

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



La adición de grasa de sobrepaso en la dieta de cabras estabuladas incrementa la producción de leche y el colesterol en sangre.

Por:

REYES ALFREDO CARRILLO TORRES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

La adición de grasa de sobrepeso en la dieta de cabras estabuladas incrementa la producción de leche y el colesterol en sangre.

Por:

REYES ALFREDO CARRILLO TORRES

TESIS

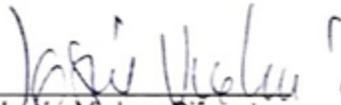
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



Dr. Horacio Hernández Hernández
Presidente



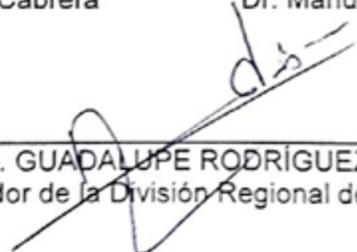
Dr. Jesús Welma Sifuentes
Vocal



Dr. José Alfredo Flores Cabrera
Vocal



Dr. Manuel de Jesús Flores Nájera
Vocal Suplente



M.C. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

La adición de grasa de sobrepeso en la dieta de cabras estabuladas incrementa la producción de leche y el colesterol en sangre.

Por:

REYES ALFREDO CARRILLO TORRES

TESIS

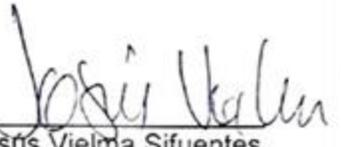
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Horacio Hernández Hernández
Asesor Principal


Dr. Manuel de Jesús Flores Nájera
Coasesor Externo


Dr. Jesús Vielma Sifuentes


M.C. J. GUADALUPE RODRIGUEZ MARTINEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2019

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme aprender algo nuevo, por encontrar a las personas que me motivaron a seguir estudiando. Gracias por todo a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

A mis asesores

- ❖ Dr. Horacio Hernández Hernández
- ❖ M.B. Ricardo Avilés Ruiz
- ❖ Dr. Manuel De Jesús Flores Nájera
- ❖ Dr. José Alfredo Flores Cabrera
- ❖ Dr. Javier Morán Martínez
- ❖ Dr. Jesús Vielma Sifuentes

A las familias

- ❖ Torres Casillas
- ❖ Carrillo González

Al médico

- ❖ Luis Sifuentes Meléndez

DEDICATORIAS

Esta tesis la dedico a mi familia ya es a ella a quien le debo la persona en quien ahora soy. Gracias a mis padres los más responsables que hay:

❖ **José Luis carrillo González**

❖ **María Elena Torres Casillas**

A mi hermana

❖ **Sandra Carrillo Torres**

Por enseñarme a superarme cada día.

A mis sobrinos

❖ **Melanie Nicole Carrillo**

❖ **Leonardo Matías Carrillo**

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es determinar si la adición de grasa de sobrepaso en la dieta de cabras de doble propósito estabuladas incrementa la producción de leche, el colesterol y los triglicéridos en sangre. Para ello se utilizaron 13 cabras encastadas múltiparas que se encontraban en un sistema intensivo con una dieta base) que consistió de 1 kg de alfalfa, 1 kilogramo de ensilaje de sorgo, y 200 g de concentrado, agua y minerales fueron ofrecidos a libre acceso. Las cabras se dividieron homogéneamente en dos grupos: en el grupo testigo (GT; n=7) las cabras recibieron solamente la dieta base. En el grupo experimental (GE; n=6), las cabras además de recibir diariamente la adieta base se les proporcionó 100 g de grasa de sobrepaso/animal. Las variables dependientes se analizaron con un modelo lineal con diseño factorial, donde los factores fueron: tratamiento con dos niveles (GT y GE) y el tiempo con 11 niveles (semana de muestreo). Las cabras del grupo experimental produjeron mayor cantidad de leche y mostraron mayores concentraciones de colesterol y triglicéridos en sangre (efecto de tratamiento ($P < 0.001$) en las 3 variables. El factor tiempo resultó significativo solamente para la variable triglicéridos. La interacción tiempo \times tratamiento fue significativa para la variable colesterol ($P = 0.01$)). Los resultados del presente trabajo demuestran que a las cabras de doble propósito estabuladas la adición de grasa de sobrepaso en la dieta estimula la producción de leche e incrementa las concentraciones de triglicérido, y colesterol en plasma sanguíneo.

Palabras clave: Lactancia, Grasa protegida, Perfiles metabólicos, Caprinos

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Generalidades de la caprinocultura y la lactancia	3
2.1.1 Distribución geográfica de ganado caprino	3
2.2. Importancia de algunos perfiles metabólicos en mamíferos y su relación con la lactancia.....	6
2.2.1. Colesterol	6
2.2.2. Triglicéridos.....	7
2.3 Efectos de la grasa de sobrepeso sobre algunos perfiles metabólicos y balance energético negativo (BEN)	8
2.3.1 Grasa de sobrepeso	11
OBJETIVOS	14
HIPÓTESIS	14
CAPÍTULO III.....	15
MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1 Localización del área de estudio	15
3.2 Animales y manejo	15
3.5. Variables determinadas.....	16
3.5.1. Producción de leche	16
3.5.2 Concentración de colesterol y triglicéridos	17
3.6 Análisis estadístico de las variables.....	18

CAPÍTULO IV	19
RESULTADOS	19
4.1. Producción de leche	19
4.2 Concentración de colesterol plasmático	20
4.3 Concentraciones plasmáticas de triglicéridos.....	21
CAPÍTULO V.....	22
DISCUSIÓN	22
CAPÍTULO VI	24
CONCLUSIONES	24
LITERATURA CITADA.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Promedio (\pm EEM) de los cambios en la producción de leche de cabras en once semanas de medición del grupo experimental (\blacksquare ; n = 6) y grupo control sin adición de dicha grasa (\bullet ; n = 7). Los análisis estadísticos mostraron un efecto de tratamiento ($P < 0.001$). Sin embargo el factor tiempo y la interacción (tratamiento X tiempo) no resultaron significativos ($P > 0.05$).....19

