

**GRASAS PASANTES EN DIETAS PARA VACAS LECHERAS DE ALTA
PRODUCCIÓN Y SU RESPUESTA EN ETAPAS PRODUCTIVAS Y
REPRODUCTIVAS**

**Bypass fats in diets for high production dairy cows and their response in
productive and reproductive stages**

JHON JAIRO ADAME HERNÁNDEZ

Zootecnista

Candidato a Especialista en Nutrición Animal Sostenible

Asesor:

ANGEL ANDRÉS ARIAS VIGOYA, Zoot, Ph.D.

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
DUITAMA
OCTUBRE 2019**

GRASAS PASANTES EN DIETAS PARA VACAS LECHERAS DE ALTA PRODUCCIÓN Y SU RESPUESTA EN ETAPAS PRODUCTIVAS Y REPRODUCTIVAS

Jhon Jairo Adame Hernández¹

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo, ejecutar una revisión literaria sobre el efecto de la inclusión de grasas pasantes como suplementos dietarios sobre la respuesta productiva y reproductiva en bovinos lecheros. A pesar de que en los sistemas lecheros especializados se cuenta con forrajes con una buena composición nutricional (gramíneas y leguminosas), estos recursos no suplen las necesidades nutricionales y energéticas de las vacas en la etapa de producción láctea. De esta forma, la utilización de suplementos alimenticios como las grasas pasantes ayudan a optimizar la productividad y el desempeño reproductivo en los bovinos. Las grasas pasantes son fuentes ricas en ácidos grasos poliinsaturados que proporcionan ácidos grasos esenciales y aportan energía a los rumiantes, mejorando el volumen de leche, la condición corporal y las características organolépticas de la leche. Experimentalmente se ha demostrado una mejora significativa en las características de la leche de vacas suplementadas con grasas pasantes. Adicionalmente, se incrementó el contenido de lípidos en la leche pasando del 3.8 al 4.0%. Los rumiantes durante la fase de posparto temprano, en especial las vacas lecheras presentan un desbalance energético llamado Balance Energético Negativo (BEN). Esta condición genera impactos negativos a nivel productivo (disminución de la producción láctea) y afecta el estatus reproductivo, productivo y la salud general del animal. Así, la suplementación con grasas pasantes puede contrarrestar las deficiencias energéticas en vacas lecheras durante los periodos críticos. Finalmente se destaca la importancia de adicionar grasas pasantes en el manejo de la alimentación diaria de las vacas lecheras para aportar a su bienestar animal.

Palabras claves: Energía, rumiantes, lactancia, productividad, balance nutricional, eficiencia alimenticia.

BYPASS FATS IN DIETS FOR HIGH PRODUCTION DAIRY COWS AND THEIR RESPONSE IN PRODUCTIVE AND REPRODUCTIVE STAGES

Summary

This work aims to perform a review of the effect of the bypass fats inclusion as dietary supplements on the productive and reproductive response in dairy cattle. Although specialized dairy systems have forages with an appropriate nutritional composition (grasses and legumes), occasionally these resources do not provide the nutritional and energy requirements of cows in the production stage. In this way, the use of dietary supplements such bypass fats help to optimize productivity and reproductive performance in cattle. Bypass fats are rich sources of polyunsaturated fatty acids

¹ Estudiante especialización, Nutrición Animal Sostenible, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, jhonnever76@yahoo.es

that provide essential fatty acids and provide energy to ruminants, improving milk volume, body condition and organoleptic characteristics of milk. Experimentally has been demonstrated a significant improvement in the milk characteristics of cows supplemented with bypass fats. Additionally, the lipid content in milk was increased from 3.8 to 4.0%. Ruminants during the early postpartum phase, especially dairy cows show an energy imbalance called negative energy balance (BEN). This condition generates negative impacts in terms of production (decrease in milk production) and affects the reproductive, productive status and general health status of the animal. Thus, bypass fat supplementation can stabilize energy lacks in dairy cows during critical periods. Finally, is highlighted the importance of adding bypass fats in the management of the daily feeding of dairy cows to contribute to animal welfare.

Key words: Energy, ruminants, lactation, productivity, nutritional balance, food efficiency

1. Introducción

Un estatus nutricional genera un impacto positivo en las funciones reproductivas y productivas de las vacas durante el postparto temprano. Es frecuente que en nuestros sistemas productivos las vacas presenten baja condición corporal, esto se debe a la poca disposición de forrajes, además de la buena calidad, también relacionada con la disminución del consumo de materia seca. Esto conlleva a un balance energético negativo, el animal moviliza sus reservas corporales del tejido adiposo, lo que genera trastornos reproductivos que conllevan a que se extienda el anestro postparto. (Díaz, 2009).

La ingesta de grasas en los rumiantes es porcentualmente baja debido a su impacto negativo en la digestibilidad de la fibra. Sin embargo, estas cumplen funciones importantes al contribuir en la manutención de un adecuado balance energético asociado a un buen metabolismo nutricional, de esta forma su inclusión en la dieta tiene como propósito

acrecentar los valores de AGE (ácidos grasos esenciales) como el ácido linoleico conjugado (CLA), a nivel de tejidos y leche (Insuasti 2014). Durante la fase de lactancia, los bovinos tienen la capacidad para sintetizar CLA en tejido mamario, a partir del ácido trans-vaccénico asimilado en el intestino delgado, mediante un proceso conocido como deshidrogenación (Harvatine, 2009; Jenkins, 2004). La incorporación de grasas pasantes en la alimentación de vacas de alta producción láctea es fundamental para el ingreso y absorción de ácidos grasos insaturados al intestino delgado y así aprovechar su potencial energético. En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo abordar el uso de grasas pasantes y sus implicaciones productivas en vacas lecheras, el metabolismo en el rumen, y su respuesta en la reproducción.

