



## LOS ÁCIDOS GRASOS OMEGA ( $\omega$ ) EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES

**Rolando Hernández<sup>1</sup>, Thaís Díaz<sup>2</sup> y Ricardo Betancourt<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Cátedra de Nutrición Animal. <sup>2</sup>Instituto de Reproducción Animal "Dr. Abraham Hernández Prado". Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela

[rolandohernandez78@hotmail.com](mailto:rolandohernandez78@hotmail.com)

XII Jornadas de Actualización en Medicina y Producción de Rumiantes de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UCV, Julio 2011.

Los sistemas de producción con rumiantes en nuestro país, se desarrollan en su mayoría bajo condiciones de suelos pobres, con dos épocas climáticas bien diferenciadas por el exceso y déficit hídrico. Esto resulta en deficiencias marcadas en la cantidad y calidad del forraje disponible para nuestros vacunos, traducándose en indicadores productivos. Este déficit nutricional afecta marcadamente de una manera indirecta los indicadores reproductivos. Bajo estas condiciones es común encontrar valores de eficiencia reproductiva no mayores al 40-45%, tasas de preñez en vacas de primera lactancia del 30%, el anestro postparto mayor a los 150 d, y una mortalidad embrionaria temprana en vacas lactantes que está alrededor de 30%.

Adicionalmente, la vaca lactante (de leche, carne y doble propósito) durante el postparto temprano, presenta un desfase entre la cantidad de energía que requiere y el consumo de la misma, traducándose en que al momento de máximos requerimientos, la vaca no logra cubrir sus exigencias nutricionales, lo que provoca la movilización masiva de sus reservas corporales, particularmente energía, generando un estado conocido como el Balance Energético Negativo (BEN), lo que puede traer efectos deletéreos sobre la producción de leche, la salud y el desempeño reproductivo.

Una manera práctica de controlar este BEN es incrementando el consumo por parte de los animales y/o aumentar la concentración energética del alimento consumido. Así, diversas tecnologías alimenticias han sido desarrolladas con este fin: bancos de energía, cultivos estratégicos como la caña de azúcar, dietas líquidas con altos niveles de energía, bloques multi-nutricionales y suplementación energética con grasa sobrepasante. Incrementar el contenido de grasa en la ración es una manera de disminuir el BEN, ya que las grasas poseen el doble de energía que los azúcares; sin embargo, existen limitaciones en su utilización, particularmente si la grasa no es sobrepasante.

Si ésta es rica en ácidos grasos poli-insaturados (linoleico, linolénico, docosahexanoico [DHA], eicosapentanoico [EPA]), la grasa sobrepasante no solo da un aporte energético, sino que permite incorporar los efectos benéficos que estos ácidos grasos tienen sobre el organismo animal y en la respuesta productiva y reproductiva. Adicionalmente, se puede tener un efecto nutracéutico, es decir, producir carne y leche con altos niveles de estos ácidos grasos, los cuales pueden tener un efecto benéfico sobre la salud humana.

## **LAS GRASAS Y LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES**

Las grasas forman parte de un grupo de moléculas orgánicas llamadas lípidos, los cuales cumplen muchas funciones en el organismo animal, que van desde funciones estructurales (formando parte de las membranas celulares), funciones hormonales (algunas hormonas son de naturaleza lipídica: estradiol, progesterona, testosterona, entre otras) y hasta funciones inmunológicas. Algunas vitaminas (A, D, E y K) son de naturaleza lipídica.

Los ácidos grasos linoleico y linolénico (Omega 6 y Omega 3, respectivamente) no pueden ser sintetizados por los tejidos animales, por lo tanto deben ser incorporados en la dieta (Jenkins, 2004). Estos dos ácidos grasos (AG) son conocidos como esenciales en la alimentación animal, debido a que son requeridos para múltiples procesos metabólicos. Los ácidos grasos Omega pertenecen a una de las tres familias Omega:  $\omega$ -9,  $\omega$ -6 y  $\omega$ -3 (Cuadro 1). Cada familia tiene un ácido graso parental, que puede ser convertido en otros ácidos biológicamente activos dentro de la misma familia ( $\omega$ ). Así, para la familia  $\omega$ -9 el ácido parental es el oleico, para la  $\omega$ -6 es el linoleico y para la omega-3 es el ácido linolénico.

