

REVISION DE LITERATURA

**EFFECTO DE FUENTES LIPÍDICAS SOBRE EL CONSUMO DE
MATERIA SECA Y PERFIL DE ACIDOS GRASOS DE LA
LECHE BOVINA**

**EFFECTS OF LIPID SOURCES IN THE DRY MATTER INTAKE AND
PROFILE OF FATTY ACIDS IN BOVINE MILK**

Díaz N¹, Romero L²

Universidad de Cundinamarca (Sede Fusagasugá) Facultad de Ciencias Agropecuarias
Programa de Zootecnia - Grupo de investigación Área Verde.

Recibido: Marzo de 2014; Aceptado: Abril de 2014.

RESUMEN

En el siguiente trabajo se analizó la información más importante y relevante sobre el efecto de los lípidos en las dietas para vacas en lactación. Adicionalmente, se investigó y profundizó su influencia en el consumo de materia seca y en algunos parámetros como producción de leche y perfil de ácidos grasos en la grasa de la leche. Las vacas lactantes después del parto se encuentran en un estado de balance energético negativo debido a que el animal disminuye el consumo, pero a la vez aumenta la producción, debido a esto, la suplementación con fuentes lipídicas se torna una herramienta eficiente, ya que contienen un mayor contenido energético en comparación a fuentes ricas en almidón, aumentan la producción de leche, una vez que aumenta la ingestión de energía o mejoran la eficiencia de utilización de energía. Además de ello, la suplementación con fuentes lipídicas es viable ya que mejoran el perfil de ácidos grasos en la leche y en algunos casos en la carne llevando con esto efectos benéficos a los consumidores de productos de origen animal, así mismo, generando un valor agregado.

¹Estudiante de Zootecnista Universidad de Cundinamarca

²Zootecnista, Docente Investigador Universidad de Cundinamarca. Grupo de investigación Área Verde.

Contacto: laurazootec@hotmail.com

Palabras clave: Glándula mamaria, Lípidos, Perfil de ácidos grasos.

ABSTRACT

In this paper the most important and relevant information regarding the importance of lipid supplemented diets for lactating cows was investigated further its influence in some productive parameters, dry matter intake, milk production was analyzed and profile of fatty acids in milk fat. Lactating cows after delivery are in a state of negative energy balance because the animal decreases consumption, but also increases the production is needed supplementation with lipid sources because they contain much more energy content than starches and with good management can correct some type of metabolic diseases for ruminants. According to the review authors all agree that supplementation with lipid sources is feasible and improves the profile of fatty acids in milk and meat in some cases leading to this beneficial effects to consumers of animal products especially ruminants thus giving it added value.

Key words: Mamary Gland, Lipids, Profile of Fatty Acids.

INTRODUCCIÓN

La grasa de la leche es uno de los componentes más importantes dentro de la composición de esta, ya que le otorga algunas propiedades para su posterior transformación en sus derivados y todo esto depende de perfil de ácidos grasos que se encuentren en la fracción lipídica. Investigaciones de diversos autores han demostrado que la adición de ácidos grasos insaturados de cadena larga en la dieta de vacas en lactancia pueden generar un cambio en la composición de la grasa de la leche bovina y esto a su vez puede dar lugar a una serie de beneficios que aprovechará el consumidor final.

Lo descrito anteriormente, puede ser un ideal de producción, sin embargo, aún no se cuenta con la información suficiente para establecer universalidad de esta teoría, por ello se hace necesaria la recopilación de información que permita tener una visión clara de lo que puede llegar a significar la adición de suplementos lipídicos sobre el consumo de materia seca y el perfil de ácidos grasos en la leche. Según (1), la inclusión de 3 a 4% de lípidos en la dieta puede aumentar la ingestión de energía y reducir el consumo de almidones, lo que minimiza la incidencia de desórdenes en la fermentación ruminal

dando lugar a efectos positivos en la producción de grasa de la leche que será finalmente para el consumo humano. Esta revisión se enfocó en buscar y analizar la información pertinente para aclarar el efecto del suministro de fuentes lipídicas dentro de la alimentación de los rumiantes y su efecto en la producción y composición de la leche. Actualmente, se evidencia una clara tendencia hacia la suplementación de lípidos de acuerdo con los resultados obtenidos en la literatura consultada, ya que a partir de estos se puede modificar la composición de la grasa en la leche y consecuentemente la calidad de la misma. Adicionalmente, se ha demostrado que hasta cierto nivel de inclusión, las grasas pueden mejorar el metabolismo de los rumiantes y los efectos en la composición de la leche pueden ser benéficos para la salud humana. Por consiguiente, el objetivo de la presente revisión fue determinar el efecto de fuentes lipídicas sobre el consumo de materia seca y el perfil de ácidos grasos en la leche bovina.