2. Aspectos generales de los lípidos

Según Hernández y Díaz (2011), los aceites y las grasas hacen parte del grupo de los lípidos. Los aceites son líquidos a temperatura ambiente y las grasas son sólidas bajo las mismas condiciones. Las grasas son de origen

animal como en el caso de los sebos, mientras que gran parte de los aceites provienen de fuentes vegetales, con excepción del aceite derivado de pescado; los aceites vegetales contienen una alta concentración de PUFAs (ácidos grasos poliinsaturados).

Clasificación de lípidos

Fahy, (2005) y Fahy, (2009) clasifican los lípidos en: policétidos, glicerofosfolípidos, esfingolípidos, acilgliceroles, prenones, esteroides y sacarolípidos. Adicionalmente, la clasificación tradicional de los lípidos los categoriza en saponificables (ácidos grasos, triglicéridos, esfingolípidos, ceras, entre otros) y no saponificables (terpenos y esteroides). En la figura 1 se ilustra resumidamente el metabolismo lipídico. 1. Consumo de ATP (principal sustrato energético) delineado en color amarillo. 2. Producción de ATP identificada con la figura completamente amarilla. 3. Las figuras de color rosado simbolizan tanto la producción como el consumo de cofactores reducidos, en el siguiente orden: NADH, NADPH Y QH₂ y 4. Las zonas de color morado señalan las reacciones a nivel mitocondrial.

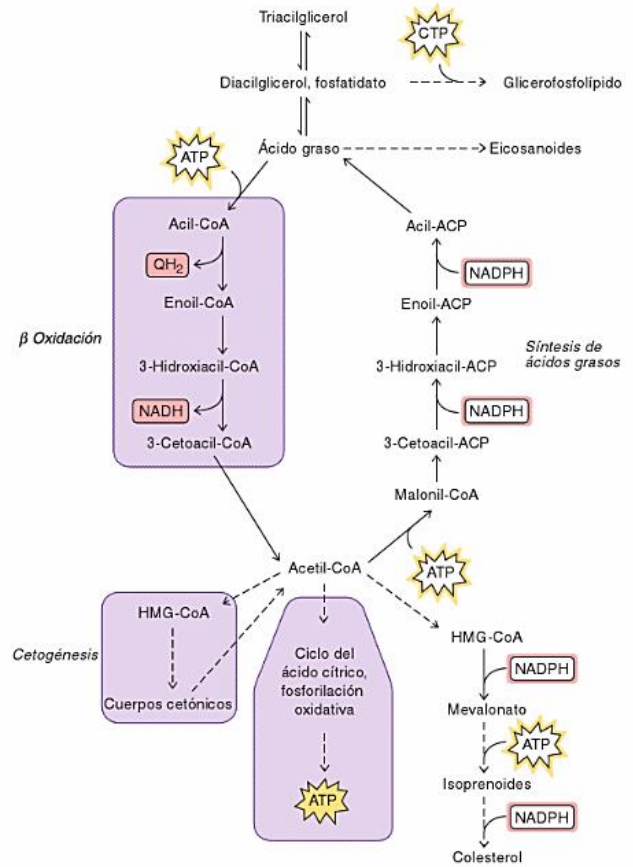


Figura 1. Metabolismo de lípidos. (Tomado de Pratt y Cornely, 2012)

Lípidos simples

Poseen de una a dos moléculas de diferente tipo, entre las cuales están los alcoholes, algunos hidrocarburos y aldehídos, también los (AG) polihidroxicanoatos, eicosanoides, liposaminos, las ceramidas, las ceras, lipopeptidos, lípidos compuestos de fenol, alcaloides de isopreno, quinona lipídica y terpenos (Rivera y García, 2007).

Lípidos insaponificables

No poseen ácidos grasos en su composición, por tanto, no tienen la capacidad de formar jabones. Están compuestos por los lípidos eicosanoides, esteroides y terpeno. Los Eicosanoides, se derivan del ácido araquidónico, el cual es un ácido poliinsaturado de 20 carbonos. Existen tres clases de eicosanoides: tromboxanos, leucotrienos y prostaglandinas. Por su parte los terpenos formados a partir del isopreno (unidad de cinco carbonos), pueden tener de una a ocho unidades de isopreno en su contenido, estos conforman el grupo más grande de aceites de los vegetales. Algunas vitaminas se forman de ciertos terpenos, estas son las vitaminas A, E y K (Feduchi, Blasco, Romero, Yáñez 2010).

3.Utilizacion de grasa en rumiantes

El proceso de oxidación de un 1 gramo de lípidos genera en promedio 9.45 kcal de energía bruta, por otro lado, un carbohidrato típico produce aproximadamente 4.4 kcal/g. De esta forma, los lípidos generan 2.25 más energía comparativamente frente a los carbohidratos. Ahora, en cuanto al ciclo reproductivo, varias hormonas se sintetizan a partir de los lípidos, tales como, testosterona, estradiol y progesterona, así mismo intervienen en la biosíntesis de algunas vitaminas como la D, A, K y la E (Hernández y Díaz, 2011).