Los forrajes tropicales son relativamente bajos en su contenido de lípidos. Al respecto, Palmquist (1996) menciona que la concentración de ácidos grasos en los forrajes rara vez supera el 1,5% de la materia seca de la dieta. Los rumiantes en general, pueden ser suplementados con grasas o aceites como fuentes de lípidos, ambos contienen ácidos grasos pero se diferencian en su forma de presentación a temperatura ambiente. Las grasas son lípidos sólidos mientras que los aceites son líquidos.

Tanto en las grasas como en los aceites se pueden encontrar triglicéridos. Las grasas son comunes en los lípidos de origen animal, mientras que los aceites son comunes en las fuentes vegetales, tales como las semillas de oleaginosas (soya, algodón, ajonjolí, girasol, cártamo, etc.), en cereales como el maíz y en otras plantas como la palma africana (Staples *et al.*, 1998). Los vegetales generalmente son ricos en ácidos grasos poliinsaturados, mientras que las grasas de origen animal contienen principalmente AG saturados y monoinsaturados (C 18:1). Sin embargo, la proporción de saturados/insaturados en los lípidos de origen animal puede variar, dependiendo de la dieta (Staples *et al.*, 1998).

La composición, en ácidos grasos, de estos materiales varía ampliamente. Sin embargo, el ácido linoleico predomina en las semillas de oleaginosas y sus productos (soya, algodón, etc.), mientras que en los forrajes el principal ácido graso es el linolénico (Williams y Stanko, 1999).

Las grasas y aceites poseen limitaciones al momento de ser incorporadas en la alimentación de los rumiantes, se ha reportado que niveles mayores al 5% de la materia seca producen una disminución del consumo. Al respecto Jenkins (1993) y Palmquist (1996) mencionan algunas de las posibles maneras de cómo las grasas pueden reducir el consumo:

- Menor utilización de la fracción fibrosa por parte de los microorganismos del rumen, lo cual se atribuye entre otros factores, a la formación de una película de grasa que aísla la superficie de la fibra, previniendo de esta manera el ataque enzimático y bacteriano y perturbando por ende, el proceso fermentativo en el rumen.
- Disminución de la actividad microbiana por adsorción de la grasa a la superficie de la membrana bacteriana.
- Eventual formación de jabones cálcicos o magnésicos en el rumen, que disminuyen la disponibilidad de minerales esenciales para la actividad fermentativa del rumen.
- Eliminación de una fracción de la población microbiana por posibles efectos tóxicos de algunos ácidos grasos poli-insaturados, especialmente sobre las bacterias celulolíticas.

En el caso particular de los ácidos grasos insaturados, una vez libres en el rumen, sufren un proceso de hidrogenación masiva conocido como biohidrogenación (Jenkins, 1993), el cual consiste en la incorporación de átomos de hidrógeno en los dobles enlaces, transformando así los ácidos grasos insaturados en saturados. Adicionalmente, en este proceso se obtienen varios isómeros *trans*, de los cuales el más importante es el ácido linoleico conjugado (CLA), al cual se le han descrito propiedades anticancerígenas (Palmquist, 1996).

El principal resultado de la biohidrogenación es la producción de ácido esteárico (C 18:0) y ácido palmítico (C 16:0), dependiendo si los ácidos grasos insaturados son de 18 ó 16 átomos de carbono, respectivamente (Staples *et al.*, 1998). Sin embargo, no todos los ácidos grasos insaturados sufren el proceso de biohidrogenación. El ácido eicosapentanoico (C 20:5) y docosahexanoico (C 22:6) sufren muy poca hidrogenación en el rumen (Mattos *et al.*, 2000). Estos dos ácidos grasos se encuentran comúnmente en el aceite y la harina de pescado.

