

# RESPUESTA PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA AL USO DE LA GRASA SOBREPASANTE CON ALTOS NIVELES DE ACIDOS GRASOS POLIINSATURADOS EN RUMIANTES

**Alejandro Salvador<sup>1</sup>, Rolando Hernández<sup>2</sup>, Thais Díaz <sup>3</sup>y Ricardo Betancourt<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Unidad Experimental de Producción Caprina.<sup>2</sup>Cátedra de Nutrición Animal.

<sup>3</sup>Instituto de Reproducción Animal <sup>3</sup>DU. AbUaKaP HeUQiQde] PUadR'.

Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela

salex\_77@cantv.net

## INTRODUCCIÓN

El éxito de los sistemas de producción de carne y de leche con rumiantes depende, en gran medida, de un desempeño reproductivo eficiente del rebaño. Así, numerosos investigadores han tratado de identificar los distintos factores que afectan el comportamiento productivo y reproductivo de estos rebaños, siendo el componente nutricional uno de los factores que más impacto tiene en la ganadería tropical. Deficiencias marcadas de cantidad y calidad forrajera, generan animales subalimentados, produciendo indicadores, para nuestra ganadería, muy por debajo de los deseados. En los países localizados en el trópico la eficiencia reproductiva para ganado de carne es baja, siendo muy común encontrar valores no mayores al 40–45% (Díaz, 2009), la tasa de preñez para vacas de primer parto se encuentra alrededor del 30% (Chacón, 2009, datos no publicados), el anestro postparto para vacas *Bos indicus* oscila entre 150 y 210 días (Montaño y Ruiz, 2005) y la mortalidad embrionaria temprana en vacas lactantes, se encuentra alrededor del 30% (Bach, 2003).

Adicionalmente, la vaca lactante (de leche, carne y doble propósito), así como las cabras lecheras, durante el postparto temprano, presenta un desfase entre la cantidad de energía que requiere y el consumo de la misma, traduciéndose 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 la grasa utilizada es sobrepasante, se evitan algunos efectos indeseables que puede tener la grasa activa a nivel ruminal, incrementando la cantidad de la misma que puede ser utilizada en rumiantes. Por otro lado, 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 ALIMENTACION 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 lo 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 (Mayes, 1988).

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 (AG) son moléculas fundamentales en la estructura de un lípido, son cadenas de carbono hidrogenadas que terminan en un grupo ácido o grupo carboxilo en un extremo y un grupo metilo en el otro (Jenkins, 2004). La longitud de las cadenas de los AG va de 2 átomos de carbono a 24 ó más. Es común nombrarlos según la cantidad de átomos presentes y la presencia de dobles enlaces. Esto último, permite clasificar a los ácidos grasos en saturados o insaturados.

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 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 ( $\omega$ ):  $\omega$ -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  $\omega$  (Jenkins, 2004). 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.

Cuadro 1.- Ácidos grasos parentales y principales metabolitos dentro de cada familia omega.

<b>Designación de la familia</b>	<b>Ácido graso parental</b>	<b>Metabolito Principal</b>
$\omega - 9$	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 linolénico	C 20:5 $\omega$ -3, ácido eicosapentanoico C 22:6 $\omega$ -3, ácido docosahexanoico

(Adaptado de Jenkins, 2004.)

Las fuentes de lípidos en los sistemas de alimentación con rumiantes son los forrajes, cereales, semillas de oleaginosas, subproductos de la industria, como son los sebos, las grasas amarillas, mezclas de grasas animales y vegetales, grasa hidrogenada, aceite de palma africana y jabones cárnicos. Los forrajes tropicales son relativamente bajos en su contenido de lípidos, la concentración de ácidos grasos en los forrajes rara vez supera el 1,5% de la materia seca de la dieta.

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. Otra diferencia, es que 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 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 cárnicos 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.

Lo anterior genera una reducción del crecimiento microbiano ruminal, lo que se traduce en una alteración en la producción de ácidos grasos volátiles en el rumen, con consecuencias sobre la relación acético/propiónico y disminución en la cantidad de acético disponible para la producción de grasa en la glándula mamaria. 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 eicosapentanóico (C20:5,  $\omega$ -3) y docosahexanóico (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 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 los cuales tienen importantes 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. 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 cárnicos), ácidos grasos saturados o grasas hidrogenadas.