4. Particularidades del metabolismo de las grasas en los rumiantes

Zarate (2011), sugiere que dependiendo de la fuente de la grasa adicionada se presentan variaciones asociadas a la densidad energética de los lípidos. Los ácidos grasos poliinsaturados presentan efectos negativos sobre el metabolismo de las bacterias celulolíticas disminuyendo su población y afectando la digestibilidad de la fracción no lipídica de la dieta. Los ácidos grasos saturados poseen una menor digestibilidad con respecto a los ácidos grasos poliinsaturados, los cuales tienen mejores tasas de absorción y se aprovechan más eficientemente por parte del animal. (Coppock y Wilks 1991)

Por su parte Duske (2009), afirma que las vacas lecheras de alta producción aprovechan y metabolizan más eficientemente la energía proveniente de los alimentos que las vacas de menor producción. Adicionalmente, el consumo de energía es más elevado durante el primer tercio de la lactancia respecto al final de ésta. Asimismo, Duque (2011) señala que las vacas al inicio de la lactancia hacen un mejor aprovechamiento de la energía provista por la dieta respecto a la etapa final de la lactancia, dado que durante este periodo los requerimientos energéticos son menores debido al menor volumen de leche producida. Así, esta alteración metabólica - fisiológica causa que el exceso de energía dietaria se deposite en el tejido adiposo. En este sentido, el autor recomienda suministrar grasa pasante para vacas de alta producción y específicamente al comienzo de la lactancia donde las exigencias de energía para lactación son más altas.

Conforme a lo mencionado por Zarate (2011), al adicionar grasas pasantes en la dieta se obtienen beneficios entre los que se destaca:

1. Aumento en el consumo de energía al inicio de la lactancia.
2. Aumento en la densidad calórica sin ser afectada la asimilación del material fibroso.
3. Más eficiencia en el uso de la energía.
4. Incremento en la relación glucogénico/ lipogénico, es decir, se complementan para generar síntesis de glucógeno.
5. Aumento de la cantidad de folículos de mayor tamaño.
6. Incremento en la proporción de células lúteas grandes respecto a las pequeñas.

La suplementación con grasas protegidas con inclusión de ácidos grasos omega 3 y 6, ácido alfa-linolénico y el ácido linoleico, no modifico el contenido ácidos grasos insaturados y saturados. No obstante, el suministro de omega 3 minimiza notablemente el ácido esteárico (ácido graso saturado de 18 carbonos) y aumenta otros ácidos como el transvaccénico (ácido graso insaturado) y además el ácido linoleico conjugado (Duque 2013).

El Oxaloacetato sirve como precursor y metabolito de múltiples rutas metabólicas, con la presencia del oxaloacetato se presenta una interacción con el ATP para producir energía en los tejidos (Figura 2), el conjunto de un par de carbonos agregados deriva de los cuerpos cetónicos β - hidroxibutirato (β -HBA) y acetoacetato (AcAc) originados en el hígado mediante el proceso de β -oxidación a nivel mitocondrial (Houten

y Wanders, 2010)

Entre tanto, en la glándula mamaria no es posible la elongación prolongada de malonil-CoA por acil-CoA luego de prolongar la presentación de (AG) a sucesiones con más de C16, al no existir las enzimas alargadas suficientes, los AG Carbono16 y Carbono18 sintetizados en la grasa de la leche que se encuentra en la ubre, posee dos principios 1) trasladados en lipoproteínas y quilomicrones de muy poca consistencia VLDL, casi totalmente digestivo (Nafikov y Beitz, 2007), 2) los ácidos grasos no esterificados especialmente: ácido esteárico (18:0) carbonos, palmitoleico (16:0) carbonos, y oleico (18:1) 18 carbonos con 1 instauración, cis-9, transportados a partir de los tejidos adiposos (Chilliard y Ferlay, 2004).

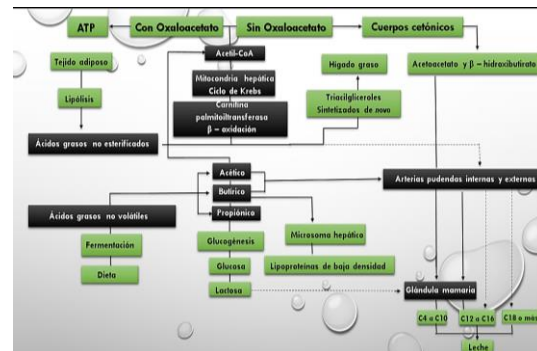


Figura 2. Proceso metabólico de (AG) en el rumiante. Tomado de (Houten y Wanders, 2010)

Méndez (2013) realizó un experimento usando vacas primíparas de las razas Jersey, Holstein y Pardo suizo, donde se suministraron dietas con una inclusión de 0,3 Kg de grasa pasante y una dieta sin inclusión de grasa. Los tratamientos con inclusión de grasa mostraron un aumento de la

producción de 2,84 litros/vaca/día, y mejoras en la rentabilidad.

5. Reacciones energéticas y metabólicas en vacas lecheras al comienzo de la lactancia

Los ácidos grasos libres (AGL) pueden ser utilizados por muchos órganos como fuente de energía, por otro lado, el hígado los puede transformar en cuerpos cetónicos, los cuales pueden ser utilizados como sustrato energético bajo ciertas condiciones metabólicas (Galeano 2010).

Los AGL pueden ser transformados en la mitocondria y en los peroxisomas mediante el proceso de beta-oxidación son metabolizados en Acetil CoA, luego la Acetil CoA se conjuga con el ácido oxalacético para después ingresar al ciclo de Krebs para sintetizar adenosín trifosfato (Nguyen 2008; Pabón, 2004; Relling y Mattioli, 2002).