Figura 2. Promedio (\pm EEM) de los cambios en la concentración sanguínea de colesterol de cabras en once semanas de medición del grupo experimental (\blacksquare ; n = 6) y grupo control sin adición de dicha grasa (\bullet ; n = 7). Los análisis estadísticos mostraron un efecto de tratamiento y la interacción tratamiento X tiempo ($P < 0.001$ y $P < 0.01$, respectivamente). Sin embargo el factor tiempo ($P > 0.05$) no resultó significativo.....20

Figura 3. Promedio (\pm EEM) de los cambios en la concentración sanguínea de triacilgliceroles de cabras en once semanas de medición del grupo experimental (\blacksquare ; n = 6) y grupo control sin adición de dicha grasa (\bullet ; n = 7). Los análisis estadísticos mostraron un efecto de tratamiento y el factor tiempo ($P < 0.001$ y $P < 0.05$, respectivamente). Sin embargo la interacción tratamiento X tiempo no resultó significativa ($P > 0.05$).....21

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En México, la caprinocultura está asentada en las regiones áridas y semiáridas. En su mayoría, los caprinos son explotados en sistemas de tipo extensivo con un manejo rústico y poco apoyo tecnológico y económico (Echavarría *et al.*, 2006). Del total de la población de animales caprinos, se ubica en el área rural. Las cabras son importantes productoras de leche y carne para consumo humano, y así como otros rumiantes, están particularmente bien capacitados para utilizar forrajes de calidad pobre y adaptados a muchos sistemas de manejo. En México, son cinco los estados de principal importancia por la cantidad de caprinos: Oaxaca, Coahuila, San Luis Potosí, Puebla y Nuevo León que en conjunto contribuyen con el 47% del inventario nacional. Las tres cuartas partes de la población caprina se contabilizan en diez estados (Rebollar *et al.*, 2012). Por otro lado, la región norte-centro aporta aproximadamente el 45% de la producción nacional de leche de cabra. La producción de leche de cabra está concentrada (75%) en dos regiones: La Laguna (Coahuila y Durango) y el Bajío (Aguascalientes, Guanajuato, Michoacán, Querétaro, San Luis Potosí, Jalisco); la mayoría de la leche en esas regiones es adquirida por compañías para hacer queso y dulces (Rebollar *et al.*, 2012).

En la lactación temprana, las cabras lecheras a menudo son forzadas a utilizar sus reservas energéticas corporales dado que no satisfacen sus

requerimientos de ingesta energética diaria. La suplementación con grasa de sobrepaso en la dieta puede aminorar el desbalance energético negativo que se presenta en esta etapa fisiológica. En un estudio llevado a cabo por Baldi y colaboradores en 1991, encontraron que el colesterol es mayor en los animales que son alimentados con grasa de sobrepaso en comparación con los que no se les proporciona. De estos resultados suponemos que el colesterol en sangre puede jugar un rol metabólico en la síntesis de leche, por lo que el objetivo del presente trabajo fue determinar si la adición de grasa de sobre paso en la dieta de cabras incrementa la producción de leche y el colesterol en sangre.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades de la caprinocultura y la lactancia

La caprinocultura a nivel mundial se ha desarrollado paralelamente a la historia de la humanidad. La población caprina se distribuye prácticamente en todo el mundo y bajo una gran variedad de condiciones agroecológicas. Sin embargo, la mayor proporción de caprinos se encuentra a lo largo de una franja comprendida entre los Trópicos de Cáncer y Capricornio, en donde confluyen por un lado, la mayor parte de las zonas áridas y semiáridas del planeta, y por otro, gran cantidad de países subdesarrollados, coincidentemente poseen el mayor número de cabras a nivel mundial (China, India, Pakistán, Nigeria y Turquía) (Ducoing, 2005).

2.1.1 Distribución geográfica de ganado caprino

Se estima que el número total de caprinos a nivel mundial es de 924 millones de cabezas de ganado, de las cuales la mayor parte se concentra en Asia y África (93%), Europa cuenta con el 1.9 % de dicha población, mientras que Oceanía solo cuenta con un 0.5 %. Latinoamérica y el Caribe cuentan con una población de 4.1 %, destacando Brasil y México con cerca de 9 millones de cabezas de ganado cada uno. La población de caprinos con la que cuenta México, representa el uno por ciento del total de la población mundial y el 23 % de la población en Latinoamérica (Devendra, 2010).

2.1.2 Producción de leche caprina en México

Los caprinos generan alrededor de 150 millones de litros de leche al año. En México existe una caprinocultura tendiente a la tecnificación y a la obtención de mejores rendimientos productivos, tanto con fines de autoconsumo como también con propósitos comerciales. Los principales estados productores de leche son Coahuila, Durango y Guanajuato, contribuyendo con más del 70% de la oferta nacional. La cadena productiva de la leche caprina cuenta con numerosos eslabones entre los proveedores de insumos y el consumidor final (Ducoing, 2005)

2.1.3 Características de la leche caprina

La leche de cabra es una mezcla de proteínas (caseína), grasas, carbohidratos (lactosa), sales y otros componentes. La composición de la leche determina su calidad nutritiva y su valor como materia prima para fabricar productos alimenticios. Tiene una composición cualitativa constante, pero cuantitativamente la cantidad de cada uno de los componentes varía en función de diferentes factores tales como la nutrición, la raza del animal, la etapa de la lactación, número de partos, la época del año, el clima de la región (Bidot, 2017).

Las proteínas de la leche son las caseínas, proteínas coagulables que determinan en parte el rendimiento del procesamiento de la leche y, por tanto, la calidad de la misma. Las caseínas son un grupo de proteínas de la leche, caracterizado por presentar uniones éster-fosfato, un alto contenido en prolina y bajo en cisteína (Flores-Cordova *et al.*, 2009).

En la leche de cabra también se encuentran algunos lípidos simples como los diacilgliceroles y los ésteres de colesterol, así como fosfolípidos y compuestos liposolubles como los esteroides y el colesterol (Bidot, 2017) y vitaminas liposolubles (A, D, E y K) así como carotenoides (Engelhardt, 2005). La grasa de la leche aparece en forma de minúsculas gotas de grasa del plasma lácteo (líquido donde se encuentra en emulsión los glóbulos de grasa). Las gotas de grasa están envueltas por una membrana. Los contenidos de grasa en la leche se pueden ver afectados por la dieta. Principalmente en animales lecheros se ha observado que existe una relación inversa entre el nivel de producción de leche y sus contenidos. Además, se ha reportado también en cabras lecheras a las que en su dieta se adicionó grasas, que ello incrementó sus componentes. Este efecto depende de la naturaleza de la grasa empleada. Sin embargo, en los animales de doble propósito poco se conoce si utilizando grasas de sobrepaso tenga efectos sobre la lactancia. (Sanz-Sampelayo *et al.*, 2004; Sanz y Boza, 2005). En un estudio las cabras que fueron suplementadas con grasa de sobrepaso no se encontró diferencia en la producción de leche en comparación con cabras que no fueron suplementadas, pero el contenido lipídico de la leche fue aumentado a consecuencia de la suplementación (Baldi *et al.*, 1992).