REGULACIÓN DEL CONSUMO DE MATERIA SECA

En las vacas de alta producción es importante y necesario promover el consumo de materia seca (CMS) para que estas a su vez puedan suplir sus requerimientos energéticos, evitando las pérdidas dentro de la producción y manteniendo los animales en excelente estado de salud.

La regulación del CMS se da principalmente por dos mecanismos, siendo estos, un mecanismo de tipo metabólico y otro mecanismo físico. De acuerdo a esto, se puede presentar alguno de los dos mecanismos, dependiendo del tipo de alimento suministrado al animal. Dentro de los factores que regulan el consumo de materia seca, se encuentra la producción de ácidos grasos de cadena corta, el contenido de agua de los alimentos, el porcentaje de FDN de la dieta, el tipo de fibra y el estado de madurez de los forrajes, la motilidad ruminal y la tasa de pasaje, entre otros (2).

El consumo de materia seca se ve influenciado por varios factores que interactúan entre sí. Uno de los principales limitantes está relacionado con el volumen del alimento, siendo este efecto conocido como efecto de llenado físico el cual inhibe el consumo de materia seca por la estimulación de algunos receptores de tensión mediante la

distensión del retículo-rumen, en el cual se envían mensajes al centro de saciedad ubicado en el hipotálamo ventro-medial, de modo tal que el animal cesa el mecanismo de ingestión de alimentos. Adicionalmente, la tasa de digestión y la tasa de pasaje juegan un papel importante en la regulación del consumo de materia seca ya que, a medida que la tasa de digestión aumenta y consecuentemente la tasa de pasaje, se genera un aumento del CMS. Un efecto diferente ocurre en el caso de alimentos o dietas de baja calidad los cuales van tener una menor digestión ruminal y por consiguiente menor tasa de pasaje, proceso este, que conlleva al llenado físico del rumen (2).

Los rumiantes como los bovinos tienen una dieta basada principalmente en gramíneas y leguminosas. Dependiendo de la estructura de la pared celular de los vegetales, se puede generar una baja digestibilidad de los nutrientes. En el caso de la fibra en detergente neutro digestible (FDND), esta se encuentra estrechamente relacionada con la digestión de la fibra proveniente de los forrajes a nivel ruminal. En este sentido, la FDND es un parámetro que determina la calidad de la fibra, parámetro este, influenciado por la fase de madurez del forraje. (2), reportan que con una disminución en la dieta de FDN se puede aumentar el consumo de materia seca generando de esta forma, un aumento en la producción de leche.

La regulación del consumo desde el punto de vista metabólico se basa principalmente en el aumento de los metabolitos, productos de la fermentación, constituyéndose en la fuente energética principal en los rumiantes. Los metabolitos que tienen efecto directo en la regulación del consumo son la glucosa, propionato y algunos aminoácidos como leucina. Dichos metabolitos son oxidados en el hipotálamo donde se genera una reducción del neuropéptido tirosina, agente este, que estimula el apetito y motivo por el cual se genera una reducción del consumo de materia seca (3). Por otro lado, el hígado posee receptores específicos para el propionato y fibras aferentes las cuales envían la información sobre el estado energético del animal al centro de saciedad, haciendo que el consumo se inhiba o sea estimulado. Otra de las hipótesis, es que el propionato afecta la secreción de insulina por el páncreas generando un aumento de esta y una reducción del consumo de materia seca (4).

SUPLEMENTACIÓN CON LÍPIDOS Y SU EFECTO EN EL CONSUMO DE MATERIA SECA

La suplementación con lípidos incrementan la densidad energética de las dietas lo que contribuye a un aumento del consumo de energía por parte del animal y un incremento en la producción de leche. Los lípidos afectan la digestión de la fibra lo que puede contribuir con una distensión del rumen, además, estos contribuyen a la liberación de colecistoquinina (CCK) la cual inhibe el consumo de materia seca, debido a que afecta el vaciamiento gástrico. Por otro lado, los lípidos suplementados en la dieta poseen un efecto tóxico sobre las bacterias ruminales lo que causa que la velocidad de digestión disminuya (4). Los ácidos grasos insaturados que llegan al rumen atraviesan un proceso de biohidrogenación por las bacterias ruminales, estos lípidos se fijan a las células bacterianas y pasan a través del rumen sobre la superficie de la célula microbiana, afectando la digestión de la proteína bacteriana y por el efecto tóxico de los ácidos grasos insaturados en las bacterias celulolíticas disminuyen la digestión de los alimentos fibrosos, reduciendo el consumo de materia seca además de la utilización de proteína en el rumen, viéndose afectada la producción de ácidos grasos de cadena corta principalmente acético y butírico dando como resultado una menor producción de grasa en la leche (5).