La glucogénesis y la asimilación de los lípidos son eventos metabólicos competitivos, ya que estas reacciones necesitan del oxalacetato. Por lo tanto, si no existe la cantidad necesaria de oxalacetato, derivada de la ausencia de sustratos glucogénicos (glicerol, acetato, propionato y aminoácidos), y de la producción de glucosa indispensable para la síntesis de lactosa, no se presenta ingreso de la Acetil CoA a la mitocondria, ni metabolización de la molécula en el ciclo de Krebs, por lo tanto, no hay producción de cuerpos cetónicos (Relling y Mattioli, 2003; Corbellini y Pergamino, 2000).

6. Indicadores metabólicos para evaluar el estatus energético en el ganado lechero al inicio de la lactancia

Los indicadores metabólicos comprenden el estudio de ciertos componentes hematobioquímicos determinados, con el fin de valorar, precisar, diagnosticar y evitar desequilibrios metabólicos. (González 2000)

Cuando se habla de balance energético negativo (BEN), hace referencia a un trastorno metabólico que se presenta en todas las vacas a nivel mundial en el primer tercio de la lactancia, por otro lado, la mayoría de las vacas soportan esta transición sin desarrollar enfermedades metabólicas. (Cardoso 2008)

Los lípidos y la glucosa son indicadores que se relacionan con el metabolismo energético en los rumiantes. Los triglicéridos (TG), ácidos grasos no esterificados (AGNE), cuerpos cetónicos y colesterol son altamente valorados en el grupo de los lípidos, asegura (Grande y Tadeu, 2008; González, 2000; Álvarez, 2001).

La Glucosa

La glucosa es una molécula decisiva para la asimilación de energía en los animales. Tejidos como la glándula mamaria y el cerebral, incluso líneas celulares como los eritrocitos, son dependientes de la glucosa como sustrato energético. En los animales de producción, se puede evaluar la concentración de glucosa sérica gracias a un eficiente control

endocrino sistémico. Los niveles de glucosa en la sangre (glicemia) están regulados hormonalmente y sus valores tienden a ser constantes, por otro lado, existe evidencia de que en vacas al inicio de la lactancia que presentan déficit energético, desarrollan cuadros de hipoglicemia (Grande y Tadeu, 2008).

Triglicéridos

El mayor componente de la grasa láctea son los triglicéridos, los cuales presentan valores cercanos al 98%, estas moléculas pueden ser hidrolizadas por enzimas, a pesar de ser bastante estables. En los pequeños rumiantes existe una alta concentración de AG de cadena media en la leche (caprónico, cáprico y caproico) y estos son convertidos en energía sin acumularse en el tejido graso. La cantidad de triglicéridos es variable según la etapa en que se encuentra el animal en producción de leche. Las congregaciones de triglicéridos se alteran con el periodo de la lactancia, por el uso de la glándula mamaria (González 2000; y Álvarez, 2001).

7. Hidrólisis y biohidrogenación de lípidos en la cavidad ruminal

La biohidrogenación involucra varios procesos bioquímicos en los que participan bacterias específicas y las reacciones se catalizan a velocidades intermedias, un paso obligado antes de la biohidrogenación es la lipólisis (Castillo 2013).

Hassim (2010), describe que la especie bacteriana *Anaerovibrio lipolítica* es la encargada de realizar la lipólisis ruminal, proceso mediado por

las lipasas relacionadas a su estructura exterior, se muestra un proceso denominado lipolítico, donde también intervienen las bacterias de los géneros *Butirivibrio* LM8/1B y *Butirivibrio fibrisolvens*, consideradas también importantes en el proceso de la lipólisis, por otro lado el papel que desempeñan los protozoarios es mínimo, y con nula participación de los hongos.

Toral (2013) expone que, en el transcurso de descomposición de los lípidos, los triacilgliceroles son hidrolizados a AG y glicerol, y los galactoacilgliceroles a glicerol, AG y galactosa. Por consiguiente, el glicerol se concentra principalmente en la glucólisis para producir piruvato y posteriormente se metaboliza en propionato por la acción de la fermentación anaeróbica. La galactosa es fermentada y convertida en AGV, finalmente, los AG poliinsaturados y monoinsaturados se transforman por biohidrogenación.

Kemp y Lander (1984), referidos por Castillo et al. (2013), sugieren que, de acuerdo con las reacciones químicas y los productos resultantes, las bacterias se pueden clasificar en grupos A o B. El A grupo es el encargado de convertir el ácido linoléico para luego llegar al ácido transvaccénico, y el grupo B tiene la tarea de transformar el ácido transvaccénico a C18:0. Por otro lado, el ácido alfa-linolénico cuya característica es velar por el funcionamiento de las distintas membranas celulares, presenta un proceso de biohidrogenación, es más complejo, incluye a los dos conjuntos de estas bacterias. En la figura 3 se observan los más importantes caminos de la biohidrogenación. Las

poblaciones bacterianas que actúan en las agrupaciones A y B son las que intervienen en el proceso, siendo las bacterias las principales responsables del proceso de biohidrogenación.

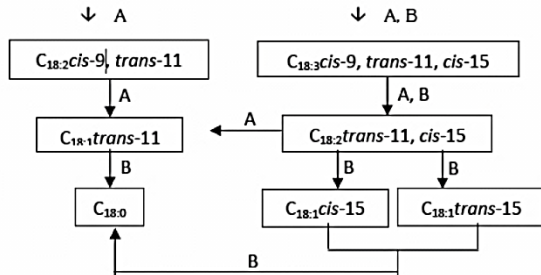


Figura 3. Vías fundamentales de la biohidrogenación del ácido alfa-linolénico y el ácido linoléico (ALi) a nivel ruminal (Tomado de Castillo 2013)

Entre los procesos metabólicos que se dan a nivel ruminal se encuentra la saponificación, hidrólisis, lipólisis y biohidrogenación lipídica. Estos procesos se realizan secuencialmente de la siguiente manera: hidrólisis, biohidrogenación y finalmente la saponificación. Por otro lado, la síntesis de lípidos es totalmente dependiente de los ácidos grasos absorbidos (Relling y Mattioli, 2003).

