

Capítulo XXXVII

Uso de lípidos en dietas para rumiantes

Dervin B. Dean, PhD

INTRODUCCIÓN

El término lípidos se refiere a una amplia clase de sustancias que son insolubles en agua u otros solventes acuosos, pero son solubles en solventes orgánicos tales como éter, cloroformo, hexano, acetona y ciertos alcoholes. Los forrajes contienen bajos niveles de lípidos, por lo tanto el consumo natural en rumiantes de estos compuestos es relativamente bajo. Sin embargo, la adición de grasas en la dieta de este grupo de animales, principalmente en aquellos con altas demandas nutricionales, se utiliza básicamente con la finalidad de incrementar la densidad calórica de las dietas, reducir la cantidad de polvo y para mejorar la palatabilidad de la dieta (Church, 1976). Diferentes estudios han demostrado que las grasas pueden disminuir el desbalance energético en animales con altos requerimientos nutricionales, mejorar la respuesta productiva y reproductiva y alterar la composición de los sólidos de la leche.

Sin embargo, la adición de grasas pudiera afectar negativamente los procesos fermentativos en el rúmen de las fracciones fibrosas de la dieta, lo cual pudiera ser de elevada importancia en rebaños tropicales, ya que la alimentación de estos se sustentan en el uso masivo de forrajes de mediana a baja calidad nutricional, debido a la alta concentración de carbohidratos estructurales que estos poseen. Este fenómeno despierta dudas sobre la conveniencia del uso de grasas en dietas para animales de bajo potencial de producción, como es el caso de nuestros rebaños doble propósito en el trópico, ya que sus deficiencias nutricionales pudieran tal vez cubrirse con ingredientes de menor valor energético y que pudieran ser inocuos a la flora ruminal, sin causar perturbaciones en el patrón de fermentación.

Diferentes estudios han mostrado que este efecto negativo sobre los patrones de fermentación ruminal depende del tipo de grasa utilizada en la dieta, ya que aquellas con altos niveles de ácidos grasos insaturados suelen ser más nocivas que las grasas saturadas. Sin embargo, debido al efecto positivo que los ácidos grasos insaturados pueden ejercer sobre la reproducción y sobre el perfil de ácidos grasos de la leche, industrialmente se han desarrollado métodos para proteger las grasas del ataque microbia-

no en el rúmen y así aprovechar los beneficios de incorporar mayor concentración de estas en las dietas para rumiantes. Considerando que en Venezuela se esta incrementado la producción de cultivos para la obtención de grasas para consumo humano e industrial, los subproductos de estos procesos pudieran ser fuente importante para paliar las deficiencias energéticas de nuestros rebaños, por lo que se hace pertinente discutir la conveniencia o no de la utilización de estos lípidos en la alimentación de dichos animales.

METABOLISMO DE LÍPIDOS EN EL RUMEN

Los lípidos son sometidos a dos importantes procesos transformadores en el rúmen: lipólisis y biohidrogenación (Figura 1). La lipólisis produce la liberación de ácidos grasos libres de los lípidos esterificados (hidrólisis) presentes en los forrajes y aquellos lípidos añadidos a la ración o los contenidos en los ingredientes usados para elaborar los suplementos de las raciones. Según López *et al.* (2002) la magnitud de la hidrólisis depende del sustrato, así, los ácidos grasos de los aceites de linaza, oliva y coco se pueden hidrolizar hasta en 95, 69 y 40%, respectivamente, y en general se ha determinado que los aceites vegetales se hidrolizan en mayor proporción que las grasas animales.

La lipólisis es seguida por un proceso de biohidrogenación, el cual reduce el numero de dobles enlaces de los ácidos grasos mono y polinsaturados, transformándolos en ácidos grasos saturados (Jenkins, 1993). De acuerdo a este autor, la mayoría de los reportes indican que existen perdidas mínimas de ácidos grasos en el rúmen por absorción a través del epitelio ruminal o por catabolismo hacia ácidos grasos volátiles o CO₂. Adicionalmente, los microorganismos sintetizan ácidos grasos de novo a partir de los carbohidratos, por lo tanto, los lípidos que llegan al duodeno consisten de ácidos grasos de origen dietético y microbial (Jenkins, 1993). Según Drackley (2007) más del 90% de los ácidos grasos insaturados no protegidos son biohidrogenados hasta ácidos grasos saturados, lo cual incide para que el pool de ácidos grasos que se absorben en el intestino delgado difiera sustancialmente de aquellos presentes en la dieta.