Cuando utilizamos una fuente de grasa, no protegida o no sobrepasante, con altos niveles de AG poli-insaturados, la mayoría se pierde debido a la biohidrogenación, lo que es particularmente importante en el caso de los AG  $\omega$ -6 y  $\omega$ -3, los cuales son considerados esenciales desde el punto de vista dietético y tienen importantes funciones hormonales, metabólicas, inmunológicas y reproductivas (Hernández, 2010). A este tipo de grasas susceptibles a interactuar en el rumen, se les conoce como grasas activas y su utilización es limitada. Con el avance nuevas tecnologías, se han generado grasas modificadas químicamente que permiten su utilización en mayores niveles y con una menor interacción a nivel ruminal, lo que reduce los efectos deletéreos de los lípidos sobre la actividad del rumen. Este tipo de grasas son conocidas como “grasas sobrepasantes”, grasas inertes, *by-pass*, o grasas protegidas. Al respecto, Jenkins (2004) define las grasas inertes como aquellas grasas que han sido diseñadas específicamente para tener muy poca, o ningún efecto negativo sobre la digestibilidad de los alimentos en rumiantes. A

menudo, las grasas sobrepasantes son sales de calcio carboxiladas (jabones cálcicos), ácidos grasos saturados o grasas hidrogenadas.

La utilización de los jabones cálcicos permite la incorporación de un mayor nivel de ácidos grasos insaturados en la dieta de rumiantes. Esto es particularmente importante en el caso de los ácidos grasos esenciales ( $\omega$ -6 y  $\omega$ -3) los cuales no solo aportan un efecto energético *per se*, sino que pueden tener efectos específicos sobre el metabolismo de tejidos y órganos (Staples *et al.*, 1998). Generalmente el punto de fusión de las grasas *by-pass*, está por encima de 100 °C y la solubilidad se presenta a niveles de pH por debajo de 5,5. Estos valores de temperatura y de pH no se producen en el rumen. Sin embargo, a nivel del abomaso y primera porción del duodeno los niveles de pH son mucho menores. Esto permite la disociación de la sal carboxilada, dejando disponibles los ácidos grasos para su absorción.

### **ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES: OMEGA ( $\omega$ ) 6 Y OMEGA ( $\omega$ ) 3**

Al igual que otros nutrientes, ciertos ácidos grasos son esenciales, es decir no son sintetizados por los mamíferos, debiendo ser provistos en la dieta. En 1929, George Burr y su esposa fueron los primeros en descubrir la esencialidad de los ácidos grasos en ratas (Burr y Burr, 1929), observando que ratas en crecimiento, alimentadas con dietas bajas en grasa, detenían su desarrollo, presentaban problemas de salud y tenían ovulaciones irregulares, efectos que fueron revertidos después del suministro de fuentes de grasa ricas en ácidos grasos poli-insaturados, pertenecientes a las familias  $\omega$ 6 (Omega 6, C18:2, ácido linoleico) y  $\omega$ 3 (Omega 3, C18:3, ácido linolénico; Burr y Burr, 1930). Estos hallazgos sirvieron de base para establecer el concepto de ácidos grasos esenciales (AGE), comprendiéndose posteriormente que estos ácidos grasos no podían ser sintetizados por las células de los mamíferos, debido a la ausencia de enzimas desaturasas, más allá del noveno átomo de carbono en la cadena acil.

Debido a la esencialidad y al papel específico de ciertos ácidos grasos en el proceso reproductivo, es posible plantear la hipótesis que la reproducción en el ganado bovino puede ser influenciada y manipulada por el tipo de grasa suministrada, más que por el suministro de grasa *per se*, (Staples *et al.*, 1998). Esto es particularmente importante, y representa un gran desafío, en virtud que el metabolismo del rumen genera una extensa biohidrogenación de origen microbiano a las grasas dietéticas, particularmente a las no inertes o activas, limitando de esta manera el suministro dietético de ácidos grasos poli-insaturados, que puedan estar disponibles para ser absorbidos en el intestino delgado, dando paso entonces a la necesidad de proveer estos sustratos a través de grasas sobrepasantes.