La utilización de los jabones cárnicos 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 lo que permite que pasen 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. Por 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 (Cuadro 2).

Cuadro 2.- Cantidad estimada de ácido linoleico que llega al intestino delgado en vacas, dependiendo de la fuente de grasa.

Fuente de Grasa	Cantidad de grasa en el alimento (Kg/día)	Ácido linoleico en el alimento	Ácido linoleico que aparece en el intestino delgado (g/día)
Semilla de algodón entera	2,8	300	30 a 120
Semilla de soya entera	2,8	300	30 a 120
Grasa amarilla	0,45	77	8 a 31
Sebo	0,45	23	2 a 9
Jabones Cárnicos (8,5% $\omega$ -6)	0,45	38	25 a 34

(Adaptado de Staples *et al.*, 1998)

## LA GRASA SOBREPASANTE Y LA RESPUESTA PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA EN LOS RUMIANTES

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 ( $P_4$ ) 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). En la Figura 1 se muestran diversos mecanismos propuestos no energéticos, que pueden generar este tipo de AG.

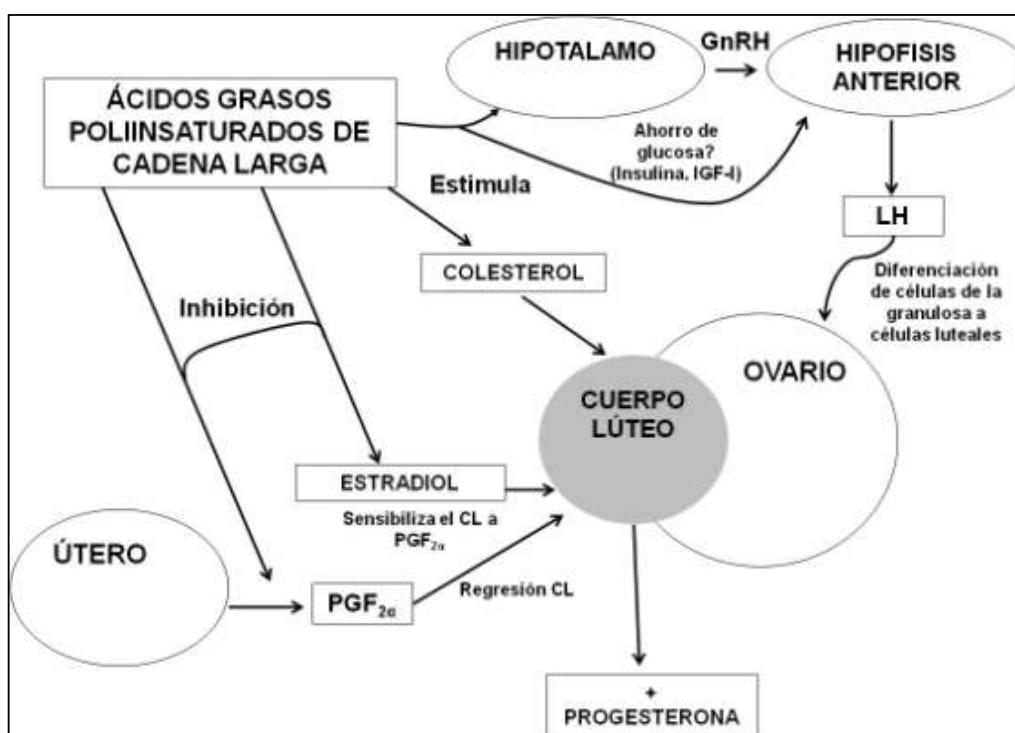


Figura 1.- Mecanismos de acción propuestos a través de los cuales la suplementación con ácidos grasos poli-insaturados puede afectar la función reproductiva. (Adaptado de Staples *et al.*, 1998).

El efecto energético de este tipo de grasa está asociado al balance energético del animal, particularmente en la vaca durante la lactancia temprana, disminuyendo los efectos deletéreos del BEN y mejorando la actividad reproductiva en el postparto temprano. De esta manera, Staples *et al.* (1998) mencionan que en una revisión de 18 estudios hechos en vacas de leche suplementadas con grasa, 11 reportan un incremento del desempeño reproductivo, bien sea porque se mejora la tasa de concepción al primer servicio o por incrementos en la tasa general de concepción o preñez. Adicionalmente, al suplementar con grasa con altos niveles de ácidos grasos poli-insaturados 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, particularmente 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), lo que puede generar que la leche producida por vacas o cabras suplementadas con este tipo de grasa, pueda ser un alimento nutracéutico.