2.2. Importancia de algunos perfiles metabólicos en mamíferos y su relación con la lactancia

2.2.1. Colesterol

El colesterol es un lípido (grasa), se forma en el hígado a partir de alimentos grasos y es necesario para el funcionamiento normal del organismo. El colesterol está presente en la membrana plasmática de todas las células del organismo (Argüeso *et al.*, 2011).

La fórmula química del colesterol se representa de dos formas: $C_{27}H_{46}O$ / $C_{27}H_{45}OH$. Es un lípido esteroide, molécula de ciclopentanoperhidrofenantreno (o esterano), constituida por cuatro carbociclos condensados o fundidos, denominados A, B, C y D. La biosíntesis del colesterol tiene lugar en el retículo endoplasmático liso de virtualmente todas las células de los animales vertebrados. El acetil-CoA sirve como único precursor para la biosíntesis del colesterol. Además del hígado otros muchos tejidos sintetizan este esteroide, por ejemplo: intestino, piel, corteza adrenal, pared arterial. La biosíntesis está regulada en parte por el aporte de colesterol., la cantidad de colesterol sintetizada depende de la actividad de la enzima HMG-CoA reductasa, a su vez regulada por la cantidad de colesterol en el compartimiento secretor (Sacristán, 1995). Niveles dietéticos altos de colesterol o la presencia de precursores del mismo, dan lugar a una depresión de su síntesis hepática., Los factores que causan disminución en los niveles de colesterol sirven para estímulo de la biosíntesis del mismo (Rawn, 1989).

El exceso de colesterol intracelular es “evacuado” desde tejidos periféricos hasta el hígado por medio de la denominada vía del transporte reverso. Una vez allí, el organismo no es capaz de metabolizarlo totalmente y debe ser eliminado a través de la síntesis de ácidos biliares, fundamental vía catabólica del colesterol en los mamíferos (Argüeso *et al.*, 2011).

Los metabolitos plasmáticos del colesterol pueden ser usados como predictores de balances de energía y están relacionados con las respuestas reproductivas de los rumiantes bajo diferentes condiciones fisiológicas (Hussain *et al.*, 1996).

2.2.2. Triglicéridos

Dentro de los lípidos se consideran diversas moléculas que tienen en común ácidos grasos en su estructura química. Incluye productos tales como triglicéridos o grasas neutras (molécula formada por tres ácidos grasos unidos mediante un enlace éster a glicerol) (Mateos *et al.*, 1996).

Estos compuestos tienen acciones como: aportadores de energía, estructuradores de la membrana celular, protectores de órganos, mediadores hormonales, entre otros, por lo que se convierten en indispensables para la vida (Serrano y Calle, 2014).

El componente lipídico es reconocido como el más importante en la leche en términos de costo, de nutrición y de características físicas y sensoriales del producto. Dentro del componente lipídico, los triglicéridos representan cerca del

98% (cadena corta, cadena media y cadena larga; Engelhardt, 2005). La leche de cabra tiene por lo general un 35% de ácidos grasos de cadena mediana contra el 17% de la leche de vaca, de los cuales tres (caprónico, caprílico y cáprico) representan un 15% en la leche de cabra contra un 5 % en la de vaca. (Villalobos, 2005).

Los triglicéridos juntos con otros componentes (colesterol, ácidos grasos libres y sustancias relacionadas con lípidos) son cubiertos con proteínas en el intestino formando las lipoproteínas de baja densidad, también llamadas proteínas ricas en triglicéridos, las cuales entran en los vasos linfáticos, pasan al canal torácico y llegan a la sangre para ser utilizadas por todos los tejidos del cuerpo (García, 2012).

2.3 Efectos de la grasa de sobrepaso sobre algunos perfiles metabólicos y balance energético negativo (BEN)

Se ha estudiado sobre la incorporación de grasa en la dieta de rumiantes para mejorar la reproducción de animales en la lactación. Se considera que el suministro de grasa de sobrepaso previene las pérdidas de peso y aumenta el colesterol, precursor de la progesterona. Se reporta además, que el efecto de la grasa de sobrepaso aumenta los niveles de colesterol sanguíneo y también en mayor porcentaje de animales gestantes e intervalos parto-concepción más cortos. (Palmquist, 1996).

Las vacas suplementadas con lípidos incrementan la concentración de metabolitos como el colesterol y lipoproteínas (Ceballos *et al.*, 2002).

En cabras, la cantidad de concentrado proporcionada en la dieta es un factor que interfiere en los niveles de metabolitos en la sangre, ya que cuando no se da suficiente concentrado puede no modificar dichos niveles que presentan de manera normal (Landau *et al.*, 1993).

Las cabras en producción bajo sistemas de pastoreo extensivos en comparación con las mantenidas bajo dietas específicas y sistemas intensivos muestran una considerable diferencia en sus niveles metabólicos sanguíneos. En efecto, las cabras de sistemas extensivos generalmente muestran concentraciones metabólicas que indican un déficit energético (Khaled *et al.*, 1999).

El balance energético se refiere a la relación entre la cantidad de energía consumida y la requerida tanto para el mantenimiento como para la producción láctea (Giuliodori, 2011). Si el gasto de energía requerida es mayor que la energía consumida, el balance energético es negativo (García y Montiel, 2011). El balance es positivo cuando la energía ingerida es superior a la energía que se necesita para cubrir las demandas energéticas de los animales. Bajo estas circunstancias, los excesos se acumulan como depósitos de tejido adiposo (Giuliodori, 2011). La producción de leche puede ser tan elevada durante la primera etapa de la

lactancia, que resulta difícil satisfacer los requerimientos nutricionales de las vacas (Ayala *et al.* 2001).