Los esfuerzos para incrementar el flujo de ácidos grasos insaturados hacia el intestino delgado en rumiantes han sido estimulados por la preocupación de la ingesta de ácidos grasos saturados, presentes en los productos de origen animal, sobre la salud humana (Jenkins, 1993) y por el efecto positivo que los ácidos grasos insaturados ejercen sobre la reproducción en bovinos (Staples *et al.*, 1998). Adicionalmente, reportes sobre la regulación de los ácidos grasos en el metabolismo tisular han demostrado que al incrementarse la absorción de ácidos grasos polinsaturados se afecta positivamente el transporte de glucosa y la tasa de lipogenesis en adipocitos de rumiantes (Chilliard *et al.*, 1991). Otro aspecto positivo de la presencia de ácidos grasos insaturados, estriba en el hecho de que la digestión y absorción en el intestino delgado de estos es mayor en comparación con la de los ácidos grasos saturados (Drackley, 2007), aprovechándose en mayor grado la energía contenida en las grasas insaturadas, por lo que cobra mayor relevancia proteger estas grasas dietéticas del proceso de biohidrogenación ruminal.

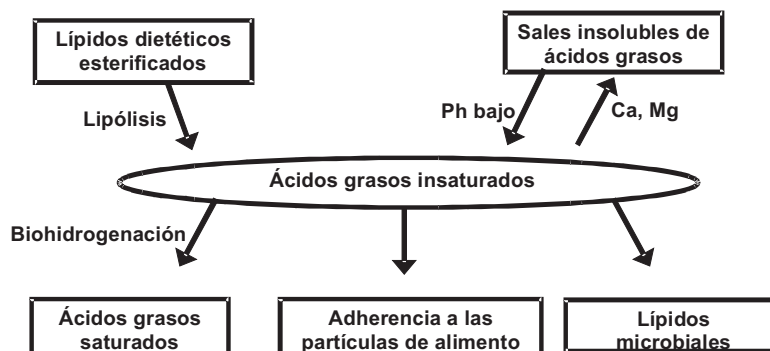


Figura 1. Procesos transformadores de los ácidos grasos insaturados en el rumen.

EFFECTO DE LOS LÍPIDOS SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE LA FIBRA

El uso de grasas no protegidas (activas) produce alteraciones en los procesos fermentativos del rúmen, ya que este tipo de grasas son liberadas en el medio ruminal e interactúan con los microorganismos, afectando negativamente la degradación de la fibra (Jenkins, 1993). Las grasas afectan la fermentación ruminal mediante un efecto inhibitorio directo sobre los microorganismos, al adherirse a las partículas de alimento, disminuyendo la tasa de exposición del forraje al ataque enzimático microbiano. Estudios indican que los organismos gram-positivos, como las bacterias celulolíticas y metanogénicas, cuya principal función es la fermentación de las fracciones fibrosas de la dieta, son las más afectadas por la presencia de grasa en la dieta, causando inhibición de la actividad microbiana y reducción en la degradación de las fracciones fibrosas de la dieta (Maczulak *et al.*, 1981). Esta inhibición se acompaña por una disminución en la producción de metano, hidrógeno y ácidos grasos volátiles y la disminución en la relación acetato:propionato, lo cual tiende a afectar negativamente la concentración de grasa en la leche (Boggs *et al.*, 1987; Chalupa *et al.*, 1984).

Cuando la grasa dietética inhibe la fermentación, se deprime la digestibilidad de la fibra en todo el tracto digestivo y por tanto se incrementa la excreción de la fibra en las heces, a diferencia de los carbohidratos no estructurales, como los almidones, cuya digestibilidad generalmente no es afectada (Boggs *et al.*, 1987; Zinn, 1988). Jenkins y Palmquist (1984) determinaron que la digestión ruminal de los carbohidratos estructurales puede reducirse hasta en más del 50% por la presencia de altas cantidades (10% aproximadamente) de grasas en la dieta. Estos fenómenos obligan a limitar el uso de grasas activas en dietas para rumiantes, ya que Palmquist (1984) sostiene que los microorganismos ruminales únicamente pueden tolerar de 3 a 5% de grasa en la dieta, mientras que Grummer (1996) recomienda incluir solo hasta 6% de la material seca total de grasas activas en las raciones para evitar efectos negativos sobre la fermentación ruminal.