Los lípidos dietarios realizan un significativo aporte de ácidos grasos. A nivel celular, los lípidos se encuentran en las membranas celulares en forma de glicolípidos o glucolípidos (conformados por un solo lípido y un hidrato de carbono) y también fosfolípidos (compuestos por una sola molécula de glicerol). (Martínez 2012).

Aproximadamente, entre un 85% a 90% de los ácidos grasos saturados circulan desde el rumen como ácidos esteárico y palmítico, unidos a

fracciones de alimentos y fosfolípidos de origen microbiano 10-15%. Cabe resaltar que la síntesis lipídica ruminal esta asociada a la hidrólisis catalizada por lipasas bacterianas, las cuales son enzimas que se encuentran a nivel extracelular e intracelular (vinculadas a la membrana). La hidrólisis lipídica resulta en la síntesis de glicerol y ácidos grasos, también alcoholes aminados provenientes de los fosfolípidos. Tanto el glicerol como los galactolípidos son metabolizados y transformados en ácidos grasos volátiles (Mattos 2000).

En la figura 4, se esquematizan las vías metabólicas y procesos de absorción de los lípidos dietarios en el rumiante. Es importante resaltar que los AG y los fosfolípidos sintetizados por vía microbiana son absorbidos a través de la pared ruminal. La gran mayoría de los AG presentes a nivel intestinal son incorporados al glicerol con el objetivo de formar triglicéridos, para luego pasar por vía linfática y llegar hasta los tejidos y ser aprovechados. (Wattiaux, 1999).

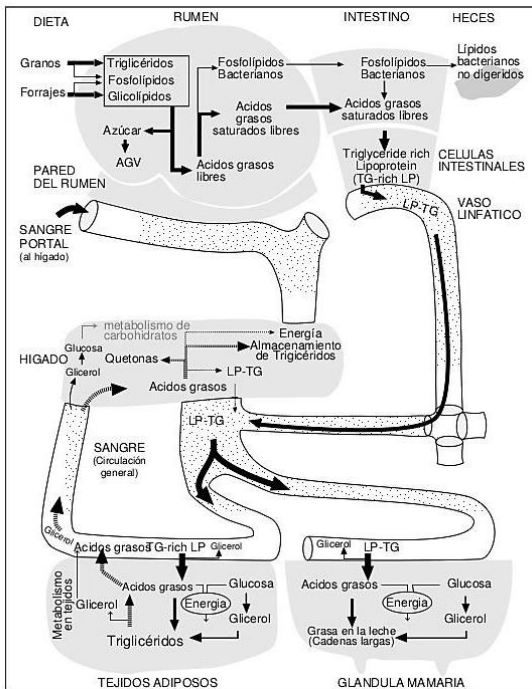


Figura 4. Acción de los lípidos en el rumiante (Tomado de Wattiaux, 1999).

El proceso metabólico mediante el cual se adiciona hidrogeno a los AG se denomina biohidrogenación. Esta fase del proceso digestivo ocurre a nivel ruminal y consiste en la saturación de los ácidos grasos insaturados (Mattos 2000). La biohidrogenación actúa aproximadamente sobre el 70 a 80% de los AG. Una parte de los AG es utilizada por los microorganismos ruminales, posteriormente son convertidos en AG esenciales y en AG insaturados, para luego ser absorbidos en el intestino (Hernández 2010).

Durante la biohidrogenación se desactivan algunos elementos dañinos como los estrógenos vegetales, fenoles y alcaloides. Este proceso favorece la formación de una reserva de vitamina E, la cual tiene un potente efecto antioxidante, evitando la oxidación de los AGI (ácidos grasos insaturados). Por otro lado, el pH ácido

ruminal favorece la saponificación de los lípidos formando jabones de calcio y/o magnesio, así, la mayoría (70 - 80%) sale del rumen y el restante de los lípidos circulan hacia el abomaso en forma de fosfolípidos principalmente de origen microbiano (Relling y Mattioli, 2003).

8. La grasa pasante

Mediante los avances tecnológicos en la nutrición animal se ha logrado modificar químicamente las grasas para aprovechar sus bondades energéticas sin afectar el ambiente ruminal y minimizando los efectos deletéreos de los lípidos sobre el metabolismo. El suministro y posterior absorción de los lípidos dietarios se ve afectado por la biohidrogenación ruminal. Para mitigar la acción ruminal sobre los lípidos, frecuentemente se utilizan grasas tratadas o manipuladas conocidas como grasas pasantes, grasas de sobre paso (Bypass fats), grasas inertes o grasas protegidas. Las grasas pasantes fueron diseñadas para ser suministradas a los rumiantes, ya que el rumen puede tolerar con frecuencia cantidades de lípidos por el orden de los 650 g/día (Hernández y Diaz, 2011) (Salvador, 2011).

Duque, (2011) sugiere que las grasas pasantes son un recurso que provee AGI al animal, destacando como los más importantes los ácidos linoleico y linolénico.

Según Gagliostro y Schroeder (2007), las grasas protegidas o pasantes son una rica fuente de ácidos insaturados para el rumiante (linoleico y linolénico), ya que al ser protegidos no son atacados por las enzimas

microbianas. Los AGI de los ingredientes oleaginosos, como la soya y el algodón forman en el rumen ácido esteárico y los ácidos grasos de las grasas protegidas se metabolizan directamente en el intestino sin afectar el ambiente ruminal.