Johnson y McClure (1973) indicaron que la adición de grasa en la ración es una alternativa para aumentar la aportación energética y disminuir el impacto de ese balance energético negativo de los animales, principalmente en hembras en estados iniciales de lactación. Sin embargo niveles altos de grasa en la dieta (> 6%, como porcentaje de la materia seca) tienen un marcado efecto negativo sobre la digestibilidad de la fibra en el rumen, y esto se debe a que gran parte de las grasas usadas para alimentación animal son insaturadas, las cuales son tóxicas para los microorganismos ruminales, principalmente los celulíticos y metanogénicos (Johnson y McClure, 1973).

En condiciones de pastoreo, las vacas productoras de leche durante su primer tercio de lactancia sufren un importante déficit energético (Bargo *et al.*, 2003; Church y Pond, 1999), debido a que no alcanzan a cubrir los requerimientos para la producción de leche, lo que genera una movilización de sus reservas corporales, que conduce a afectar los parámetros productivos y reproductivos de los animales.

Los cambios bioquímicos en la etapa de desbalance energético son reflejados también en la variación de los niveles de colesterol que puede ser utilizado como un indicador confiable del balance energético y nutricional (Ceballos *et al.*, 2002).

2.3.1 Grasa de sobrepaso

Los lípidos son moléculas hidrófobas que pueden originarse a través de condensaciones de tioésteres o unidades de isopreno. Dentro de los lípidos se consideran diversas moléculas, lípidos estructurales (tales como las lecitinas en las cuales uno de los ácidos grasos es sustituido por un grupo fosfórico), ceras (ésteres de alcoholes de cadena larga de origen vegetal), ácidos grasos libres (procedentes de los procesos de refinado de la industria de aceites comestibles y otras) y jabones cálcicos (molécula sin glicerol y con los ácidos grasos saponificados por el ion calcio; Duarte *et al.*, 2016).

Las grasas protegidas son una fuente de ácidos grasos insaturados, principalmente de los ácidos grasos linolénico y linoleico protegidos, que al ser consumidos por el rumiante no son degradados por los microorganismos del rumen, teniendo una utilización total por el intestino del animal (Gagliostro y Schroeder, 2007).

La alimentación con grasas se basa en la necesidad de incrementar la densidad energética de las raciones (NRC 2001). El suministro de grasas a rumiantes influye en la fisiología ruminal, por lo que se han desarrollado procedimientos destinados a limitar los efectos colaterales negativos mediante la protección de las grasas (Palmquist y Jenkins, 1980).

Para obtener grasas hidrogenadas, se saturan parcialmente los dobles enlaces con átomos de hidrógeno, para incrementar su punto de fusión y hacerlas

insolubles y disminuir su actividad en el rumen; la digestibilidad en el duodeno se reduce al ser grasas parcialmente saturadas y debido a este aspecto su inclusión en las dietas para vacas lecheras debe ser reducida. Las sales de calcio de los ácidos grasos, se consiguen por saponificación, donde los ácidos grasos (AG) libres se unen con iones de Ca formando una sal o jabón, razón por la cual son también llamados jabones de Ca, estos compuestos presentan un punto de fusión alto, el abomaso presenta un pH de 2 a 2.5 el cual le permite a esta sal disociarse liberando las moléculas de AG y el Ca para que sean digeridos en el intestino (Salvador *et al.*, 2009).

Según Mateos *et al.* (1996) la saponificación es una reacción química entre un ácido graso (o un lípido saponificable, portador de residuos de ácidos grasos) y una base alcalina, en la que se produce como principal producto la sal de dicho ácido. Para que la reacción de saponificación se efectúe de manera completa es necesario conocer el índice de saponificación del aceite o grasa debido a que si en la reacción hay un exceso de hidróxido de sodio, el producto resultante será una masa cáustica inservible; mientras que si por el contrario, la cantidad de sosa es insuficiente, el producto resultante será una mezcla grumosa de aceites, que en nada se parecerá al jabón (Duarte *et al.*, 2016).

La digestión de lípidos sucede de la siguiente manera, el rumen acumula el alimento ya fermentado para transportarlo hasta el omaso, y en éste el material sólido es separado del contenido ruminal que capta; este órgano también impulsa las partículas del alimento hacia el abomaso mediante sus contracciones y, por

otro lado, absorbe los residuos de AG volátiles que hayan logrado pasar a su interior (Nava y Díaz, 2001).

Los ácidos grasos llegan al intestino adsorbidos sobre las partículas alimenticias. Las sales biliares, que son ricas en ácido "taurocólico", permanecen ionizadas y solubles, actuando como detergentes para emulsionar los ácidos grasos. La fosfolipasa de las secreciones pancreáticas separa el ácido oleico de los fosfolípidos secretados en la bilis. Las lisolecitinas y el ácido oleico resultantes son poderosos emulsionantes que facilitan la solubilización de los ácidos grasos y la formación de micelas, a partir de las cuales los ácidos grasos son absorbidos (Moore y Christie, 1984).

Las grasas de sobrepaso como las grasas hidrogenadas o los jabones de calcio de ácidos grasos o triglicéridos han sido utilizados en la dieta para minimizar los efectos del balance energético negativo (BEN), prevenir desordenes metabólicos, favorecer la producción láctea, restaurar la pérdida de condición corporal (CC) y mejorar el desempeño reproductivo de la cabra. (Getachew *et al.*, 2001; González y Bas, 2002; López *et al.*, 2004). Principalmente en animales lecheros se ha observado que influye en la utilización de grasa de sobrepaso en el nivel de producción de leche y sus contenidos. Además, en cabras lecheras también se ha reportado que adicionando este tipo de grasas evita la pérdida de peso posparto.

OBJETIVOS

Fue determinar si la adición de grasa de sobrepaso en la dieta de cabras de doble propósito estabuladas incrementa la producción de leche y las concentraciones plasmáticas del colesterol y triglicéridos.

HIPÓTESIS

En las cabras de doble propósito estabuladas a las que se les adiciona en la dieta grasa de sobrepaso se incrementa su producción de leche y las concentraciones plasmáticas del colesterol y triglicéridos.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

Los procedimientos y manejo de los animales en la presente tesis están en acuerdo con las especificaciones técnicas de la norma oficial mexicana para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio (NOM-062-ZOO-1999; SAGARPA, 2001).

3.1 Localización del área de estudio

El experimento se realizó con un productor cooperante cuya unidad de producción se localiza en el Ejido Andalucía en el Municipio de Matamoros Coahuila.