Y no solo la fermentación de los componentes de la pared celular se altera, sino también el metabolismo proteico puede modificarse cuando la grasa dietética interfiere con la fermentación ruminal. En este sentido, Ikwuegbu y Sutton (1982) obser-

varon una disminución en la digestión proteica, lo cual afectó la concentración ruminal de amoníaco e incrementó el flujo de nitrógeno hacia el duodeno de rumiantes suplementados con aceite vegetal. Este fenómeno pudiera ayudar a incrementar el pool de proteína sobrepasante, con lo cual se mejoraría el aprovechamiento de la proteína dietética.

Sin embargo se han observado resultados contradictorios en el efecto inhibitorio de las grasas sobre la fermentación ruminal y estas divergencias pudieran ser atribuibles a algunas diferencias básicas en la estructura lipídica, especialmente en el grado de saturación de las grasas, porque se ha determinado que las grasas insaturadas inhiben la fermentación en mayor grado que las grasas saturadas (Chalupa *et al.*, 1984; Palmquist y Jenkins, 1980). Estudios *in vitro* e *in vivo* indican que las grasas duras (constituidas por ácidos grasos saturados) son más insolubles en el rúmen y así son menos propensas para asociarse con las bacterias o con las partículas alimenticias (Chalupa *et al.*, 1984; Chalupa *et al.*, 1986). La menor toxicidad de los ácidos saturados esta también asociada con la mayor rapidez con que estos reaccionan con cationes en el rúmen, formando sales insolubles de ácidos grasos (Jenkins y Palmquist, 1982). Se piensa que las bacterias ruminales biohidrogenan los ácidos grasos insaturados para minimizar el efecto adverso de estas sobre los microorganismos ruminales (Jenkins, 1993).

También los grupos carboxilos libres de los lípidos parecen tener importancia en la inhibición de la fermentación, ya que los ácidos grasos de cadena larga (AGCL) unidos a sales de calcio (Jenkins y Palmquist, 1984) y los triglicéridos (Chalupa *et al.*, 1984) tienen un efecto inhibitorio menor que los ácidos grasos libres. La industria ha utilizado esta información para desarrollar productos comerciales que eliminan o reducen los problemas de fermentación ruminal. Estas grasas inertes en el rúmen incluyen sales de calcio de AGCL (Chalupa *et al.*, 1986), grasas enriquecidas en ácidos grasos saturados (Grummer, 1988) y grasas encapsuladas (Palmquist, 1991).

Debido a que la formación de jabones de ácidos grasos con calcio es un método para prevenir el efecto adverso de las grasas sobre los microorganismos, se ha venido investigando la inclusión de estos productos preformados industrialmente. En este sentido, Rojas-Bourrillon y Dormond (1994) no encontraron efectos detrimentales por la inclusión de jabones de ácidos grasos de palma y calcio sobre la degradabilidad del heno de transvala (*Digitaria decumbens*), lo que indica que este tratamiento pudiera ser eficaz para atenuar el efecto adverso de los lípidos dietéticos sobre la fermentación ruminal.

De la misma manera, Rojas-Bourrillon *et al.* (1996) no detectaron efectos negativos sobre la degradación ruminal del pasto kikuyo cuando suplementaron vacas no lactantes con niveles crecientes de 300, 600 y 900 g/d de aceite crudo de palma protegido, ni observaron variaciones significativas en el pH ruminal o el perfil de ácidos grasos volátiles. La inclusión de hasta 12% de grasas saturadas en bloques multinutricionales no alteró la fermentación de la MS o la fibra en ovinos (Dean *et al.*, 1999). Esto posiblemente se debió a la alta concentración de sales de calcio proveniente del cemento utilizado para la elaboración de dichos bloques, lo que pudiera proteger a las grasas de disociarse en el medio ruminal.