Por su parte Sanz (2002), describe las principales características de los jabones cálcicos: resisten el ataque enzimático de los microorganismos, son insolubles en el rumen, no afectan el proceso de digestión de la fibra, no interfieren en el metabolismo ruminal, los AG y el (Ca) calcio son metabolizados y digeridos en el intestino, y son hidrolizados en el abomaso.

Jenkins (2004), indica que las grasas inertes cumplen la función de no afectar la digestibilidad en los rumiantes, así, las grasas pasantes básicamente son jabones cálcicos y grasas hidrogenadas. Por otro lado, los procesos viables para la protección de las grasas en términos técnico-económicos se basan en la inclusión de 1 a 2% de calcio, con el fin de crear jabones insolubles de ácidos grasos, mantener el pH en rangos de 6 - 7 y la solubilidad en el duodeno a un pH de 2 - 4 (Jenkins 2004).

Gómez y Fernández (2002), aseguran que las grasas pasantes existentes en el comercio derivan en su mayoría de los AG principalmente de origen vegetal como la palma de aceite, por su perfil de ácidos grasos y sus puntos de fusión que se encuentran entre 38 y 39°C, su composición es del 9% de calcio y un promedio de lípidos del 84% (40% AGI, oleico 9.5%, saturados 1.5%, 44% palmítico y 5% esteárico).

9. Suplementación de grasa en la función reproductiva

Al suplementar con grasas pasantes en la ración de las vacas se adiciona una gran cantidad de AG poliinsaturados, lo cual genera un aporte energético valioso, además benefician al organismo en la función hormonal y favorecen al sistema inmunológico. Por otro lado, disminuye el BEN durante el primer tercio de la lactancia, produce aumento en la síntesis de la hormona luteinizante (LH) y la hormona folículo estimulante (FSH), favoreciendo la ovulación y el crecimiento de los folículos (Díaz 2009).

Dependiendo de la variedad de AG que se encuentran en la grasa proporcionada, se consigue incrementar notablemente los niveles de colesterol HDL (High density of lipoproteins), los efectos se ven reflejados a nivel uterino y ovárico, además modula la producción de prostaglandinas (PGF₂α), aumenta los niveles de progesterona (P₄), adicionalmente es preciso incluir en la dieta ácidos grasos poliinsaturados (linoleico, linolénico) que no puedan ser sintetizados por los tejidos del animal (Jenkins, 2004).

En la figura 5 se observa como los ácidos grasos en la dieta inhiben las hormonas directamente en el útero, creando regresión en el cuerpo lúteo, contrarrestando la acción hormonal de la progesterona y LH.

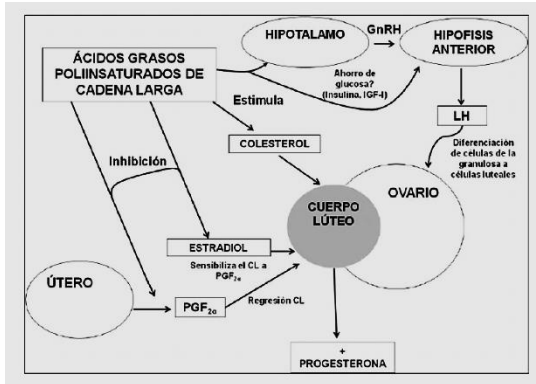


Figura 5. AG Poliinsaturados en la dieta del rumiante y su comportamiento en la reproducción (Adaptado de Staples 1998).

Por otra parte, al presentarse una mayor absorción de AG en el intestino del rumiante los ácidos llegan más eficientemente al sistema reproductivo, incidiendo así en el crecimiento de los folículos posterior al parto, además aumenta los niveles de progesterona y durante la fase lútea se presenta mayor tamaño del folículo ovulatorio (Ortega, 2012)

10. Elaboración de las grasas pasantes

Para la elaboración de las grasas hidrogenadas es preciso saturar debidamente los dobles enlaces con átomos de hidrogeno, esto aumenta su punto de fusión con el fin de hacerlas insolubles, así, por ser grasas parcialmente saturadas la digestibilidad en el duodeno disminuye, por esta razón el suministro en las dietas de las vacas lecheras debe ser más baja (Mateos 2006).

Salvador (2009), indica que la saponificación es un método por el

cual se obtiene una sal cálcica, los AGL se acoplan con iones de calcio creando un jabón, en la porción del abomaso poseen un pH entre 2 a 2.5, esto le da la cualidad de descomponerse, liberando las partículas de AG y calcio para luego ser asimilados intestinalmente.

Bombón (2014), afirma que el proceso de saponificación se produce mediante la hidrólisis alcalina de glicéridos, que origina sales de ácidos carboxílicos glicerol y jabón. Como se observa en la figura 6, la grasa es saponificada con hidróxido de sodio, los niveles de hidróxido tienen que ser adecuados con el fin de no perjudicar la mezcla y por ende el resultado.

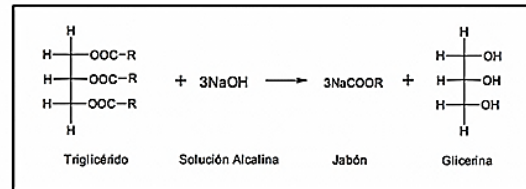


Figura 6. Reacción de saponificación (Bombón, 2014)

En la tabla 1 se presentan los valores particulares de la relación de saponificación para grasas y aceites comunes (Codony 2010).