3.2 Animales y manejo

Para este trabajo se utilizaron 13 cabras encastadas multíparas. En el mes de julio, estos animales fueron empadrados, para de esa manera obtener los partos en diciembre. Todas las cabras fueron mantenidas en sistema estabulado. Durante las primeras 4 semanas después del parto, todas las cabras estuvieron con sus crías y las amamantaban. Aproximadamente al 1 mes postparto todas las crías fueron retiradas de sus madres y las hembras se ordeñaban manualmente una vez al día por las mañanas. La dieta base que recibieron todas las cabras consistió en heno de alfalfa (1.0 kg/animal: 1.95 Mcal de EM/kg de MS; 16.2% PC); concentrado comercial (0.2 kg/animal: 1.7 Mcal de EM/kg de MS; 18% PC.,

Generaleche, Purina®, Irapuato, Mexico) y ensilaje de sorgo (1.0 kg/animal: 0.6 Mcal EM/kg de MS; 1.7% PC), sales minerales y agua a libre acceso.

3.4 Diseño experimental

Se conformaron dos grupos de hembras homogéneos tomando en cuenta su peso y condición corporal. A las cabras del grupo testigo (GT; n=7) se les mantuvo solo con la dieta base y no se les adicionó grasa de sobrepaso en la dieta. En el grupo experimental (GE; n=6) las hembras además de recibir la dieta base, a ellas se les adicionó en la dieta grasa de sobrepaso (ácidos grasos saponificados, 100 Gramos. La composición química de la grasa de sobrepaso fue: ácido palmítico 43%, ácido oleico 36%, ácido linoleico 9%, ácido esteárico 4%, ácido linolenico 4%, ácido palmitoleico 3%. Resultando el 99.0% de ácidos grasos que aportaron en total 6.27 Mcal de EM/kg de MS y 0.0% PC (Proan Lagunero S, Torreón, México).

3.5. Variables determinadas

3.5.1. Producción de leche

En las primeras 4 semanas de lactancia la producción de leche se estimó mediante el método de pesaje de la cría antes y después de amamantarse (Benson *et al.*, 1999). Posteriormente, las crías fueron destetadas y la producción de leche se estimó de la siguiente manera:

En cada ocasión se ordeñó de forma manual para vaciar la glándula mamaria a las 06:00 horas. Posteriormente, la misma hora del día siguiente se

repitió el procedimiento y se pesó la cantidad de leche obtenida en 24 h. La primera medición de la producción se realizó a los 7 días postparto en promedio y posteriormente las mediciones se llevaron a cabo cada semana hasta obtener un total de 11 mediciones.

3.5.2 Concentración de colesterol y triglicéridos

Se tomaron muestras sanguíneas una vez por semana, de las cabras en ayuno por venopunción de la yugular a las 07:00 h en tubos de 5 ml con heparina (30 μ L). Se transportaron las muestras en una hielera con refrigerantes a una temperatura de refrigeración (6-18°C) para la posterior recuperación del plasma sanguíneo mediante la técnica de centrifugación (3500 rpm) por 45 minutos. Una vez separado el plasma se almacenó a una temperatura de -17°C hasta la determinación del colesterol y los triglicéridos mediante fotometría semiautomatizada (Laboratorio Stanbio Texas, USA). La determinación se realizó con kits comerciales método CHOD-POD (Cholesterol-LQ); y método LQ GPO-POD (Triglycerides-LQ), respectivamente. Ambos del Laboratorio Spinreact, Barcelona, España).

3.6 Análisis estadístico de las variables

Las variables dependientes fueron analizadas usando un modelo lineal con diseño factorial, considerando dos factores (estado de lactación; 11 semanas de medición y tratamientos: con y sin adición de grasa en la dieta) y su interacción. Los análisis estadísticos fueron determinados usando el paquete estadístico Stat Graphics Ceturion. La significancia fue establecida cuando la $P \leq 0.05$.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Producción de leche

La adición de grasa de sobrepeso en la dieta de cabras durante las primeras once semanas post-parto provocó significativamente una mayor producción de leche en comparación con las cabras que no se adicionó grasa de sobrepeso (Figura 1).

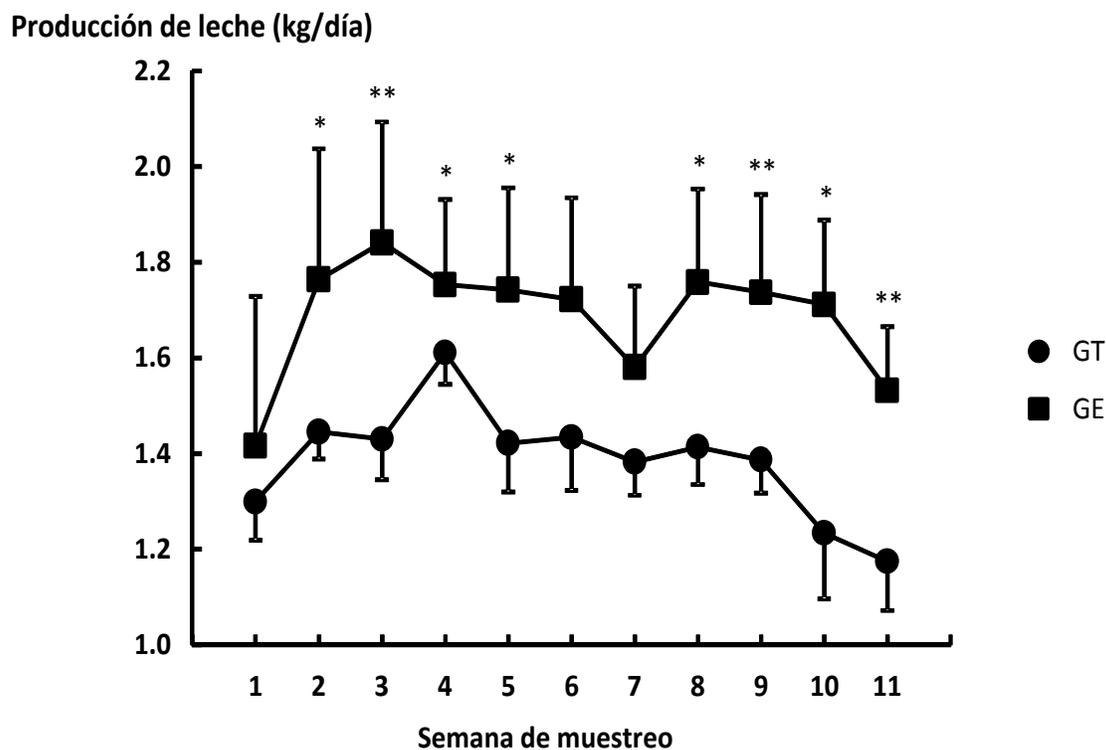


Figura 1. Promedio (\pm EEM) de los cambios en la producción de leche de cabras en once semanas de medición del grupo experimental (■; n = 6) y del grupo testigo (●; n = 7). Los análisis estadísticos mostraron un efecto de tratamiento ($P < 0.001$). Sin embargo el factor tiempo y la interacción (tratamiento \times tiempo) no resultaron significativos ($P > 0.05$).