EFFECTO DE LOS LÍPIDOS SOBRE LA RESPUESTA ANIMAL

De acuerdo a Kronfeld (1976) la eficiencia de utilización de los nutrientes en vacas lactantes teóricamente se maximiza cuando las grasas dietéticas proveen del 15 al 20% de la energía metabolizable consumida por el animal. Diversos estudios han mostrado el efecto positivo de la inclusión de estos lípidos en las raciones, especialmente de rumiantes con altas demandas nutricionales y con dietas de alta calidad. Por ejemplo, González y Bas (2002) observaron en vacas Holstein, suplementadas con 3 o 6% de un aceite hidrogenado de pescado, que la producción de leche fue significativamente superior en las vacas suplementadas con 3% de grasa, mientras que la producción de leche corregida al 4% de grasa fue superior en ambos tratamientos con inclusión de grasa, producto de la mayor producción y contenido de grasa láctea. El grupo con 3% de inclusión presentó la mayor diferencia con respecto al control, siendo 9,1% superior. Similares resultados fueron observados por Shingoethe y Casper (1991), quienes al alimentar vacas con suplementos adicionándoles 5% de grasa obtuvieron entre un 5 y un 10% de mayor respuesta.

Sin embargo el efecto de la utilización de grasas en dietas para rumiantes en condiciones tropicales, utilizando recursos forrajeros de mediana a baja calidad, no ha sido consistente en algunas evaluaciones reportadas en la literatura. En este sentido, Mahecha *et al.* (2005) evaluaron dos fuentes de grasas sobrepasantes, suministradas a razón de 250 g/animal/día, en dos evaluaciones consecutivas utilizando vacas Lucerna mantenidas en un sistema silvopastoril compuesto de especies gramíneas y leguminosas tropicales, observando un incremento entre 1-3% en grasa, proteína, sólidos totales y sólidos no grasos, con el uso de las grasas sobrepasantes, sin diferencias estadísticas significativas.

Tampoco encontraron diferencias significativas en la producción de leche. El análisis de ácidos grasos mostró diferencias estadísticas significativas a favor de los grupos suplementados con grasa sobrepasante, observándose un incremento en los ácidos grasos insaturados hasta del 15%, a favor de los tratamientos con grasa. Por su parte, López *et al.* (2002) suplementaron novillos en fase de crecimiento y engorde y no detectaron efectos positivos sobre la ganancia diaria de peso ni sobre el rendimiento y calidad de la canal. Estos resultados indican que es necesaria recopilar más información para dilucidar la conveniencia de la inclusión de lípidos en las dietas para animales en condiciones tropicales.

EFFECTO DE LOS LÍPIDOS SOBRE LA REPRODUCCIÓN

Durante el periodo de transición y las fases tempranas de lactancia, las deficiencias en el consumo de energía no cubren las demandas para crecimiento fetal, síntesis de calostro y producción láctea, lo cual resulta en un balance energético negativo. Como resultado de este balance energético negativo se produce un efecto adverso sobre la fertilidad y el comportamiento reproductivo (Nebel y McGilliard, 1993). Williams y Stanko (1999) sostienen que el consumo inadecuado de energía y una pobre condición corporal son los dos principales factores que afectan la eficiencia reproductiva en ganaderías bovinas. A pesar de que en rumiantes el consumo de grasas en condiciones naturales es limitado, la adición de grasas para incrementar el contenido ca-

lórico de la dieta es una práctica común en ganaderías especializadas. Más recientemente, la adición de grasas está siendo utilizada para tratar de mejorar algunos procesos metabólicos, especialmente incrementar la síntesis de hormonas que modulan las funciones ováricas.