índices de saponificación en el caso

Materia Prima	Índice de saponificación
Oliva	184 - 196
Soya	188 - 195
Girasol	188 - 193
Cacahuete	186 - 196
Colza	170 - 180
Maíz	187 - 193
Cacao	192 - 200
Coco	250 - 254
Palma	195 - 205
Sebo	192 - 198
Manteca	190 - 202
Sardina	185 - 184

Tabla 1. Valores específicos de los

de grasas comunes y aceites
(Codony 2010)

Pérez (2007), sugiere un procedimiento para fabricar jabones cálcicos por el método de saponificación de aceites o grasas naturales con calcio, por medio de calentamiento y exposición a presión reducida, a través de este procedimiento se puede obtener jabones cálcicos que pueden llegar a contener una concentración de ácidos grasos superiores al 80%.

Conclusiones

La grasa pasante es un recurso alimenticio con amplia demanda, que por poseer gran cantidad de AG Omega-6, Omega-3, influye sobre la producción de leche y en la reproducción de los rumiantes, especialmente en vacas que producen altos volúmenes lácteos.

Las grasas pasantes garantizan la deposición de ácidos grasos insaturados en el intestino que van a pasar a la sangre favoreciendo la producción de LH y FSH, hormonas relacionadas con el desarrollo de los folículos, para luego generar la liberación de los óvulos.

El metabolismo de las grasas en el rumen deriva del total de ácidos grasos ingeridos por el animal y se recomienda suministrar dosis entre 100 y 400 g/ vaca/día.

Para obtener productos de origen animal (carne, leche) de calidad, el ganadero debe considerar y evaluar el componente nutricional de su explotación, siendo este parámetro de gran importancia ya que los animales

necesitan suplir sus requerimientos nutricionales para el mantenimiento de sus funciones fisiológicas/metabólicas (reproducción, producción, metabolismo basal). Uno de los nutrientes de poca disponibilidad en los alimentos es la energía, por esto es una buena alternativa es su adecuado suministro y su disponibilidad en el comercio. Finalmente, las grasas pasantes contrarrestan las deficiencias energéticas, sobre todo en el ganado lechero.

Referencias

- Álvarez JL. 2001 Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico. En: Universidad de Antioquia, 2nd ed. Medellín.
- Álvaro Galeano 2010. Diccionario ilustrado de términos médicos.
- Bombón, n.a. 2014. Diseño de una planta de saponificación para el aprovechamiento del aceite vegetal de desecho. (Proyecto de grado Ingeniería Química). Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
- Cardoso F. 2008 Indicadores hematológicos, bioquímicos e ruminales no diagnóstico do deslocamento de abomaso à esquerda em vacas leiteiras do Sul do Brasil. Pesq agropec bras; 43:141-147.
- Castillo V., Olivera A., Carulla F. (2013). Descripción del mecanismo bioquímico de la biohidrogenación en el rumen

- de ácidos grasos poliinsaturados: una revisión. *Rev. U.D.CA Act. & Div. Cient.* 16(2): 459-468.
- Charlotte W. Pratt. and Kathleen Cornely. 2012. *Bioquímica*. pp 461.
- Chilliard, Y. and Ferlay, A. 2004. Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties. *Reprod Nutr Dev*, 44: 467-492.
- Codony, r.; guardiola, f.; bou, r.; tres, a. 2010. Valoración analítica y nutricional de las grasas. XXVI curso de especialización FEDNA. Madrid. [Consultado 25 de mayo de 2015]. Disponible en: URL: http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/53-10CAP_VII.pdf.
- Corbellini C, Pergamino P. (2000) Influencia de la nutrición en las enfermedades de la producción de las vacas lecheras en transición. Proyecto Lechero. EEA Pergamino Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina.
- Díaz, T. 2009. Aspectos de la Fisiología Reproductiva de la Hembra Brahman. Trabajo de ascenso. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. pp. 93.
- Duque, m.; noguera, r.r.; gallo, j.; olivera, m. 2013. Efecto de la suplementación con grasa protegida conteniendo ácidos omegas 6 y 3 sobre el perfil de ácidos grasos de la leche de vaca Holstein. *Livestock Research for Rural of Development* 25(4):12-28.
- Duque, m.; noguera, r.r.; gallo, j.; olivera, m. 2013. Efecto de la suplementación con grasa protegida conteniendo ácidos omegas 6 y 3 sobre el perfil de ácidos grasos de la leche de vaca Holstein. *Livestock Research for Rural of Development* 25(4):12-28.
- Duque, M.; Olivera, M. y Rosero, R. (2011). Metabolismo energético en vacas durante la lactancia temprana y el efecto de la suplementación con grasa protegida. *Rev Colomb Cienc Pecu*, 24: 74-82.
- Duske, K., Hammon, H., Langhof, A., Bellmann, O., Losand, B., Nürnberg, K. y Metges, C. (2009). Metabolism and lactation performance in dairy cows fed a diet containing rumen-protected fat during the last twelve weeks of gestation. *Journal of dairy science*, 92(4), 1670-1684.