4.2 Concentración de colesterol plasmático

La adición de grasa de sobrepeso en la dieta de cabras durante las primeras once semanas post-parto provocó significativamente una mayor concentración de colesterol en sangre en comparación con las cabras que no se adiciona grasa de sobrepeso (Figura 2).

Concentración de colesterol sanguíneo (mg/dl)

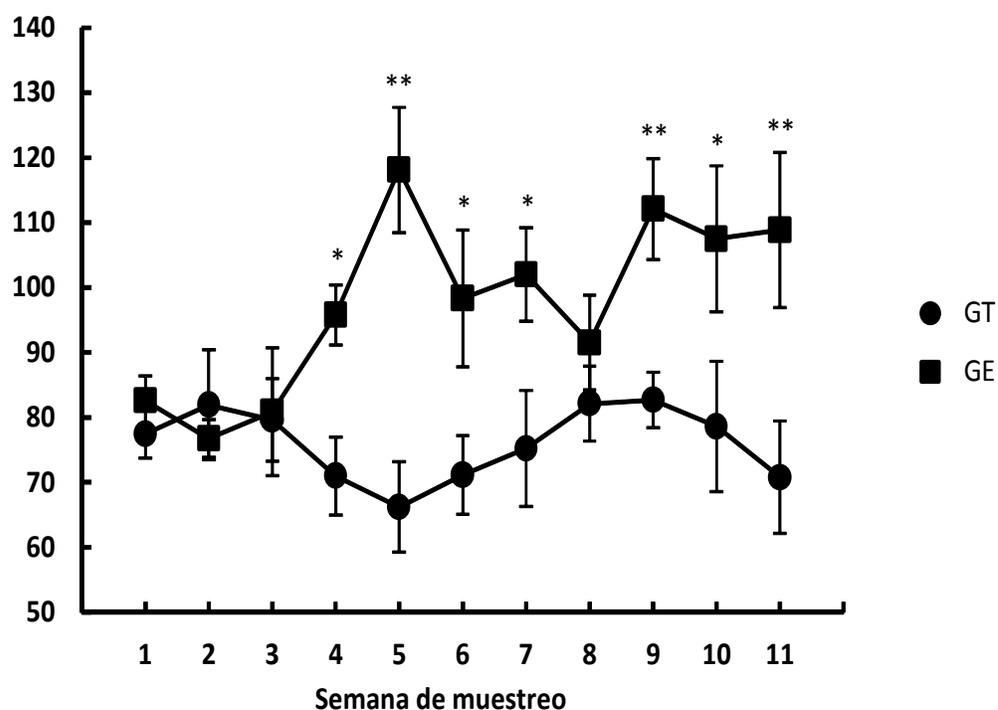


Figura 2. Promedio (\pm EEM) de los cambios en la concentración sanguínea de colesterol de cabras en once semanas de medición del grupo experimental (\blacksquare ; $n = 6$) y grupo testigo (\bullet ; $n = 7$). Los análisis estadísticos mostraron un efecto de tratamiento y la interacción tratamiento \times tiempo ($P < 0.001$ y $P < 0.01$, respectivamente). Sin embargo el factor tiempo ($P > 0.05$) no resultó significativo.

4.3 Concentraciones plasmáticas de triglicéridos

La adición de grasa de sobrepeso en la dieta de cabras durante las primeras once semanas post-parto provocó significativamente una mayor concentración de triglicéridos en sangre en comparación con las cabras que no se adiciona grasa de sobrepeso (Figura 3).