Con el suministro de ácidos grasos insaturados además de reducir la digestión de la fibra, en el ambiente ruminal también se puede disminuir la concentración de metano y de hidrogeniones por estas razones el suministro de semillas oleaginosas se hace una opción viable ya que la liberación de los ácidos grasos será más lenta.

Lo mencionado anteriormente está respaldado por algunas de las teorías más aceptadas, las que argumentan que el CMS disminuye con el suministro de lípidos en la dieta debido a que se encuentra el efecto antimicrobiano de los lípidos y la modificación de la población microbiana, relacionada con la digestión de la celulosa además de la baja disponibilidad de calcio, por lo cual cuando se ofrece un suplemento lipídico es necesario aumentar los niveles de calcio en la dieta (6).

GLÁNDULA MAMARIA

La formación de la leche requiere de un gran trabajo metabólico ya que se necesita del pasaje de 450 Lts de sangre por la glándula mamaria para la producción de un 1 L de leche. Dentro de los componentes esenciales de la leche, se encuentra la grasa la cual puede variar entre especies mamíferas y así mismo dentro de cada especie. El estándar de la producción de grasa en leche bovina se encuentra entre 3,5 y 5,5 %, siendo en su mayoría conformada por triglicéridos (97%) y el 3% restante por ácidos grasos no esterificados. La grasa es secretada por la glándula mamaria en forma de pequeños glóbulos grasos rodeados por una bicapa lipídica la cual permite que estos sean solubles en el medio acuoso (7).

La fracción lipídica de la leche está presentada por glóbulos grasos emulsificados, estos glóbulos grasos son formados por el retículo endoplasmático de las células alveolares de la glándula mamaria, los cuales están recubiertos por proteínas y partes de la membrana celular la cual consiste principalmente de fosfolípidos, cerebrosidos y colesterol (8).

La síntesis de ácidos grasos por la glándula mamaria esta mediada por el acetato, el β -hidroxibutirato y algunos ácidos grasos provenientes de la dieta que pueden ser modificados por medio de la biohidrogenación ruminal o aquellos que son absorbidos intactos en el intestino delgado, los cuales son transportados por medio de lipoproteínas VLDL y quilomicrones en sangre hasta la glándula mamaria y que sirven como sustrato para la síntesis de nuevos ácidos grasos o simplemente son incorporados al componente lipídico de la leche (7).

Dentro de esta fase lipídica se encuentran ácidos grasos de cadena corta de los cuales el principal sustrato es el acetato y el β -hidroxibutirato. Los ácidos de cadena media provienen principalmente de la degradación de tejido adiposo y los ácidos de cadena larga e insaturados son aportados principalmente por la dieta (7).

Dentro de los ácidos grasos más encontrados se encuentran en gran proporción los saturados de cadena larga C14 a C18 componiendo alrededor de 75g / 100g de grasa

en la leche, luego se encuentran los monoinsaturados, siendo el más común el C18:1 dando 21g / 100g y en menor proporción los poliinsaturados C18:2 y C18:3 con 4g/100g de grasa. Dentro de la glándula mamaria los AG consumidos de la dieta sufren pequeños cambios como la desaturación de los ácidos C18 a C18:1 (9).

SUPLEMENTACIÓN CON LÍPIDOS Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE LA LECHE

El efecto de la suplementación con lípidos aumentó la producción de leche en vacas lactantes cuando la principal limitante es energía y disminuyó el porcentaje de proteína (10). Lo que es contrario a lo reportado por (11) quien observó en su investigación la disminución en la producción de leche.

