

## Capítulo XXXIII

### **Las grasas sobrepasantes y su efecto sobre la actividad productiva y reproductiva en rumiantes**

**Rolando Hernández**  
**Thaís Díaz**

---

El éxito de los sistemas de producción de carne y de leche con bovinos depende, en gran medida, de un desempeño reproductivo eficiente del rebaño. En este contexto, el componente nutricional es uno de los factores que más impacto tiene sobre la ganadería tropical. Los sistemas de producción en Latinoamérica, 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 los 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%, con anestro postparto mayor a los 150 d, y una mortalidad embrionaria temprana en vacas lactantes que está alrededor de 30%.

Adicionalmente, la vaca lactante durante el postparto temprano, presenta un desfase entre la cantidad de energía que consume y la que requiere, lo que da como resultado que al momento de máximos requerimientos, la vaca no logra cubrir sus exigencias nutricionales. Esto provoca la movilización masiva de sus reservas corporales, particularmente energía, generando un estado conocido como el Balance Energético Negativo (BEN). Esta situación, de persistir por períodos prolongados puede traer efectos deletéreos sobre la producción de leche, la salud y el desempeño reproductivo.

En épocas recientes, se ha hecho énfasis en la utilización de la grasa sobrepasante como una estrategia alimenticia para disminuir estos problemas. La alimentación de grasas inertes permite su utilización en una mayor proporción, sin tener los efectos detrimentales de las grasas activas. En caso que la grasa sobrepasante sea elaborada con fuentes ricas en ácidos grasos poliinsaturados permitirá la incorporación de ácidos grasos esenciales, los cuales aportan efectos no energéticos, beneficiosos y de gran importancia para la producción de leche, la reproducción y hasta efectos nutraceuticos que podrían ayudar a mejorar la salud humana.

## LAS GRASAS EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES

Las grasas son importantes en la alimentación de los rumiantes por su alto contenido energético. Así, la combustión completa de un gramo de grasa produce alrededor de 9,45 Kcal de energía neta, mientras que un carbohidrato típico genera alrededor de 4,4 Kcal. Por ello es que los lípidos en general aportan 2,25 veces más energía que las fuentes tradicionales de la misma. Pero no solo es importante considerar el aporte energético de las grasas en la dieta, sino también por las vitaminas liposolubles y los ácidos grasos esenciales que aportan. Las grasas forman parte de un grupo de moléculas orgánicas llamadas lípidos, las cuales cumplen muchas funciones en el organismo animal, que van desde funciones estructurales (formando parte de las membranas celulares), precursores hormonales (algunas hormonas son de naturaleza lipídica: estradiol, progesterona, testosterona, entre otras) y hasta funciones inmunológicas. Asimismo, algunas vitaminas (A, D, E y K) son de naturaleza lipídica.

Los ácidos grasos linoleico y linoléico (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 linoléico:

**Cuadro 1**  
**Ácidos grasos parentales y principales metabolitos dentro de cada familia omega ( $\omega$ ). (Adaptado de Jenkins, 2004)**

Designación de la familia	Ácido graso parental	Metabolito Principal
$\omega$ - 9	C 18:1 $\omega$ -9; Ácido oleico	C 20:3 $\omega$ -9; ácido eicosatrienoico
$\omega$ - 6	C 18: 2 $\omega$ -6; Ácido linoleico	C 20:4 $\omega$ -6, ácido araquidónico
$\omega$ - 3	C 18:3 $\omega$ -3; Ácido linoléico	C 20:5 $\omega$ -3, ácido eicosapentanoico C 22:6 $\omega$ -3, ácido docosahexanoico

Los forrajes tropicales son relativamente bajos en su contenido de lípidos; rara vez superan el 1,5% de la materia seca. Tanto los aceites como las grasas, pertenecen al grupo de los lípidos; la diferencia consiste en que los primeros son líquidos a temperatura ambiente, mientras que las grasas son sólidas. Asimismo, las grasas generalmente son de origen animal (sebos), mientras que la mayoría de los aceites son de origen vegetal (excepto el aceite de pescado). Las grasas poseen altos niveles de ácidos grasos saturados, mientras que los aceites contienen una mayor cantidad de AG poli-insaturados.