### **RESPUESTAS PRODUCTIVAS Y REPRODUCTIVAS**

Cuando se suplementa con grasa sobrepasante se puede incorporar mayor cantidad de ácidos grasos poli-insaturados (AGPI) en la dieta, lo que genera no solo un aporte energético, sino también, efectos no energéticos beneficiosos relacionados con el impacto que tienen estos AG sobre el metabolismo, la respuesta hormonal e inmunológica. El efecto energético está relacionado con la mayor cantidad de energía que aportan los lípidos, lo que contribuye a disminuir el BEN en el periodo postparto temprano, lo que se traduce en una mayor producción de hormona luteinizante (LH) y

de la hormona folículo estimulante (FSH) por la hipófisis, generando un mayor crecimiento y desarrollo folicular y favoreciendo la ovulación (Díaz *et al.*, 2009).

Los efectos no energéticos están asociados al tipo de AG presentes en la grasa suministrada, estos efectos tienen que ver con el incremento de los niveles de colesterol (particularmente la fracción HDL o “colesterol bueno”), efectos directos a nivel ovárico y uterino, incrementando los niveles de progesterona (P<sub>4</sub>) y modulando la producción de prostaglandinas (en particular PGF<sub>2α</sub>), respectivamente. Además, se describen efectos directos sobre hormonas y factores de crecimiento involucrados con la actividad reproductiva y productiva (insulina, IGF-I, entre otros). La mayoría de estos efectos no energéticos se ven favorecidos cuando se utilizan AG poli-insaturados ( $\omega$ -6 y  $\omega$ -3).

Adicionalmente, al suplementar con grasa con altos niveles de AGPI se puede generar una respuesta favorable en cuanto a la producción de leche, composición de la misma y una mejora en el perfil de ácidos grasos que la componen. En particular, se aumentan los niveles de ácido linoleico conjugado (ALC), al cual se le han descrito propiedades anticancerígenas, antidiabetogénicas, previniendo la formación de ateromas, potenciando la respuesta inmune y mejorando la mineralización ósea (Angulo *et al.*, 2005). Así mismo, se puede incrementar los niveles de ácidos grasos esenciales ( $\omega$ -6 y  $\omega$ -3) *en la leche*, lo que puede propiciar que la leche (vaca o cabra) sea utilizada como un alimento nutracéutico.

Las experiencias en nuestro país utilizando grasa sobrepasante son prometedoras, bien sea utilizando la grasa sola, o en bloques multinutricionales enriquecidos con grasa sobrepasante. Los parámetros reproductivos en vacas de carne de primer parto han mejorado con respecto a los valores nacionales, obteniéndose tasas de preñez que oscilan entre 50 y 90% en vacas de carne de primera lactancia, que han sido suplementadas con bloques multinutricionales que contienen grasa sobrepasante, con altos niveles de ácidos grasos poli-insaturados, en condiciones de sabanas bien drenadas, siendo esto una prueba del potencial de esta tecnología alimenticia, para mejorar la productividad de nuestros rebaños.