#### EXPERIENCIAS EN VENEZUELA

Las experiencias en Venezuela con la utilización de grasa sobrepasante con altos niveles de ácidos grasos poli-insaturados son prometedoras, bien sea en ganado de leche especializado, ganado de carne y en pequeños rumiantes como las cabras. Desde el año 2007 el grupo de investigación en el área de interrelación Nutrición-Reproducción, en conjunto con profesores del área de Producción Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela, desarrollan investigación sobre el efecto que tiene la grasa sobrepasante con altos niveles de ácidos grasos poliinsaturados en la respuesta productiva y reproductiva en rumiantes.

Dichas investigaciones, han sido realizadas en distintas zonas ecológicas, con distintas modalidades de producción, niveles de intensificación, tanto en centros experimentales como en fincas comerciales, utilizando la suplementación con grasa sobrepasante de variadas maneras, en bloques multinutricionales (BMN); suplementación “*top-dress*”, es decir colocando la grasa encima del alimento concentrado, además de la utilización solamente de jabones cárnicos y mezclados con minerales o con el alimento concentrado.

En cuanto al efecto de la grasa sobrepasante con altos niveles de AGPI sobre la producción de leche, en un ensayo comercial realizado en vacas multíparas Carora puras, donde se evaluó la producción de leche durante 6 meses, se obtuvo una mayor producción por día y por lactancia (20% más, aprox.) en las vacas suplementadas con 400 g de grasa sobrepasante con altos niveles de AGPI

(Energras®), comparadas con las vacas del grupo control. Los resultados de este ensayo se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3.- Efecto de la suplementación con grasa sobrepasante sobre la producción de leche en vacas Carora.

Parámetro	Suplementadas (400 g Energras®/día)	Control
Nº 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 (19,9%)	-

Otero (2007), datos no publicados

En el caso de cabras, Salvador *et al.* (2009) evaluaron el efecto de la alimentación con grasa sobrepasante (80g Energras®/día) sobre la producción y composición de leche de cabras mestizas Canarias en condiciones tropicales. Dichos autores reportan un efecto beneficioso sobre la duración de la lactancia (44 días más), la producción de leche (29,4% más) y el contenido de sus constituyentes (41% más de grasa y 31,2% más de proteína), sin alterar las características físicas (WMT, acidez, pH, Crioscopia) de la leche en las cabras suplementadas (Cuadro 4).

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 el oleico (C 18:1), un acido graso monoinsaturado, el más abundante (20%, aprox.), la proporción de ácidos grasos insaturados es menor a la de saturados. 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 ω-6 y ω-3) que son incorporados en la leche, cerca de un 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.

Cuadro 4.- 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	193,6±17,9	**
Días en lactancia	272,6±15,9	228,8±15,4	NS
Grasa, kg/lact	13,83±1,02	8,16±1,05	**
Proteína, kg/lact	11,29±0,67	7,76±0,69	**
Caseína, kg/lact	7,59±0,44	5,19±0,46	**
Ceniza, kg/lact	2,12±0,14	1,49±0,14	**
Lactosa, kg/lact	12,44±0,80	8,99±0,83	**
Sólidos no grasos, kg/lact	25,86±1,59	18,25±1,65	**
Sólidos, kg/lact	39,70±2,56	26,41±2,65	**

\*\* P < 0,01

NS= no significativo

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

En los últimos años, ha tomado gran importancia la manipulación de la grasa de la leche, con el objetivo de incrementar la concentración del ALC en los productos lácteos, lo que puede contribuir notablemente a generar una leche con propiedades nutracéuticas, con los beneficios que los ácidos grasos esenciales aportan a la salud para quienes los consuman. En este sentido, Zamora (2010) suplementando cabras mestizas Canarias con grasa sobrepasante con altos niveles de ácidos grasos poli-insaturados (45g/día ENERGRAS®), encontró diferencias significativas ( $P<0,01$ ) sobre los AG en los quesos: Oleico (331,34 ±63,25 vs 28,02 ±67,29 mg/g) y Linolénico (9,78 ±1,22 vs 5,41 ±1,30 mg/g), al compararlos con los quesos hechos de leche de cabras no suplementadas (tratamiento vs. control, respectivamente). Además, se observó una tendencia en ácido linoleico (30,26 ±9,74 vs 19,26 ±10,37 mg/g), no afectándose la calidad y propiedades organolépticas de los quesos frescos en ningún caso (cuadro 5).