Las grasas y aceites poseen limitaciones al momento de ser incorporados en la alimentación de los rumiantes. En este sentido, se ha reportado que niveles > 5% de la

materia seca producen disminución del consumo de materia seca (MS). Jenkins (1993) y Palmquist (1996) mencionan algunas de las posibles maneras de cómo las grasas pueden reducir el consumo de MS:

- 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, por lo que se afecta 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.

Las grasas y aceites generan una reducción del crecimiento microbiano ruminal. Esto se traduce en una alteración en la producción de ácidos grasos volátiles en el rumen, con consecuencias negativas sobre la relación acético:propiónico y disminución en la cantidad de acético disponible para la producción de grasa láctea. 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. Así, AG insaturados como el oleico (C18:1), linoleico (C18:2,  $\omega$ -6) y linolénico (C18:3,  $\omega$ -3), son transformados en el AG esteárico (C18:0). Los ácidos eicosapentanoico (C20:5,  $\omega$ -3) y docosahexanoico (C22:6,  $\omega$ -3) 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 se utiliza 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, con funciones hormonales, metabólicas, inmunológicas y reproductivas. A este tipo de grasas susceptibles a interactuar en el rumen, se les conoce como grasas activas y su utilización es limitada. Nuevas tecnologías han generado grasas modificadas químicamente, que permiten su utilización en mayores niveles y con una menor interacción a nivel ruminal, reduciendo los efectos deletéreos de los lípidos sobre la actividad microbiana 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 que han sido diseñadas específicamente para tener muy poco, 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 impor-

tante 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 encuentran normalmente en el rumen. Sin embargo, a nivel del abomaso y de la 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. Con base en lo anterior, se puede concluir que la suplementación de rumiantes con grasas sobrepasantes genera un incremento en la disponibilidad de ácidos grasos insaturados a nivel intestinal, y por lo tanto, se puede incrementar la absorción de los mismos y su incorporación a los tejidos.

## 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 durante el periodo postparto temprano. La respuesta hormonal a un balance energético positivo resultará en una mayor producción de hormona luteinizante (LH) y de hormona folículo estimulante (FSH) por la hipófisis, generando un mayor crecimiento y desarrollo folicular, 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 ( $P_4$ ) y modulando la producción de prostaglandinas (en particular  $PGF_{2\alpha}$ ), respectivamente. Además, 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 AGPI  $\omega$ -6 y/o  $\omega$ -3 (Hernández *et al.*, 2010). En la Figura 2 se muestran diversos mecanismos propuestos, no energéticos, que pueden generar este tipo de AG. El efecto energético de este tipo de grasa está asociado al balance energético del animal, particularmente durante la lactancia temprana, disminuyendo los efectos deletéreos del BEN y mejorando la actividad reproductiva durante el postparto temprano. En una revisión de 18 estudios, Staples *et al.* (1998) mencionan que en 11 de los estudios en vacas de leche suplementadas con grasa, se reportó un incremento del desempeño reproductivo, que podían ser atribuidos a una mejora de la tasa de concepción al primer servicio o por un incremento en la tasa de fertilidad global.

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).



Figura 2. Mecanismos de acción propuestos a través de los cuales la suplementación con ácidos grasos poli-insaturados puede afectar la función reproductiva (Adaptado de Staples *et al.*, 1998).

Así mismo, se pueden 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.

### Experiencias en Venezuela

La utilización de grasa sobrepasante con altos niveles de AGPI son prometedoras; en ganado de leche especializado, ganado de carne y en pequeños rumiantes como las cabras ha producido resultados positivos. En un ensayo realizado con vacas Carora multíparas suplementadas con 400 g/d de grasa sobrepasante con altos niveles de AGPI (Energras®), se evaluó la producción de leche durante 6 meses. Los resultados obtenidos reflejaron una mayor producción (20%) de leche por día y por lactancia, en las vacas suplementadas, comparadas con las vacas del grupo control (Cuadro 2).

Cuadro 2

Efecto de la suplementación con grasa sobrepasante sobre la producción de leche en vacas Carora (Otero, 2007. Datos no publicados).