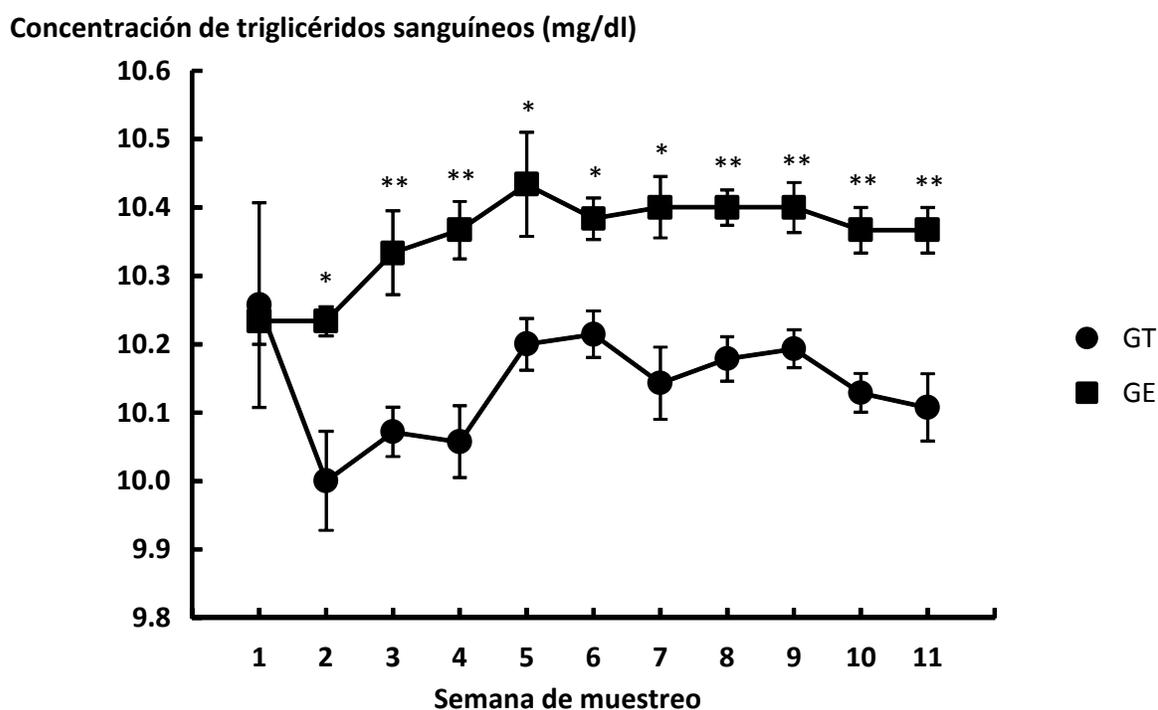


Figura 3. Promedio (\pm EEM) de los cambios en la concentración sanguínea de triacilgliceroles de cabras en once semanas de medición del grupo experimental (\blacksquare ; $n = 6$) y grupo testigo (\bullet ; $n = 7$). Los análisis estadísticos mostraron un efecto de tratamiento y el factor tiempo ($P < 0.001$ y $P < 0.05$, respectivamente). Sin embargo la interacción tratamiento \times tiempo no resultó significativa ($P > 0.05$).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente tesis demuestran claramente que en cabras de doble propósito estabuladas, la adición de grasa de sobrepaso durante las primeras 11 semanas de lactancia estimula una mayor producción de leche e incrementa las concentraciones plasmáticas de colesterol y triglicéridos en dichos animales.

El efecto de este tratamiento nutricional puede ser explicado por diversos factores. Por ejemplo, durante la lactancia temprana, el ganado lechero presenta un estado metabólico de movilización de nutrientes para la síntesis de leche. El ácido graso palmítico en la dieta (1.5% de la materia seca) promueve la producción de leche en ganado bovino lechero tanto en el periodo fresco como en el pico de producción. Sin embargo, se observó un efecto más marcado si es proporcionada durante el pico de producción y no inmediatamente después del parto (De Souza y Lock, 2019). En el caso del estudio anterior, se propuso que la grasa de sobrepaso (compuesta de ácido palmítico principalmente) promueve una mayor ingesta de materia seca en el animal y por lo tanto mayor cantidad de metabolitos para la síntesis de los componentes de la leche.

Lo registrado con la producción de leche en este trabajo concuerdan con lo que Salvador *et al.* (2009) reportaron en un estudio con cabras mestizas de las Islas Canarias en el que se observó que las cabras que consumieron grasa de

sobrepaso, su lactancia duró un promedio de 44 días adicionales, con una producción adicional de leche del 29%, presentando un 41% y 32% más de grasa y proteína en la leche que las cabras que no se les proporcionó grasa de sobrepaso.

Algo similar con una elevada producción de leche le sucedió en una investigación a Titi (2011), quien complementó con grasa protegida la dieta de cabras lactantes estabuladas a niveles de 45 y 75 g/día, y reportó un incremento de la producción de leche ($P < 0.05$), respecto del grupo testigo. Por el contrario, Molina *et al.* (2015) no observaron cambios en la producción de leche cuando ofrecieron 12.5, 25, 37.5 y 50 g/día de grasa protegida a cabras lactantes Saanen en estabulación.

En lo referente al incremento en las concentraciones de colesterol y triglicéridos, es posible que debido a una incrementada disponibilidad de grasa en la dieta, resultó en un incremento en el colesterol sanguíneo para la biosíntesis de proteínas lipoproteínas y proteínas transportadoras de lípidos, de esa manera estimulando la síntesis de colesterol por los enterocitos (Chilliard *et al.*, 1986). Este incremento en el colesterol y de triglicéridos plasmáticos debido al consumo de grasa de sobrepaso ya se conocía en la literatura (Rapetti *et al.*, 2009; Titti, 2011; De Souza *et al.*, 2014).

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

La adición de 0.1 kilogramos/día/animal de grasa de sobrepaso en la ración de cabras de doble propósito en condiciones estabuladas incrementa la producción de leche.

La adición de grasa de sobrepaso a la dieta de cabras de doble propósito aumenta las concentraciones plasmáticas de colesterol y triglicéridos en sangre.

LITERATURA CITADA

Argüeso Armesto R, Díaz Díaz JI, Díaz Peromingo Ja, Rodríguez González A, Castro Mao M, Diz-Lois F., 2011. Lípidos, colesterol y lipoproteínas. *Galicia clínica*, 72(1):7-17.

Ayala J., Pinos, J.M., Sabas, J.G. y Salinas P.S., 2001. Perfil metabólico sanguíneo de vacas lecheras alimentadas con dietas conteniendo lasalocida y cultivos de levadura. *Producción Sanidad Animal*,16(1):329.

Bargo F., Muller L. D., Kolver E. S., Delahoy J. E., 2003. Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *Journal Dairy Science*, 86:1–42.

Benson Margaret E., Cardellino R. A., Maria Gustavo A., 1999. Producción de leche en ovejas cruza suffolk criando corderos. *Información Técnica Económica Agraria*, 20(2):223-239.

Bidot Fernández Adela., 2017. Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica. *Revista Producción Animal*, 29(2):32-41.

Ceballos A., Gomez, P., Vélez M., Villa N., López L., 2002. Variación de los indicadores bioquímicos del balance de energía según el estado productivo en bovinos lecheros, *Revistas Científicas de América Latina y el Caribe*, 1513–25.

Chilliard Y., Morand Fehr P., Sauvant, D., Bas P. 1986. Utilisation metabolique des lipides par le ruminant en lactation. *Bulletin Technique Centre de Recherches Zootechniques et Veterinaires de Theix. Reproduction Nutrition Developed*, 27(2b):270-289.

Church DC., Pond WG., 1999. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Trad. LJ Pérez Calderón. México. Limusa, S.A. p. 438.

Devendra C., 2010. Perspectives on animal production system in Asia. *Proceedings of the Nutrition Society*, 48(01):9-15.

De Souza J, Lock A. L., 2019. Milk production and nutrient digestibility responses to triglyceride or fatty acid supplements enriched in palmitic acid. *Journal Dairy Science*, 102:1-10. (Article in press).

De Souza R.; Alcalde C. R.; Hygino B.; Molina B. S. L.; Santos G. T., Gomes L. C., 2014. Effects of dietary energy levels using calcium salts of fatty acids on nutritive value of diets and milk quality in peripartum dairy goats. *Ciência e Agrotecnologia*, 38:286-294.