En el cuadro 5 también se observa los resultados sobre el rendimiento del queso. No se observaron diferencias significativas ( $P>0,05$ ) en el rendimiento de los quesos elaborados provenientes de la leche de cabras que consumieron grasa sobrepasante como la de leche de cabras del grupo control tanto recién elaborado el queso (a las 0 horas) como al momento del desmolde (a las 48 horas), sin embargo se puede apreciar que los quesos del grupo tratamiento necesitaron menos leche para producir un 1 kg de queso fresco, 140 g y 400 g menos a las 0 y 48 horas respectivamente. En el instante de elaboración de la cuajada el contenido de agua retenido es de 48,11 % y 48,43 % para tratamiento y control

respectivamente, y esto se puede atribuir a las proteínas del suero que puede afectar a la elaboración de queso (el rendimiento quesero y el drenaje de suero de leche, sobre todo al calentar leche tratada), (Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008).

Sin embargo, es importante mencionar que aunque no mejoró estadísticamente el rendimiento de los quesos elaborados con leche de las cabras que consumieron grasa sobrepasante, por el hecho de haber aumentado la producción láctea, se produjeron 47,95 kg de queso fresco del grupo tratamiento y 25,37 kg de queso fresco del grupo control en toda la lactancia, es decir una diferencia de 47,09% a favor del grupo tratamiento.

Cuadro 5.- Efecto del consumo de grasa sobrepasante sobre el rendimiento, las características y composición del queso fresco pasteurizado de leche de cabra.

VARIABLE	Tratamiento (Media ± E.E.)	Control (Media ± E.E.)	Significancia
<b>Rendimiento</b>			
Rendimiento a 0 H	3,92 ± 0,13	4,06 ± 0,13	NS
Rendimiento a 48 H	4,88 ± 0,19	5,28 ± 0,19	NS
<b>Características:</b>			
Acidez Titulable	13,18 ± 1,75	13,50 ± 1,75	NS
Cloruros	2,91 ± 0,32	2,91 ± 0,32	NS
pH	5,62 ± 0,11	5,47 ± 0,11	NS
<b>Componentes:</b>			
Grasa (%)	24,56 ± 1,23	21,94 ± 1,23	NS
Proteína (%)	10,26 ± 0,48	10,78 ± 0,48	NS
Humedad (%)	48,11 ± 0,98	48,43 ± 0,98	NS
Ceniza (%)	4,34 ± 0,25	4,17 ± 0,25	NS
Sólidos Totales (%)	51,88 ± 0,98	51,56 ± 0,98	NS
Sólidos no Grasos (%)	27,32 ± 1,30	29,61 ± 1,30	NS
Lactosa (%)	12,71 ± 1,04	14,66 ± 1,04	NS
AG Oleico C18:1 (mg/g)	331,34 ± 63,25	28,02 ± 67,29	**
AG Linoleico C18:2 ( $\omega$ -3) (mg/g)	30,26 ± 9,74	19,26 ± 10,37	NS
AG Linolenico C18:3 ( $\omega$ -6) (mg/g)	9,78 ± 1,22	5,41 ± 1,30	*

NS: No significativo (P>0,05); \*: P<0,05; \*\*: P<0,01

Zamora, 2010

También se puede apreciar que el consumo de grasa sobrepasante no afectó las características del queso, ni la composición química de ninguno de sus componentes, salvo los AG, sin embargo se observa en los quesos del grupo tratamiento una tendencia a presentar mayor porcentaje de grasa y de minerales lo cual podría explicar porque presenta una tendencia a mayor rendimiento lechero.

Algunos resultados adicionales muestran que el efecto del consumo de grasa sobrepasante sobre la proporción de AG *cis* y *trans* que se encuentran en el queso fresco de cabra no fue significativo ( $P>0,05$ ) sin embargo se observó que la media ± error típico de el grupo tratamiento fue superior al del grupo control,  $95,97 \pm 4,31$  y  $85,73 \pm 4,31$  respectivamente lo cual determina un valor agregado en el queso ya que es más benéfico el consumo de alimentos con AG insaturados y con disposición *cis*, ya que los AG *trans* provenientes de los aceites parcialmente hidrogenados han sido asociados a muertes por enfermedades cardiovasculares (Giacopini, 2008).

