutrición y alimentación. Clases de lípidos.
En: Esenciales lecheras. Babcock Institute. <http://144.92.37.209/?q=node/139>