(12) no encontró diferencias significativas debido a la suplementación con diferentes fuentes lipídicas como aceite de pescado, soya y el tratamiento de los dos combinados en la producción de leche en vacas de la raza Holstein y Pardo Suizo con un promedio de producción de 28.9 Kg/d,

SUPLEMENTACIÓN DE LÍPIDOS Y COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE LA LECHE

Según estudio de (11), la producción de leche disminuyó con el suministro de lípidos pero el porcentaje de grasa (%), la producción de grasa (g/kg) y el contenido de proteína (%) aumentaron en la leche, con la suplementación de aceite de girasol y aceite de linaza protegido con formaldehído el cual, disminuyó el porcentaje de ácidos grasos saturados en leche tales como, C₄ al C17 pero aumentó el porcentaje de otros ácidos grasos insaturados como los C18:1 *cis*-9 teniendo un aumento significativo con respecto a la dieta control, donde el aceite de girasol fue el que más influyó en el aumento del porcentaje de estos.

Lo anterior es respaldado por (13), quien al alimentar con semilla de algodón encontró que el porcentaje de grasa en leche aumentó con tratamientos con un nivel de inclusión del 15 y 25 % de la semilla en la dieta, sin embargo, el porcentaje de sólidos no grasos y la proteína fueron disminuidas por el efecto de los tratamientos, lo que indica que el

porcentaje de grasa aumentó en un 0.025% y la proteína disminuyó en un 0.004%, efecto similar al anterior estudio donde disminuyó la cantidad de ácidos grasos saturados de cadena corta, con un aumento significativo en la producción de ácidos grasos insaturados en la leche, principalmente de oleico lo que indica gran transferencia de lípidos de la dieta a la glándula mamaria.

Un componente de la leche de bovino es el ácido ruménico o ácido linoleico conjugado el cual es sintetizado en la glándula mamaria a partir del ácido *trans* vacénico por medio de la enzima delta 9 desaturasa, además, el ácido linoleico conjugado también es un producto intermediario de la biohidrogenación ruminal (14).

La inclusión de semillas oleaginosas en las dietas para rumiantes en estado de lactancia resulta en la reducción de ácidos grasos saturados de cadena media y corta C4-C16, y en el incremento de los niveles de ácidos grasos de cadena larga mono y poliinsaturados, esto puede ser, debido a que de este modo los ácidos grasos, pueden escapar a la hidrogenación de las bacterias ruminales.

(6), reportó una tendencia de disminución en el porcentaje de grasa en la leche cuando se suplementó con aceite de soya. De igual forma, encontró una disminución en el porcentaje de proteína. Según (15), la reducción en el porcentaje de grasa en la leche se debe a la gran concentración de isómeros *trans* C18:1, producto de la biohidrogenación incompleta por las bacterias ruminales, provocando así, la inhibición de la síntesis de grasa por la glándula mamaria. Igualmente la baja producción de proteína puede ser debida a la baja producción de propionato en el rumen lo que ocasiona la utilización de aminoácidos para la gluconeogénesis, disminuyendo la disponibilidad de estos para la formación de proteína por la glándula mamaria. (16) observó una reducción en la producción de grasa en la leche debido a los efectos de los tratamientos con sales de calcio y aceite de soya, sin embargo, el efecto fue más marcado con la suplementación de sales de calcio. De igual forma, (17), afirma que la reducción en el contenido de grasa se debe a intermediarios de la biohidrogenación de los ácidos grasos lo que da lugar a la inhibición de la síntesis de nuevo por la glándula mamaria, al parecer por la interacción con los sistemas enzimáticos propios de esta.

En otro estudio, (18) analizó y evaluó los efectos de diferentes dietas que contenían jabones de calcio y granos de soya llegando a la conclusión de que las dietas redujeron las proporciones de ácidos grasos de cadena corta, esto apoya lo dicho por los anteriores autores, además también afirman que los contenidos de ácidos grasos de cadena media se vieron afectados por la suplementación con aceite y granos de soya así como con jabones de calcio, favoreciendo así el aumento de la producción de ácidos grasos de cadena larga en relación a la dieta control. De la misma forma se observó el aumento de ácidos grasos insaturados y la disminución de ácidos grasos saturados. Los mismos efectos fueron mencionados por (19) quien observó una reducción de la producción diaria del 40% para los ácidos grasos de cadena corta, 48% para ácidos de cadena media y 43% para los ácidos saturados. Adicionalmente, se observó un aumento en la producción de ácidos de cadena larga, monoinsaturados y poliinsaturados con la suplementación de fuentes lipídicas que representaron el 2% de la dieta en base a la materia seca (aceite de pescado y de soya) con respecto a la dieta control (sin suplementación).

FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN DE GRASA EN LA LECHE

Además de la suplementación con lípidos insaturados existen otros factores que pueden tener una importante acción sobre los cambios en la producción de grasa en la leche. (6), argumenta que con el incremento de granos en la dieta aumenta la producción de leche y de proteína debido a que hay una concentración mayor de propionato en el rumen, por lo tanto un aumento en la síntesis de glucosa lo que conlleva a la producción de lactosa que es la encargada de regular la entrada de agua hacia la glándula mamaria, así mismo hay más disponibilidad de aminoácidos para la síntesis de leche y no para la gluconeogénesis, debido a este cambio también habrá una disminución en la grasa de la leche reflejado en el cambio del perfil de ácidos grasos.

Otro parámetro influyente en la producción de grasa de la leche es el pH ruminal, un pH bajo puede interferir con la biohidrogenación de los ácidos grasos de cadena larga, lo que indica que el porcentaje de estos en la grasa de la leche aumenta, aunque los

autores no han dilucidado el mecanismo por el cual el pH afecta la producción de grasa en la leche, se encuentran dos postulados. 1) El pH ruminal ácido tiene un efecto en la población microbiana impidiendo que las bacterias lipolíticas aumenten en número y 2) puede interferir en la actividad lipolítica de la lipasa bacteriana (6).

PRODUCCIÓN DE ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO (CLA)

El ácido linoleico conjugado (CLA) es el principal isómero del ácido linoleico al cual se le han comprobado propiedades benéficas para la salud de los consumidores. Entre los beneficios que se le otorgan al CLA son las propiedades anticancerígenas, antidiabéticas y la disminución de las enfermedades cardiovasculares.

El CLA y el ácido vaccénico (C18:1 *trans*-11) son productos intermediarios e incompletos de la biohidrogenación por las bacterias del rumen, que se encuentra en los productos de los rumiantes ya sea carne o leche. A pesar de que el ácido linoleico conjugado es un metabolito producido por la biohidrogenación incompleta de los ácidos grasos poliinsaturados que llegan al rumen hay una fuerte evidencia que en la glándula mamaria también hay síntesis a partir del ácido *trans*-11 por medio de la enzima delta-9-desaturasa (6).

La suplementación con ácidos grasos insaturados como los contenidos en aceites de pescado y en oleaginosas como la soya tienen un efecto potencial en el aumento de las concentraciones de CLA en el perfil de ácidos grasos según lo observado por (12), principalmente del isómero *cis* 9 *trans* 11. De igual forma, esto es apoyado por (11) quienes observaron mayores secreciones en la leche del isómero *cis* 9 *trans* 11 con la suplementación de aceite de girasol y linaza tratada con formaldehído lo siguiente puede ser explicado por la biohidrogenación parcial de los ácidos linoleico y linolénico en el rumen, además de la alta actividad de la enzima delta -9 – desaturasa en la glándula mamaria.

COMPARACIÓN RAZAS HOLSTEIN Y JERSEY

Según estudio hecho por (20), el consumo de materia seca y la producción de proteína en leche fue disminuida en ambas razas por la inclusión de un suplemento lipídico en

la ración basado en aceite de pescado, jabones de calcio de ácido palmítico y granos de destilería pero el efecto fue más marcado en la raza Holstein. El nivel de inclusión en las dietas fue 0, 0.25, 0.5 y 0.75

No se encontraron interacciones entre la raza y el nivel de inclusión de grasa en la dieta, la composición de la grasa de la leche de la raza Jersey tuvo más concentración de ácidos grasos de cadena corta y media, adicionalmente una menor proporción de ácido palmítico y oleico que la raza Holstein. En la raza Holstein con un aumento en el nivel de inclusión de grasa se vio reflejado un incremento en los porcentajes de ácido oleico, en cambio el ácido esteárico se mantuvo estable lo que indica la captación del ácido esteárico del plasma sanguíneo por la glándula mamaria y su posterior de saturación, sin embargo, en la raza Jersey tanto el ácido esteárico como el oleico incrementaron con un aumento en el nivel de inclusión de grasa en la dieta.

Este estudio también reflejó que la grasa de la leche de la raza jersey al ser más abundante en ácidos de cadena corta y saturada tiene menor fluidez

CONCLUSIONES

De acuerdo a la información analizada en esta revisión se puede afirmar que la inclusión de fuentes lipídicas en las dietas para rumiantes trae consigo una serie de efectos benéficos sobre la salud de los animales y a la vez brinda a los consumidores la seguridad de consumir productos de origen animal de una mejor calidad, con un valor agregado que también tendrá un efecto sobre las oportunidades de mercadeo de estos productos.