Parámetro	Suplementadas (400 g Energras/día)	Control
N° de animales	8	8
Litros/día	13,8	11,7
Producción total en litros	16.852	14.055
Diferencia (Litros/día)	+ 2,1(17,9%)	-
Diferencia producción total (Litros)	+ 2.797 (19,8%)	-

Salvador *et al.* (2009) utilizaron cabras mestizas Canarias, en condiciones tropicales y evaluaron el efecto de la alimentación con grasa sobrepasante (80g de Energras®/d) sobre la producción y composición de la leche. La suplementación con Energras® resultó en una mayor duración de la lactancia (+44 d), mayor producción de leche (29,4%) y mayor producción de grasa (41%) y proteína (31,2%) láctea, sin alterar las características de la composición de la leche (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Efecto del consumo de grasa sobrepasante (GS) sobre la producción de leche, los días en lactancia y composición de la leche de cabras mestizas Canarias**

Parámetro	Con GS	Sin GS	Sig.
Producción de leche, kg	274,4±18,5	183,6±17,9	**
Días en lactancia	272,6±15,9	228,8±15,4	NS
Grasa, kg/lact	13,83±1,02	8,18±1,05	**
Proteína, kg/lact	11,29±0,67	7,76±0,69	**
Caseína, kg/lact	7,59±0,44	5,19±0,48	**
Ceniza, kg/lact	2,12±0,14	1,49±0,14	**
Lactosa, kg/lact	12,44±0,60	8,99±0,63	**
Sólidos no grasos, kg/lact	25,86±1,59	18,25±1,65	**
Sólidos, kg/lact	38,70±2,58	26,41±2,65	**

\*\* P < 0,01

NS= no significativo

Adaptado de Salvador *et al.* (2009).

Por otra parte, el perfil lipídico de la leche puede ser manipulado al suplementar con este tipo de grasa. La leche suele tener bajos niveles de ácidos grasos insaturados, siendo la proporción de ácidos grasos insaturados menor a la de saturados (Hernández *et al.*, 2010). La formación de la grasa de la leche, puede provenir de la síntesis *de novo* de ácidos grasos en la glándula mamaria o bien de la incorporación de los mismos, provenientes de la dieta o de las reservas corporales. En cuanto a los ácidos grasos de cadena larga (entre los cuales se incluyen los  $\omega$ -6 y  $\omega$ -3) que son incorporados en la leche, cerca de 40-45% provienen de la dieta (Palmquist, 1996). En este sentido, manipular la dieta incorporando mayores niveles de ácidos grasos poli-insaturados vía grasa sobrepasante, puede ser una estrategia para modificar la composición de la grasa láctea en rumiantes.

En los últimos años, la manipulación de la grasa de la leche, con el objetivo de incrementar la concentración del ALC en los productos lácteos ha tomado mayor importancia. Esto puede contribuir a producir una leche con propiedades nutraceuticas, con los beneficios que los ácidos grasos esenciales aportan a la salud para quienes los consuman. En este sentido, Zamora (2010) suplementó cabras mestizas Canarias con grasa sobrepasante con altos niveles de ácidos grasos poli-insaturados (45g/d Energras®). Se reportaron diferencias significativas (P<0,01) en el contenido de ácido oleico (331,34 ± 63,25 vs 28,02 ± 67,29 mg/g) y linoléico (9,78 ± 1,22 vs 5,41 ±

1,30 mg/g) en los quesos hechos con la leche, al compararlos con los quesos hechos de leche de cabras no suplementadas (tratamiento *vs.* control, respectivamente). Además, se observó una tendencia en mayor contenido del ácido linoleico ( $30,26 \pm 9,74$  vs  $19,26 \pm 10,37$  mg/g). En ningún caso se afectó la calidad y propiedades organolépticas de los quesos frescos.

La respuesta reproductiva, también ha sido evaluada por Díaz *et al.* (2008; 2009) en vacas Brahman de primera lactancia en zonas de sabanas bien drenadas en los estados Cojedes (Hato A y B) y Guárico (Hato C) con suelos ácidos, en condiciones de limitada oferta y calidad forrajera. En dichos estudios, se utilizaron bloques multinutricionales (BM) que fueron formulados con el objeto de aportar nitrógeno no proteico, proteína sobrepasante, minerales (macro y microelementos) y grasa sobrepasante (con 17% de ácido linoleico [ $\omega$ -6]). Los resultados obtenidos para tasa de preñez se muestran en la Figura 3. La suplementación resultó en una tasa de preñez 30% superior a los reportados para el mismo tipo de animales sin suplementación. En el caso del hato A, la temporada de monta se realizó en época de lluvia, mientras que para los dos hatos restantes (B y C) las temporadas de monta fueron en el periodo seco.