- Fahy, E., Subramaniam, S., Brown, H. A., Glass, C. K., Merrill, A. H., Murphy, R. C., Raetz, C. R. H., Russell, D. W., Seyama, Y., Shaw, W., Shimizu, T., Spener, F., van Meer, G., VanNieuwenhze, M. S., White, S. H., Witztum, J. L., & Dennis, E. A. (2005). A comprehensive classification system for lipids. *Journal of Lipid Research*, 46(5), 839-861.
- Fahy, E., Subramaniam, S., Murphy, R. C., Nishijima, M., Raetz, C. R. H., Shimizu, T., Spener, F., van Meer, G., Wakelam, M. J. O., & Dennis, E. A. (2009). Update of the LIPID MAPS comprehensive classification system for lipids. *Journal of Lipid Research*, 50, S9-S14.
- Feduchi, Blasco, Romero, Yáñez. 2010. *Bioquímica. Conceptos esenciales* Editorial Médica Panamericana.
- Gangliostro, g.a.; schoeder, g.f. 2007. Efectos de la suplementación con sales cálcicas de ácidos grasos insaturados sobre la digestión ruminal en vacas lecheras en pastoreo. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 15 (3):88 - 99.
- González HD, Wittwer F, Contreras PA. 2000 metabólico em ruminantes. seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Grande PA and Tadeu G. 2008; [Noviembre 2009] O uso do per• I metabólico na nutrição de vacas leiteras. Núcleo Pluridisciplinar de Pesquisa e Estudo da cadeia Produtiva
- Hassim, H.; Lourenço, M.; Goel, G.; Vlaeminck, B.; Goh, Y.; Fievez, V. (2010). Effect of different inclusion levels of oil palm fronds on in vitro rumen fermentation pattern, fattyacid metabolism and apparent biohydrogenation of linoleic and linolenic acid. *Anim Feed Sci. Technol.* 162:155-158.
- Hernandez,R y Thais,2011. Las grasas sobrepasantes y su efecto sobre la actividad productiva y reproductiva en rumiantes, Publicado en: *Innovacion & Tecnologia en la Ganaderia Doble Propósito*, de la Fundación GIRARZ, C. N. Madrid-Bury y E. Soto Beloso (eds). Ediciones Astro Data S.A. Capitulo XXXIII. Pp: 333-343.. ISBN 978-980-6863-10-1
- Houten, S.M. and Wanders, R.J. 2010. A general introduction to the biochemistry of mitochondrial fatty acid beta-oxidation. *J Inherit Metab Dis*, 33: 469-477.

- Insuasti, A. S. G., Salcedo, Granja, Y. T., Castagnino, P. S., Vieira, B. R., Malheiros, E. B., Berchielli, T.T. (2014) The effect of lipid sources on intake, rumen fermentation parameters and microbial protein synthesis in Nellore steers supplemented with glycerol. *Animal Production Science* 54, 1871-1876. <https://doi.org/10.1071/AN14394>
- Jenkis, T. (2004) Challenges of meeting cow demands for omega fatty acids Florida Ruminant Nutrition Symposium. Argentina.
- Mateos, g.g.; rebollar, p.g.; medel. p. 1996. Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal: Grasas puras y mezclas. XII Curso de especialización FEDNA. Madrid Disponible en: URL: <http://www.fagro.edu.uy/~nutanimal/96capitulo1.pdf>.
- Mattos, R Staples, C.R and Thatcher, W.W. 2000. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Reviews of Reproduction*.5:38-45
- Méndez, M. T. 2013. Desempeño productivo y análisis económico de vacas lecheras primíparas suplementadas con grasa sobrepasante en una ración totalmente mezclada. (Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo).
- Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras.
- Nafikov, R.A. and Beitz, D.C. 2007. Carbohydrate and lipid metabolism in farm animals. *J Nutr*,137: 702-705.
- Nguyen P, Leray V, Diez M, Serisier S, Bloc.h J, Siliart B, Dumon H. 2008 Liver lipid metabolism. *J Anim Physiol Anim Nutr*; 92:272-283
- Pérez, E. (2007). Procedimientos de fabricación de jabones cálcicos para la alimentación animal. Patents. [Consultado 26 de mayo de 2015]. Disponible en: URL: <http://www.google.com/patents/WO2007077266A1?cl=es>
- Relling A, Mattioli G. (2003) Fisiología Digestiva y Metabólica de los Rumiantes. Fac. Ciencias Veterinarias. Argentina: Universidad Nacional de La Plata.
- Rivera, C y Garcia, F.2007. Enzimas lipoíticas y su aplicación en la industria del aceite. Centro de investigaciones Biológicas del Noreste, A.P.128, la paz Baja California Sur, Mexico. Vol 11 (2): 37-43.
- Salvador, a.; alvarado, c.; contreras, i.; betancourt, r.; gallo, j.; caigua, a. 2009. Efecto de la alimentación con grasa sobrepasante sobre la producción y composición de

- leche de cabra en condiciones tropicales. *Zootecnia tropical* 27 (3):85–298.
- Salvador, Alejandro, Rolando Hernández, Thais Díaz, and Ricardo Betancourt. (2011) "respuesta productiva y reproductiva al uso de la grasa sobrepasante con altos niveles de ácidos grasos poli-insaturados en rumiantes." Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela; 19 pp.
- Sanz, m. r.; pérez, l.; martín, j.j.; amigo, l.; boza, j. 2002. Effects of concentrates with different contents of protected fat rich in PUFAs on the performance lactating Granadina goats: Part II. Milk production and composition. *Small Ruminant Research*. 43 (2):141–148.
- Staples, C.R., Burke, J.M. and Thatcher, W.W. 1998. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. *Journal of Dairy Science*. 81:856-871.
- Toral, P., Hervás, G. y Frutos, P. (2013). ¿Qué es la nutrigenómica? Un ejemplo sobre la regulación del perfil lipídico de la leche. *Albéitar: publicación veterinaria independiente*, (163), 48-49.
- Wattiaux, Michel. (1999). Metabolismo de carbohidratos en vacas lecheras En *Nutrición y alimentación*. (Citado: 10/10/2011).
- Zarate, M., Vinay V., Carballo, O., Hernández, H., y Amezcua, M. (2011). Efecto de la alimentación con grasas protegidas en vacas de doble propósito. *Agronomía mesoamericana*. México, 22(2), 359-366.