En cuanto a la respuesta reproductiva, la utilización de grasa sobrepasante con altos niveles de AGPI ha sido evaluada en pruebas de seguimiento, con resultados prometedores, particularmente en vacas de carne 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 Díaz *et al.* (2008; 2009) utilizaron bloques multinutricionales 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 de tasa de preñez obtenidos en estos estudios se muestran en la Figura 2, observándose que son superiores a los reportados para el mismo tipo de animales en condiciones tropicales (30%). 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. En el Hato A, la tasa de preñez para la temporada de monta anterior a la realización del estudio fue de 46% para el mismo tipo de vacas de primer parto, las mismas fueron suplementadas con un alimento que contenía minerales y una fuente de nitrógeno no proteico.

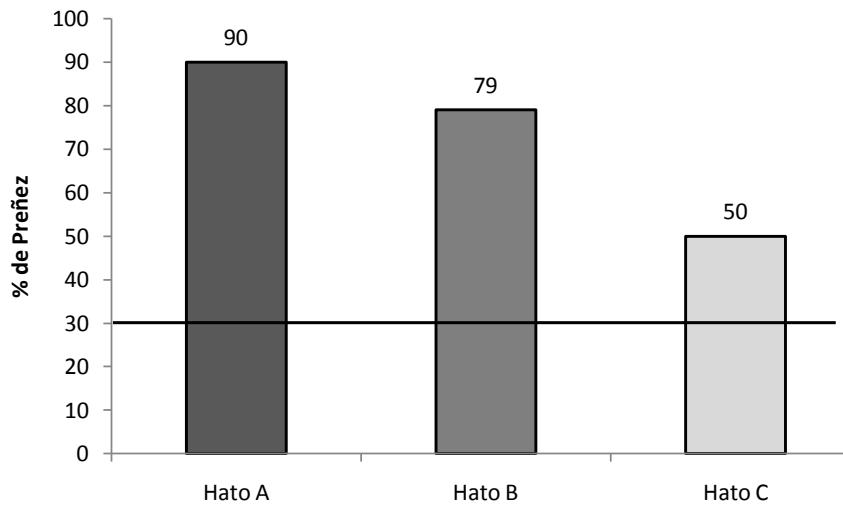


Figura 2.- Tasa de preñez en vacas Brahman de primer parto suplementadas con BM enriquecidos con grasa sobrepasante. Adaptado de Díaz *et al.* (2008; 2009). La línea indica el % de preñez reportado para vacas de carne de primera lactancia en condiciones tropicales.

Díaz *et al.* (2009) y Hernandez (2010) también reportan un efecto benéfico de la grasa sobrepasante con altos niveles de AGPI, sobre la actividad ovárica de vacas Brahman puras de primera lactancia, durante el postparto temprano. Dichos autores mencionan que la adición de grasa a este tipo de animales (150g/vaca/d), incrementó el número acumulado de folículos clase 3 ( $\geq 10$  mm) durante los primeros 90 días postparto ( $P < 0,06$ ; Figura 3). 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, 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.

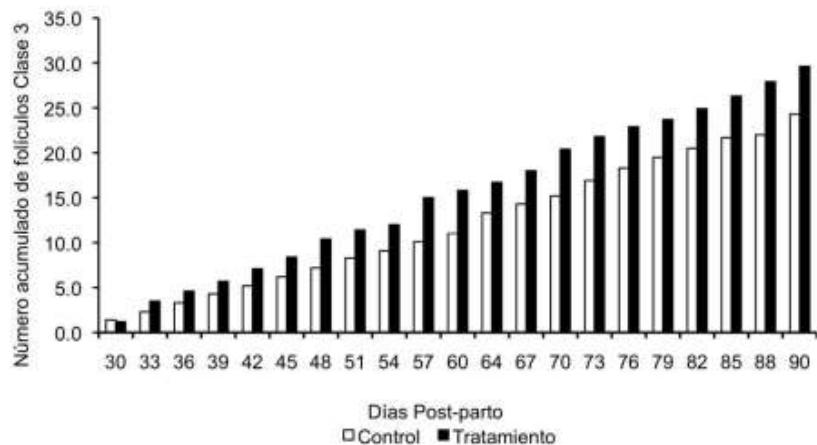


Figura 3.- Número acumulado de folículos Clase 3 ( $\geq 10$  mm) entre los 30 y 90 d postparto en vacas Brahman de primer parto suplementadas o no con grasa sobrepasante.