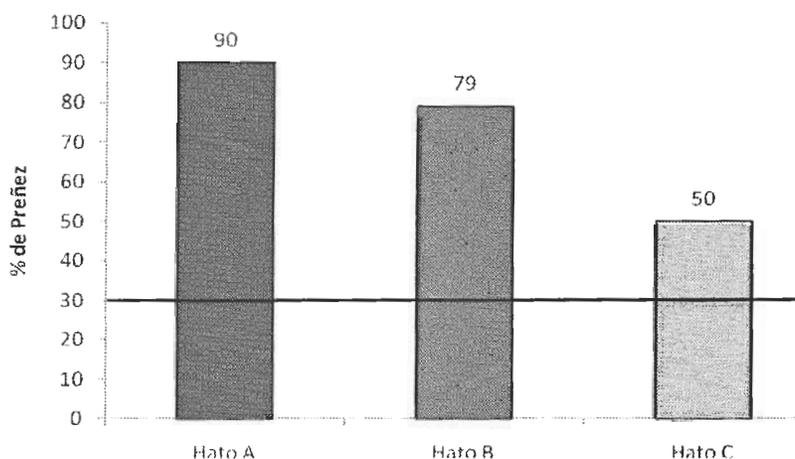
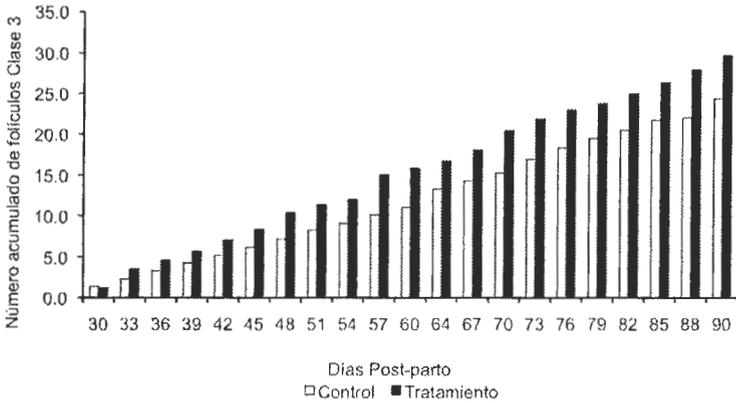


Figura 3. Tasa de preñez en vacas Brahman de primer parto suplementadas con BM enriquecidos con grasa sobrepasante. Adaptado de Díaz *et al.* (2008; 2009). La línea indica el % de preñez reportado para vacas de carne de primera lactancia en condiciones tropicales.

Hernández (2010) también reporta que la adición de grasa sobrepasante (150 g/vaca/d Energras®), durante el postparto temprano, a la dieta de vacas Brahman puras de primera lactancia, incrementó el número acumulado de folículos clase 3 ( $\geq 10$  mm) durante los primeros 90 d postparto ( $P = 0,06$ ; Figura 4). Al respecto, Díaz (2009) señala que un mayor número de folículos clase 3 podría ser un indicador de una mayor probabilidad de tener folículos preovulatorios, por lo que habría mayor oportunidad de ovulación en vacas que consumen grasa durante el postparto. Por otra parte, esto es un indicador indirecto del reinicio de la secreción de LH después del parto, ya que esta hormona es la responsable de la maduración final del folículo preovulatorio y la subsecuente ovulación.



**Figura 4. Número acumulado de folículos Clase 3 ( $\geq 10$  mm) entre los 30 y 90 d postparto en vacas Brahman de primer parto suplementadas o no con grasa sobrepasante (Hernández, 2010).**

Asimismo, Hernández (2010) reporta que a pesar de no haber obtenido diferencias significativas en los indicadores de eficiencia reproductiva entre el grupo de vacas suplementadas y el grupo control, hubo un aumento numérico de 4 puntos porcentuales en la tasa de concepción (91% vs 87%, en el grupo control) y de 12 d menos en el intervalo parto-concepción (días vacíos, 90 vs 102 d en el grupo control) a favor de las vacas suplementadas. Esto pudiera significar un incremento en la rentabilidad económica de la operación ganadera.