Hay evidencias que sugieren que el consumo de grasas, particularmente aceites vegetales polinsaturados, pueden afectar positivamente el crecimiento del folículo ovárico, la función lútea y el comportamiento reproductivo posparto, independientemente del efecto calórico (Staples *et al.*, 1998). Estos efectos han sido atribuidos a una cascada de eventos que modifican el patrón de fermentación ruminal, estimulan la síntesis de lipoproteínas y colesterol, aumentan la secreción de esteroides ováricos, modifican las concentraciones de insulina y GH circulantes y mejoran la síntesis o acumulación de la insulina como factor de crecimiento (IGF-I) en las células ováricas (Williams y Stanko, 1999). Grummer y Carrol (1988) analizaron el posible rol de los lípidos en la función ovárica y determinaron un efecto positivo a la suplementación con grasas sobre los niveles de lipoproteínas circulantes. Estos autores señalan la importancia de las lipoproteínas de alta densidad en la reproducción, ya que sirven como fuente de colesterol, el cual es precursor para la síntesis de hormonas esteroidales. De hecho, observaron que la síntesis de progesterona se incrementó cuando se incubaron células granulosas en lipoproteínas altas en colesterol.

Según Staples y Thatcher (1999) la relación entre las grasas dietéticas y los cambios en la función reproductiva no está limitada solo a su efecto sobre el colesterol y la progesterona. Estos autores propusieron un sistema de control de retroalimentación que involucra no solo a la progesterona sino que también afecta la síntesis de prostaglandinas y el papel que juega el estrógeno en la función biológica (celular), como se ilustra en la Figura 2. Se piensa que los ácidos grasos polinsaturados disminuyen la liberación de prostaglandinas, lo cual tendería a mejorar el establecimiento de la pre-

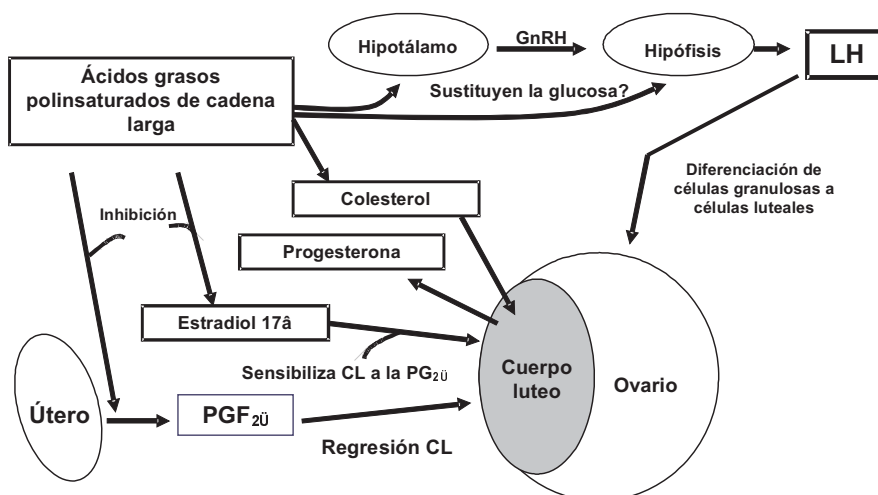


Figura 2. Mecanismos de acción propuestos por el cual los ácidos grasos polinsaturados mejoran la tasa de concepción
Tomado de Staples *et al.*, 1998.

ñez. Adicionalmente los ácidos grasos polinsaturados también disminuyen los efectos del estradiol, el cual potencia la acción de las prostaglandinas.

El efecto de la suplementación de vacas multíparas Brahman, expuestas a toros fértiles por 60 días durante la época de apareamiento después del primer ciclo estrual normal, con 5.2% de grasa (alta) aportada por pulitura de arroz rica en ácidos oleico y linoleico o 3.7% (baja) de grasa dietética fue estudiada por De Fries *et al.* (1998) y observaron que las vacas que recibieron la dieta con mayor concentración de grasa tuvieron mejor condición corporal ($P < .05$). Entre los días 15 al 29 posparto, el número de folículos pequeños (< 4.0 mm, $P < .05$), medianos (4.0 a 7.9 mm, $P < .05$) y folículos totales ($P < .05$) fueron más numerosos en las vacas que consumieron la ración alta en grasa. No se detectaron diferencias en concentración sérica de progesterona entre tratamientos, sin embargo se observó una tendencia a incrementar numéricamente la tasa de preñez (94.1 vs. 71.4%) en las vacas que recibieron la dieta alta en grasa. Por su parte, Williams (1989) suplementó vacas de carne con 8% de grasa y determinó en este grupo de animales que el colesterol plasmático total se incrementó 1.7 veces sobre el grupo control y que a los 7 días después de una sincronización de celo los niveles de progesterona circulante fue > 8.0 ng/ml, mientras que el grupo control el promedio fue menor de 2 ng/ml.