Aun en condiciones donde la disponibilidad de forrajes y la calidad no son limitantes, las grasas sobrepasantes han demostrado un efecto benéfico sobre el número de folículos clase 3 ( $\geq 10$  mm), lo que se traduce en una mayor oportunidad de ovulación, y por lo tanto de mejorar la tasa de preñez (Hernández *et al.*, 2010). Aunque la grasa sobrepasante no es la solución a todos los problemas de nuestras explotaciones bovinas, sin duda, es un recurso alimenticio de gran potencial y permite la incorporación de los efectos benéficos que los ácidos grasos esenciales,  $\omega$ -6 y  $\omega$ -3, pueden tener sobre la actividad reproductiva de la vaca durante el postparto temprano.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

La suplementación con grasa sobrepasante con altos niveles de AGPI, debería iniciarse con suficiente antelación al parto, para favorecer las reservas energéticas del animal (condición corporal) y mantenerse durante el postparto temprano, de manera de disminuir los efectos negativos que tiene el BEN sobre la producción y reproducción en los rumiantes. Díaz *et al.* (2009) recomiendan que la suplementación

con este tipo de grasa, debería iniciarse entre 21 a 40 días previos al parto, en dosis que van entre 100 y 400 g/vaca/día, según se suplemente vacas en sistemas de cría o de doble propósito y lechería especializada, respectivamente. El tiempo que se mantendrá dicha suplementación durante el postparto, varía según las condiciones de la explotación, la dieta basal, el nivel de producción, tipo de animal, etc., pero en general se recomienda mantenerla durante 90 días luego del parto, período durante el cual los requerimientos de las vacas son más elevados debido a que alcanzan el punto máximo de producción de leche.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Angulo, J., L. Machecha, C. Giraldo y M. Olivera. 2005. Prostaglandinas y grasa de la leche: síntesis a partir de ácidos grasos poliinsaturados, en bovinos. En: M. Pabón y J. Ossa (Eds.) Bioquímica, Nutrición y Alimentación de la Vaca. Fondo Editorial Biogénesis. pp. 111-135. Medellín, Colombia.

Burr, G. O. and M. M. Burr. 1929. A new deficiency disease produced by the rigid exclusion of fat from the diet. *Journal of Biological Chemistry* 82:345-367.

Burr, G. O. and M. M. Burr. 1930. The nature and role of the fatty acids essential in nutrition. *Journal of Biological Chemistry*, 86:587-621.

Díaz, T., R. Betancourt, R. Hernández y J. Gallo. 2009. El efecto de las grasas omega 3 y omega 6 sobre la reproducción de vacas de primera lactancia pastoreando en los llanos venezolanos. En: E. Chacón y F. Espinoza (Eds). *Memorias III Simposium Sobre Recursos y Tecnologías Alimentarias Apropriadadas para la Producción Bovina a Pastoreo en Condiciones Tropicales*. Pasteurizadora Táchira C.A. (PASTCA). San Cristóbal. Pp. 1-28 CD-ROM.

Hernández, R. 2010. Efectos de la suplementación con grasa sobrepasante sobre parámetros productivos y reproductivos en vacas Brahman de primer parto a pastoreo. Trabajo de ascenso. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. pp. 97.

Hernández, R., T. Díaz y R. Betancourt. 2010. El uso de grasa sobrepasante con altos niveles de ácidos grasos poli-insaturados en la respuesta productiva y reproductiva de rumiantes. En: *Memorias I Jornadas de Actualización en Nutrición de Rumiantes*. Universidad de los Andes. Mérida. CD-ROM.

Jenkins, T. 2004. Challenges of meeting cow demands for omega fatty acids. *Florida Ruminant Nutrition Symposium*. En: <http://dairy.ifas.ufl.edu/files/rns/2004/Jenkins.pdf>

Jenkins, T. 1993. Lipid metabolism in the rumen. *Journal of Animal Science*. 76: 3851-3863.

Mattos, R., C.R. Staples and W.W. Thatcher. 2000. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Reviews of Reproduction*. 5:38-45.

Palmquist, D.L. 1996. Utilización de lípidos en dietas de rumiantes. En: <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/96capituloIII.pdf>

Staples, C.R., J.M. Burke and W.W. Thatcher. 1998. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. *Journal of Dairy Science*. 81:856-871.

Williams, G.L. and R.L. Stanko. 1999. Dietary fats as reproductive nutraceuticals in beef cattle. *Proceedings of the American Society of Animal Science*. Pp. 12