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 diferencias numéricas de 14 puntos porcentuales en la tasa de concepción, a favor de las vacas suplementadas (91% vs 77%, en el grupo control) y de 12 d menos en el intervalo parto-concepción (días vacíos, 90 vs 102 d en el grupo tratamiento y control respectivamente), pudiendo significar un incremento en la rentabilidad económica y en la eficiencia reproductiva al suplementar con grasa sobrepasante.

Otros efectos encontrados al suplementar con este tipo de grasa es una reducción en el intervalo parto-celo, al suplementar vacas Brahman puras de primera lactancia con grasa sobrepasante (250g/vaca/día) con altos niveles de  $\omega$ -3 (5%  $\omega$ -3 y 17%  $\omega$ -6), se logró reducir este indicador en un 20%, al compararlo con las vacas no suplementadas o aquellas suplementadas con  $\omega$ -6 (17%  $\omega$ -6 y 0,5%  $\omega$ -3; Cuadro 6; Datos no publicados). Es importante destacar que las vacas suplementadas con  $\omega$ -6 presentaron problemas de consumo al inicio del ensayo.

Cuadro 6.- Efecto de la suplementación con grasa sobrepasante sobre el comportamiento reproductivo de vacas Brahman lactantes de primer parto.

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

Datos no publicados

Díaz *et al.* (2009) consideran que los ácidos grasos  $\omega$ -6 deberían ser suministrados para estimular la reactivación temprana de la actividad ovárica

cíclica postparto, en tanto que los ácidos grasos ω-3 (ácido linolénico, DHA y EPA) deberían ser suministrados durante la preñez temprana.

En este sentido, varios autores (Petit *et al.*, 2002; Mattos *et al.*, 2003) señalan que los ácidos grasos poli-insaturados ω-6 estimulan la síntesis de PGF<sub>2α</sub>, en tanto que los ω-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<sub>2α</sub>, por inhibición competitiva de las enzimas que regulan su proceso de síntesis.

Sin embargo, existen evidencias contrastantes con respecto al papel de los ácidos grasos ω-6 y la síntesis de PGF<sub>2α</sub>. Al respecto, Staples *et al.* (2002), indican que el ácido linoleico tiene efectos inhibitorios tanto *in vitro* como *in vivo*, relacionados probablemente 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<sub>2α</sub>, 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 ω-6 podría reducir la síntesis de PGF<sub>2α</sub>, 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 ω-6 y/u ω-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.

#### **EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON GRASA SOBREPASANTE SOBRE EL CONSUMO VOLUNTARIO**

Salvador *et al.* (2009) reportaron que no se observaron diferencias significativas en el consumo voluntario de alimento en ninguno de los componentes de la dieta, entre el grupo de cabras tratamiento y el control, ya que en ambos grupos hubo un consumo del 100% de los 200 g de alimento balanceado (18% PC) durante toda la lactancia. En el consumo de heno de pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) que se ofreció *ad libitum* hubo una media de consumo de  $0,85 \pm 0,02$  kg y  $0,83 \pm 0,02$  kg ( $P>0,05$ ) para el grupo tratamiento y control, respectivamente. Estos resultados concuerdan con los reportados por Teh *et al.* (1994), González y Bas (2002) y Sanz Sampelayo *et al.* (2002a).

En la Figura 4 se observa el consumo de heno con un efecto significativo ( $P<0,05$ ) de los días de lactancia, observándose mayor consumo inmediatamente posterior al pico de lactancia y disminuyendo a medida que disminuye la producción de

leche, coincidiendo con lo reportado por Jimeno *et al.* (2003) que señalan que el nivel mas bajo de consumo es una semana antes del parto. El consumo voluntario aumentó después del parto hasta el máximo consumo hacia las 6 a 10 semanas; sin embargo, este crecimiento no fue lineal. Posterior al pico de leche, el consumo disminuyó linealmente a medida que disminuyó la producción lechera.

Con respecto al consumo de 80 g de grasa sobrepasante en el grupo de cabras Tratamiento fue del 100% sin rechazo de la misma.