De igual forma Angulo *et al.* (2005) observaron que la suplementación iniciada a los 5 días posparto con una fuente de ácido linoleico sobrepasante, suministrada durante 215 días, mejoró la condición corporal, disminuyó el tiempo de aparición del primer folículo dominante y aumentó las tasas de preñez al primer servicio en novillas mestizas Brahman. Amescua *et al.* (2003) suplementaron vacas Cebú con 400 g/animal/día de grasas protegidas (saponificadas) y observaron que en este grupo se redujeron significativamente los intervalos parto-primera ovulación y parto-primero celo. Las evidencias indican que los lípidos dietéticos parecieran tener un efecto más marcado y consistente sobre la respuesta reproductiva que sobre la producción de leche o carne en bovinos.

CONCLUSIONES

A pesar de que el efecto de las grasas sobre la respuesta productiva de animales alimentados con forrajes tropicales no está claramente definido, pudiera ser indicativo de que, aparte de deficiencias en el consumo energético de estos, estarían involucrados otros nutrientes que limiten esta respuesta. Sin embargo, las divergencias reportadas en la literatura sugieren la necesidad de realizar más evaluaciones para estudiar la efectividad de las fuentes de lípidos disponibles en el mercado nacional, especialmente los productos comerciales de grasas protegidas. En los rebaños doble propósito es escasa la información disponible en condiciones tropicales que permitan dilucidar la conveniencia de incluirlas en las raciones de dichos animales. En este sentido, el aumento del cultivo de palma aceitera en Venezuela y muy especialmente en el Sur del Lago de Maracaibo, significa que a corto y mediano plazo existirá una oferta importante de este tipo de grasa, la cual pudiera constituir una fuente importante para tratar de atenuar las deficiencias energéticas de los plantales bovinos.

LITERATURA CITADA

- Amezcuca E, Zarate J, Arellano H, Hernández VD, Fajardo J. 2003. Efecto de la estación y la inclusión de grasas saponificadas sobre el anestro posparto y la fusión tiroidea en vacas cebú. *Tec Pec Mex* 41:239-250.
- Angulo J, L, Mahecha C, Giraldo M, Cerón J, Gallo J, Olivera M. 2005. Efecto de la suplementación con grasa sobrepasante, sobre algunos parámetros reproductivos de vacas de carne. *Rev Col Cienc Pec* 18:353.
- Boggs DL, Bergen WG, Hawkins DR. 1987. Effects of tallow supplementation and protein withdrawal on ruminal fermentation, microbial synthesis and site of digestion. *J Anim Sci* 64:970.
- Chilliard Y, Gagliostro G, Flechet J, Lefavre L, Sebastian I. 1991. Duodenal rapeseed oil infusion in early and midlactation cows. 5. Milk fatty acids and adipose tissue lipogenic activities. *J Dairy Sci* 74:1844.
- Chalupa W, Rickabaugh B, Kronfeld DS, Sklan D. 1984. Rumen fermentation in vitro as influenced by long chain fatty acids. *J Dairy Sci* 67:1439.
- Chalupa W, Vecchiarelli B, Elser AE, Kronfeld DS, Sklan D, Palmquist DL. 1986. Ruminant fermentation in vivo as influenced by long chain fatty acids. *J Dairy Sci* 69:1293.
- Church DC. 1976. *Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants*. Vol. 1. 2nd Ed. Metropolitan Printing Co, Portland, OR.
- Dean DB, Parra N, Quintero A, Meléndez S, Román R. 1999. Efecto de la proteína y energía sobrepasante en bloques multinutricionales sobre el consumo voluntario y la digestibilidad de ovinos consumiendo henos de baja calidad. *Revista Científica FCV-LUZ IX*:399-407.
- De Fries CA, Neuendorff DA, Randel RD. 1998. Fat supplementation influences postpartum reproductive performance in Brahman. *J Anim Sci* 76:864-870.
- Drackley JK. 2007. Overview of Fat Digestion and Metabolism in Dairy Cows. University of Illinois, Department of Animal Sciences. Disponible en: <http://www.the-dairysite.com/articles/793/overview-of-fat-digestion-and-metabolism-in-dairy-cows>. Accesado el: 25/06/07.
- González F, Bas F. 2002. Efecto de la suplementación con un aceite hidrogenado de pescado sobre la producción de leche en vacas holstein friesian. *Cien Inv Agr* 29:73-82.
- Grummer RR. 1988. Influence of prilled fat and calcium salt of palm oil fatty acids on ruminal fermentation and nutrient digestibility. *J Dairy Sci* 71:117-128.
- Grummer RR, Carrol DJ. 1991. Effects of dietary fats on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. *J Anim Sci* 69:3838-3849.
- Ikwuegbu OA, Sutton JD. 1982. The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. *Br J Nutr* 48:365-373.
- Jenkins TC. 1993. Lipid Metabolism in the Rumen. *J Dairy Sci* 76:3851-3863.
- Jenkins TC, Palmquist DL. 1984. Effect of fatty acids or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. *J Dairy Sci* 67:978-990.
- Kronfeld DS. 1976. The potencial importante of the proportions of glucogenic, lipogenic and aminogenic nutrients in regard to the health and productivity of dairy cows. *Adv Anim Nutr Anim Physiol* 7:7-19.