Duarte V., Jesús M.SC, Ramírez Z. G., Castañeda S. R., 2016. Grasa sobrepasante: aplicaciones y su proceso de obtención para la alimentación de rumiantes en el trópico. *Revista Colombiana Ciencia Animal*, 8(2):228-242.

Ducoing W., A., 2005. Situación de la caprinocultura en México. *Memorias del Curso Avances sobre la alimentación de la cabra lechera*. Asociación Mexicana De Especialistas En Nutrición Animal, Querétaro.

Echavarría CH., Gutiérrez L., Ledezma R., Bañuelos V., Aguilera S., Serna P. A., 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano: I Vegetación nativa. *Técnica Pecuaria México*, 44(2):203-217.

Engelhardt, W.V. Breves G., 2005. *Fisiología Veterinaria*. Zaragoza. España. Editorial Acribia, S. A. p. 81.

Flores-Córdova M. A., Pérez Leal R., Basurto-Sotelo M., Jurado-Guerra M. R., 2009 .La leche de cabra y su importancia en la nutrición, *Tecnociencia Chihuahua*, 3(2):107-113.

Gagliostro, G.A.; Schoeder, G.F., 2007. Efectos de la suplementación con sales cálcicas de ácidos grasos insaturados sobre la digestión ruminal en vacas lecheras en pastoreo. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 15 (3):88-99.

García, A., Montiel, L., 2011. El Periodo de transición en la vaca lechera. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*.11 (22):152-172.

García Alegria, K., 2012. Respuesta a la suplementación con grasa sobrepasante en vacas mestizas en posparto en condiciones de trópico. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia.

Giuliodori, M., 2011. El periparto en las vacas lecheras: Balance energético, actividad ovárica, salud uterina y eficiencia reproductiva. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de la Plata. Buenos Aires, Argentina.

Getachew G., Depeters E.J., Robinson P.H., Taylor S. J., 2001. In vitro rumen fermentation and gas production: influence of yellow grease, tallow, corn oil and their potassium soaps. *Animal Feed Science and Technology*, 93:1-15.

González., Bas F., 2002. Las grasas protegidas como fuente en la alimentación de vacas. *Agronomía y Forestal*. Universidad Católica de Chile. *Revista Agronomía y Forestal UC*, 19(1):115-124.

Hernández Macías N. E., 2014. Efectos de la suplementación alimenticia preparto sobre comportamiento materno-neonatal y niveles de metabolitos en

suero sanguíneo de cabras. Tesis de licenciatura. UAAAN-UL, Torreón Coahuila, México.

Hussain Q., Harevoll O., Eik L., Ropstadt E., 1996. Effect of energy intake on plasma glucose, non-sterified fatty acids and aceto-acetate concentration in pregnant goats. *Small Ruminant Research*, 21:89-96.

Johnson R., McClure K., 1973. High Fat Rations for Ruminants II. Effects of Fat Added to Corn Plant Material Prior to Ensiling on Digestibility and Voluntary Intake of the Silage. *Journal Animal Science*, 36:397-406.

Khaled N. F., Illek J., Gajdusek S., 1999. Interactions between nutrition, blood metabolic profile and milk composition in dairy goats. *Acta Veterinaria Brno*, 68:253-258.

Landau S., Vecht J., Perevolotsky A., 1993. Effects of two level of concentrate supplementation on milk production of dairy goats browsing Mediterranean shrubland. *Small Ruminant Research*, 11:227-237.

Lopez S.E., Lopez J., Stumpf W. Jr., 2004. Parâmetros séricos de vacas leiteiras na fase inicial de lactação suplementadas com diferentes fontes de gordura. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 12:96-102.

Mateos G.G., Rebollar P.G., Medel P., 1996. Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal: Grasas puras y mezclas. XII Curso de especialización Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, 12:85-92.

Molina B. S. D. L., Alcalde C. R., Hygino B., Santos S. M. D. A., Gomes L. C., Santos G. T.D., 2015. Inclusion of protected fat in diets on the milk production and composition of Saanen goats. *Ciência e Agrotecnologia*, 39(2):164-172.

Moore J.H., Christie W.W., 1984. *Fats in Animal Nutrition*. London. Editorial Butterworths. p.123.

Cuéllar, C. N., Díaz C. A., 2001. Introducción a la digestión ruminal. Departamento de nutrición animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1:1-13

NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition*. Washington DC. EE UU. National Academy Press. pp. 28-34.

Palmquist D. L., Jenkins, T. C., 1980. Fat in lactation ration: A review. *Journal Dairy Science*, 63:1-14.

Rapetti, L., Crovetto G. M., Galassi G., Sandrucci A., Succi G., Tamburini A., Battelli G., 2009. Effect of maize, rumenprotected fat and whey permeate on

energy utilisation and milk fat composition in lactating goats. *Italian Journal of Animal Science*, 1:43-54.

Rawn, D.J., 1989. *Bioquímica*. Editorial Interamericana. Madrid. España. Mc. Graw – Hill. pp. 402-420.

Sacristán, A., 1995. *Fisiología veterinaria*. Edición interamericana. Madrid. España. Mc. Graw – Hill. pp. 593-594.

SAGARPA, 2001. NOM-062-ZOO-1999. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio.

Salvador A., Alvarado C., Contreras Solís I., Betancourt R., Gallo J., Caigua A., 2009. Efecto de la alimentación con grasa sobrepasante sobre la producción y composición de leche de cabra en condiciones tropicales. *Zootecnia Tropical*, 27(3):285-298.

Sanz S., RM., Boza J., 2005. Influencia del tipo de dieta sobre la composición de la grasa de la leche de cabra y oveja., *Anales*, 18(1).

Sanz-Sampelayo S. M. R.; Martín A. J.; Pérez L.; Gil E. F., Boza J., 2004. Dietary Supplement for lactating goats by polyunsaturated fatty acid-rich protected fat. Effects after supplement withdrawal. *Journal Dairy Science*, 87(6):1796-1802.

Serrano M. H., Calle R. V., 2014. Lípidos: Características principales y su metabolismo. *Revista de Actualización Clínica*, 41:2142-2145.

Titti H., 2011. Effects of varying levels of protected fat on performance of Shami goats during early and mid lactation. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 35:67-74.

Villalobos Chacón., 2005. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. *Agronomía Mesoamericana*, 16:239-252.