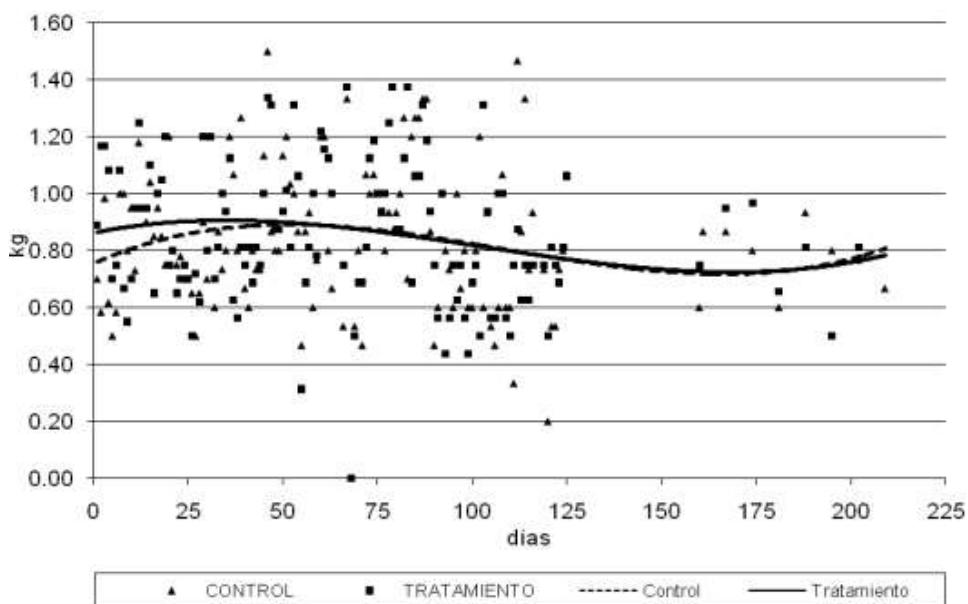


Figura 4.- Efecto del consumo de grasa sobrepasante sobre el consumo voluntario de heno en cabras mestizas Canarias durante la lactancia

Este resultado es importante ya que demuestra que la adición de este tipo de grasa sobrepasante no tiene un efecto sustitutivo del principal componente de la dieta de los rumiantes (pasto) sino de suplementación, logrando de esta manera mejorar la calidad de la dieta y con esto disminuir el BEN, mejorar los parámetros productivos y reproductivos.

#### **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.

Salvador *et al.* (2009) y Zamora (2010) recomiendan en cabras lecheras, que la suplementación con este tipo de grasa sea en la misma forma y tiempo pero con menores niveles, entre 45 y 80 g/cabra/día según el peso y el nivel de producción de las mismas.

Aunque la grasa sobrepasante no es la solución a todos los problemas de nuestras explotaciones con rumiantes, sin duda, es un recurso alimenticio de gran potencial, que 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 generando carne, leche y otros derivados de mejor calidad nutricional.

## BIBLIOGRAFIA

Fuente.

[https://www.researchgate.net/profile/Alejandro\\_Salvador/publication/273003408\\_RESPUESTA\\_PRODUCTIVA\\_Y\\_REPRODUCTIVA\\_AL\\_USO\\_DE\\_LA\\_GRASA\\_SOBREPASANTE\\_CON\\_ALTOS\\_NIVELES\\_DE\\_ACIDOS\\_GRASOS\\_POLI\\_INSATURADOS\\_EN\\_RUMIANTES/links/54f522be0cf2ba615064ca60/RESPUESTA-PRODUCTIVA-Y-REPRODUCTIVA-AL-USO-DE-LA-GRASA-SOBREPASANTE-CON-ALTOS-NIVELES-DE-ACIDOS-GRASOS-POLI-INSATURADOS-EN-RUMIANTES.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/Alejandro_Salvador/publication/273003408_RESPUESTA_PRODUCTIVA_Y_REPRODUCTIVA_AL_USO_DE_LA_GRASA_SOBREPASANTE_CON_ALTOS_NIVELES_DE_ACIDOS_GRASOS_POLI_INSATURADOS_EN_RUMIANTES/links/54f522be0cf2ba615064ca60/RESPUESTA-PRODUCTIVA-Y-REPRODUCTIVA-AL-USO-DE-LA-GRASA-SOBREPASANTE-CON-ALTOS-NIVELES-DE-ACIDOS-GRASOS-POLI-INSATURADOS-EN-RUMIANTES.pdf?origin=publication_detail)

Clic Fuente



MÁS ARTÍCULOS