Otros efectos encontrados al suplementar con esta grasa es una reducción en el intervalo parto-celo como se observó en vacas Brahman puras de primera lactancia suplementadas con grasa sobrepasante (200g/vaca/d) con altos niveles de  $\omega$ -3 (5%  $\omega$ -3 y 17%  $\omega$ -6) (Cuadro 4); el intervalo parto-celo disminuyó en 20%, al compararlo con las vacas no suplementadas o aquellas suplementadas con  $\omega$ -6 (17%  $\omega$ -6 y 0,5%  $\omega$ -3) (Hernández *et al.*, 2010).

**Cuadro 4**  
**Efecto de la suplementación con grasa sobrepasante sobre el comportamiento reproductivo de vacas Brahman lactantes de primer parto (Hernández *et al.*, 2010)**

Parámetro	Control	$\omega$ -6	$\omega$ -3
Intervalo Parto-Celo (días)	98	111	78

Díaz *et al.* (2009) recomiendan la suplementación con los ácidos grasos  $\omega$ -6 para estimular la reactivación temprana de la actividad ovárica cíclica postparto, en tanto que los ácidos grasos  $\omega$ -3 (ácido linolénico, DHA y EPA) deberían ser suplementados durante la preñez temprana. En este sentido, Petit *et al.* (2002) y Mattos *et al.* (2003) señalan que los ácidos grasos poli-insaturados  $\omega$ -6 estimulan la síntesis de  $PGF_{2\alpha}$ , en tanto que los  $\omega$ -3 estimulan la síntesis de prostaglandinas de la serie 3, a las que se les

atribuye un efecto de bloqueo sobre las primeras, específicamente de la  $PGF_{2\alpha}$ , por inhibición competitiva de las enzimas que regulan su proceso de síntesis.

Sin embargo, existen evidencias contrastantes con respecto a la influencia de los ácidos grasos  $\omega$ -6 y en la síntesis de  $PGF_{2\alpha}$ . Al respecto, Staples *et al.* (2002), indican que el ácido linoleico tiene efectos inhibitorios sobre la síntesis de  $PGF_{2\alpha}$  tanto *in vitro* como *in vivo*. Esto aparentemente ha sido relacionado con la dosis utilizada, ya que el exceso de este ácido graso podría reducir la síntesis de prostaglandinas de la serie 1 y 2 ( $PGF_{2\alpha}$ , por ejemplo). Estos mismos autores señalan, que esta inhibición puede deberse a un efecto competitivo con el ácido araquidónico por la enzima prostaglandina sintetasa (PGHS). Por lo tanto, la suplementación con una fuente rica en ácidos grasos  $\omega$ -6 podría reducir la síntesis de  $PGF_{2\alpha}$ , prolongando la vida del cuerpo lúteo, permitiendo la implantación del embrión y disminuyendo la mortalidad embrionaria temprana. Por otra parte, Díaz *et al.* (2009) afirman que tanto la reactivación ovárica postparto como el mantenimiento de la preñez, pueden darse con la sola oferta de ácido linoleico. Por lo tanto, utilizar grasa sobrepasante con altos niveles de  $\omega$ -6 y/u  $\omega$ -3 podrían contribuir positivamente sobre la involución uterina, el reinicio de la actividad ovárica postparto y la reducción de los días vacíos en vacas de carne y leche.

## 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. Aunque la grasa sobrepasante no es la solución a todos los problemas de las explotaciones bovinas en Venezuela, sin duda, es un recurso alimenticio de gran potencial; al contener altos niveles de ácidos grasos poliinsaturados permite la incorporación de los efectos benéficos que los ácidos grasos esenciales,  $\omega$ -6 y  $\omega$ -3, pueden tener sobre la actividad reproductiva y productiva de nuestros rebaños y al mismo tiempo generar carne y leche de mejor calidad nutricional.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su profundo agradecimiento al profesor Ricardo Betancourt por el apoyo prestado para la realización de las investigaciones y su aporte a la redacción de este documento. Asimismo, a las empresas Nutribásicos de Venezuela C.A. y Nutriservi C.A. por el apoyo prestado al desarrollo de las investigaciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angulo J, Machecha L, Giraldo C, Olivera M. 2005. Prostaglandinas y grasa de la leche: síntesis a partir de ácidos grasos poliinsaturados, en bovinos. En: M Pabón, J Ossa (eds.) Bioquímica, Nutrición y Alimentación de la Vaca. Fondo Editorial Biogénesis. 111-135. Medellín, Colombia.
- Bach A. 2003. La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología. VII Curso de Especialización FEDNA La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología. Purina, España. En: <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/2001CAPV.pdf>.