Los lípidos de la dieta afectan los parámetros de producción y composición de la leche, sin embargo, estos varían dependiendo de factores como el tipo de lípido que se suministra, el nivel de inclusión, el número de lactancias, condiciones medio ambientales y características propias del animal.

Se hace necesario hacer réplicas de estos ensayos, para determinar el efecto de los lípidos en las dietas de rumiantes en las condiciones climatológicas de nuestro país y con nuestras fuentes de lípidos.

BIBLIOGRAFIA

1. PALMQUIST, D. L., JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: review. *Journal of Dairy Science* 1980. 63:1 – 14.
2. NAEEM TAHIR, M. Voluntary feed intake by dairy cattle. suiza: SLU; 2008.
3. RELING, A. E, MATTIOLI, G. A. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes, Cátedra de Fisiología, Facultad de Ciencias Veterinarias, U.N.L.P.; 2007.
4. ALLEN, M. Effects of Diet on Short-Term Regulation of Feed Intake by Lactating Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 2000. 1598-1624.
5. CHAMBERLAIN, T., WILKINSON, J. Alimentacion de la vaca lechera. Zaragoza: Chalcombe publications. 2002.
6. OLIVEIRA, S.G. Utilização de fontes de gordura em dietas com diferentes níveis de fibra para vacas em lactação. [Dissertação de Maestria]. Piracicaba (SP): São Paulo Univ; 2001.
7. GONZALES, F.H.D., DURR, J.W., FONTANELI, R.S. Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras. Porto Alegre, 2001.
8. LINDMARK, H. Fatty Acids in Bovine Milk Fat. Sweden: Food and Nutrition Research. 2008.
9. MANDSBRIDGE, J., BLAKE, S. Nutritional factors affecting the fatty acid composition of bovine milk. *British Journal of Nutrition*, 1997. 37-47.
10. EASTRIDGE.M.L. Effects of Feeding Fats on Rumen Fermentation and Milk Composition. 37th Annual Pacific Northwest Animal Nutrition Conference, 2002. pag 47-57.
11. BERNARD, L., LEROUX, C., CHILLIARD, Y. Mammary Lipid Metabolism and Milk Fatty Acid Secretion in Alpine Goats Fed Vegetable Lipids. *Journal Dairy Science*, 2005. 1478-1489.
12. ABUGHAZALEH. M.M., SCHINGOETHE, A.J., HIPPEN.R.A., KALSCHEUR.K.F., WITHLOCK.L. A. Fatty Acid Profiles of Milk and Rumen Digesta From Cows Fed

- Fish Oil, Extruded Soybeans or Their Blend. *Journal of Dairy Science*. 2002. pag 2266-2276.
13. SMITH, N., COLLAR, S., DUNKLEY, L. Digestibility and Effects of Whole Cottonseed Fed to Lactating Cows. *Journal of Dairy Science*, 1981. 2209-2215.
14. CHILLIARD, Y., FERLAY, A., ROUL, J., LAMBERET, G.A. Review of Nutritional and Physiological Factors Affecting Goat Milk Lipid Synthesis and Lipolysis. *Journal of Dairy Science*, 2003. 1751-1770.
15. BAUMAN, D; GRIINARI, J. M. regulation and nutritional manipulation of milk fat: low fat milk syndrome. *Livestock Production Science*, 2001. 70:25-29.
16. SANTOS, L. Fontes de Gordura na Alimentacao de vacas leiteiras no periodo de transicao e inicio de lactacao. Universidade de Sao Paulo. 2009.
17. PANTOJA, J, FIRKINS, J.L., EASTRIDGE, M.L. Effects of fat saturation and source of fiber on site of nutrient digestion and milk production by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 1994. 77(8): 2341-2346.
18. COSTA, M. Racoes com diferentes fontes de gordura para vacas em lactação. Viçosa. 2008.
19. LEITE, L. Perfil do acidos gaxos do leite e metabolismo de lipidios no rumen de vacas recebendo dietas com alto ou baixo teor de concentrado e oleo de soja ou peixe. [Tesis de Doctorado]. São Paulo Univ; 2006.
20. BEAULIEU, D., PALMQUIST, D. Differential Effects of High Fat Diets on Fatty Acid Composition in Milk of Jersey and Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, 1995. 1336-1344.