- López R, García R, Mellado M, Acosta J. 2002. Crecimiento y características de la canal de bovinos alimentados con dos fuentes de proteínas y dos niveles de grasa sobrepasante. *Tec Pec Mex* 40:291-298.
- Maczulak AE, Dehority BA, Palmquist DL. 1981. Effect of long -chain fatty acids on growth of rumen bacteria. *Appl Environ Microbiol* 42:856-862.
- Mahecha L, Angulo J, Salazar B, Cerón M, Suárez JF, Lopera JJ, Molina CH, Molina J, Gallo J, Murgueitio E, Buenaventura J, Olivera M. 2005. Uso de grasa sobrepasante en dietas de vacas lucerna pastoreando un sistema silvopastoril de alta densidad arbórea. *Rev Col Cienc Pec* 18:352
- Nebel RL, McGilliard ML. 1993. Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *J Dairy Sci* 76:3257.
- Palmquist DL. 1984. Calcium soaps of fatty acids with varying insaturation as fat supplements for lactating cows. *Can J Animal Sci.* 64(Sup):240.
- Palmquist DL, Jenkins TC. 1980. Fat in lactation rations: review. *J Dairy Sci* 63:1-14.
- Palmquist DL. 1991. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. *J Dairy Sci* 74:1354-1363.
- Rojas-Bourrillon A, Quan A, Araya E. 1996. Efecto de niveles crecientes de grasa sobrepasante sobre la degradabilidad ruminal del pasto kikuyu y parámetros de la fermentación ruminal. *Agron Costarr* 20: 61-65.
- Rojas-Bourrillon A, Dormond HH. 1994. Efecto de diferentes niveles de grasa protegida sobre la degradabilidad ruminal de la materia seca y pared celular del heno de Transvala (*Digitaria decumbens*). *Agron Costarr* 8(2):197-201.
- Shingoethe DL, Casper DP. 1991. Total lactational response to added fat during early lactation. *J Dairy Sci* 74: 2617.-2622.
- Staples CR, Burke JM, Thatcher WW. 1998. Influence of Supplemental Fats on Reproductive Tissues and Performance of Lactating Cows. *J Dairy Sci* 81:856.
- Staples CR, Thatcher WW. 1999. Fat supplementation may improve fertility of lactating dairy cows. *Proc Southeast Dairy Herd Management Conf. Macon, GA.* Pg. 56.
- Williams GL, Stanko RL. 1999. Dietary fats as reproductive nutraceuticals in beef cattle. *Proc Am Soc Anim Sci* p.68.
- Williams GL. 1989. Modulation of luteal activity in postpartum beef cows through changes in dietary lipid. *J Anim Sci* 67:785.
- Zinn RA. 1988. Comparative feeding value of supplemental fat in finishing diets for feedlot steers supplemented with and without monensin. *J Anim Sci* 66:213.