- Beam SW, Butler WR. 1999. Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *J Reprod Fert* 54 (Suppl): 411-424.
- 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.
- Díaz T, Betancourt R, Hernández R, Gallo J. 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, F Espinoza (eds). *Memorias, III Simposium sobre Recursos y Tecnologías Alimentarias apropiadas para la Producción Bovina a Pastoreo en Condiciones Tropicales*. Pasteurizadora Táchira C.A. (PASTCA). San Cristóbal. Pp. 1-28 CD-ROM.
- Díaz T, Betancourt R, Hernández R, Romero C, Gallo J, Cardona M. 2008. Effects of by-pass fat feeding on the reproductive performance of first-calf Brahman cows under tropical Savannah conditions. *Reprod Dom Anim* 43: 37 (Abstr.).
- Drackley JK. 1999. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *J Dairy Sci* 82: 2259-2273.
- Gallo JA. 2009. Manejo alimenticio de la vaca en transición. En: [http://www.nutribasicos.com.ve/documentos/Documentos\\_8.pdf](http://www.nutribasicos.com.ve/documentos/Documentos_8.pdf).
- Garmendia J. 2002. Alimentación de las vacas durante el parto y el posparto. En: *Avances en la Ganadería Doble Propósito*. C González-Stagnaro, E Soto Belloso, L Ramírez Iglesia (eds). Fundación GIRARZ. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo. Venezuela. XXII: 329-341.
- 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, Díaz T, Betancourt R. 2010. El uso de grasa sobrepasante con altos niveles de ácidos grasos poli-insaturados en la respuesta productiva y reproductiva de rumiantes. En: *Mem I Jorn Actualización Nutrición Rumiantes*. Universidad de los Andes. Mérida. CD-ROM.
- Hoggard N, Hunter L, Trayhun P, Williams LM, Mercer JG. 1998. Leptin and reproduction. *Proc Nutr Soc* 57: 421-427.
- Jenkins T. 1993. Lipid metabolism in the rumen. *J Anim Sci* 76: 3851-3863.
- 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>.
- Mattos R, Guzeloglu A, Badinga L, Staples CR, Thatcher WW. 2003. Polyunsaturated fatty acids and bovine interferon-t modify phorbol ester-induced secretion of prostaglandin F2a and expression of prostaglandin endoperoxide synthase-2 and phospholipase-A2 in bovine endometrial cells. *Biol Reprod* 69: 780-787.
- Mattos R, Staples CR, Thatcher WW. 2000. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Rev Reprod* 5:38-45.
- Montaño EL, Ruiz ZT. 2005. ¿Por qué no ovulan los primeros folículos dominantes de las vacas cebú posparto en el trópico colombiano? *Rev Colombiana Cien Pec* 18: 127-135.
- Palmquist DL. 1996. Utilización de lípidos en dietas de rumiantes. En: <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/96capituloIII.pdf>.
- Petit H, Dewhurst R, Scollan N, Proflux J, Khalid Haresing W, Twagiramungu F, Mann, G. 2002. Milk production and composition, ovarian function, and prostaglandin secretion of dairy cows fed omega 3 fats. *J Dairy Sci* 85:889-899.

Rodriguez C. 2006. Regulation of prostaglandin  $F_{2c}$  biosynthesis by long chain fatty acids in cattle. PhD. Thesis, University of Florida. Pp. 171.

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 la leche de cabra en condiciones tropicales. *Zoot Trop* 27: 285-298.

Staples C, Mattos R, Boken S, Sollenberger L, Thatcher WW, Jenkins T. 2002. Feeding fatty acids for fertility? Proceedings of the 13<sup>th</sup> Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium. Pp 71-85. En: <http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/2002/staples.pdf>

Staples CR, Burke JM, Thatcher WW. 1998. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. *J Dairy Sci* 81:856-871.

Zamora R. 2010. Producción y composición de la leche y queso fresco pasteurizado de cabras suplementadas con grasa sobrepasante con altos niveles de ácidos grasos poliinsaturados. Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. UCV. Maracay, Venezuela.