

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**Efecto del Nivel de Grasa en el Suplemento Alimenticio de
Cabras Lactando en Pastoreo.**

Por :

J. GUADALUPE LANDAVERDE RAMIREZ

T E S I S

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo del 2001.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**EFFECTO DEL NIVEL DE GRASA EN EL SUPLEMENTO ALIMENTICIO DE
CABRAS LACTANDO EN PASTOREO**

Por:

J. GUADALUPE LANDAVERDE RAMÍREZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:

DR. JESÚS M. FUENTES RODRÍGUEZ

Presidente del Jurado

M. C. FERNANDO RUIZ ZARATE

Vocal

DR. RAMIRO LÓPEZ TRUJILLO

Vocal

M. C. MANUEL TORRES HERNÁNDEZ

Vocal

ING. JOSE RODOLFO PEÑA ORANDAY

Coordinador de la División de Ciencia Animal.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo de 2001

AGRADECIMIENTOS

A DIOS NUESTRO SEÑOR

Por haberme dado la existencia y por otorgarme el espíritu de superación , que me ha permitido escalar y llegar a una de mis metas más preciadas, así mismo por que me ha concedido la serenidad para aceptar las cosas que no puedo cambiar, para cambiar las que puedo y sabiduría para conocer la diferencia.

A LA VIRGEN DE GUADALUPE

Quien me ha iluminado en los momentos más difíciles de mi vida, y por ser mi mejor aliento durante mis estudios hasta lograr esta meta tan importante.

A mi ALMA TERRA MATER

Que me ha forjado como un hombre nuevo, al brindarme la oportunidad de llevar a cabo mi formación profesional, dándome la riqueza que no se puede valorar, el conocimiento, para ejercer la noble tarea de servir al campo y los que lo componen.

A mis MAESTROS

Por brindarme su sabiduría al transmitirme sus conocimientos y sus experiencias profesionales.

Y muy en especial a los miembros del comité de tesis:

Al **DR. JESÚS M. FUENTES RODRÍGUEZ**, cuya asesoría fue fundamental para la elaboración del presente trabajo.

Al **M. C. FERNANDO RUIZ ZARATE**, por su apoyo incondicional, asesoramiento y tiempo de dedicado para llevar a cabo éste trabajo.

Al **DR. RAMIRO LÓPEZ TRUJILLO**, por su asesoría y valiosa aportación en la revisión de éste trabajo.

Al **M. C. MANUEL TORRES HERNÁNDEZ**, por su valioso e incondicional apoyo para la presentación de este trabajo.

Al **Señor Sabino y familia**, por su gran apoyo para realizar el trabajo de campo de esta investigación.

A mis **compañeros y amigos** de estudio, por estar siempre conmigo en los buenos y malos ratos, con quienes he vivido muchas experiencias agradables y con quienes tengo una verdadera amistad, la cual, espere nos dure para siempre.

A todas las personas que de una u otra forma me apoyaron y me dieron su amistad para la realización de esta tesis y aquellas que involuntariamente he omitido pero que de alguna manera contribuyeron en la realización de mis estudios.

A TODOS MUCHAS GRACIAS

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Raúl Landaverde Hernández y Cecilia Ramírez Torres.

A esos dos pilares invaluable a quienes debo todo, con profundo amor y respeto por darme lo más valioso de este mundo, la vida. Por sus desvelos y sabios consejos que siempre me brindaron, por los grandes esfuerzos para darme la mejor educación posible y guiarme por el mejor camino, nunca terminaré de agradecer la oportunidad que me dieron para mi formación. ¡Gracias!

A MIS QUERIDOS HERMANOS:

Aquileo, José Concepción, Benedicto, Raúl, Griselda, Nicanor, Martín, Hector, Patricia y Uribey.

Con todo cariño y respeto por haberme brindado amor, confianza, y su apoyo total e incondicional, al lograr lo que sembraron con fe y esperanza.

Con mucho cariño y respeto dedico el presente trabajo a una amiga muy especial: **ITZEL A. S.,**. A la vez te pido disculpas por lo sucedido.

Con todo cariño a todos **mis familiares**, en especial a los chiquitines (sobrinos, sobrinas, primos y primas), que de una u otra manera cooperaron con sus consejos, amistad, cariño, sonrisas y confianza en mi formación.

Al **M.V.Z. Roberto G. García Rebolledo**, por su amistad y gran apoyo incondicional brindado en proyectos de trabajo.

A todos mis **amigos** y **compañeros de la generación XC**, por su amistad y convivencia. Les deseo mucha suerte y futuro en su carrera.

A todos (as) los del Estado de Querétaro que estudian en mi Querida Narro.

A todos los **amigos** y en especial las **amigas** de Querétaro, por su gran amistad.

INDICE DE CONTENIDO

	PAGINA
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
Justificación	2
Hipótesis	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Factores que afectan el consumo de alimento en las cabras	4
Comportamiento alimenticio de las cabras	4
Nivel de consumo en las cabras	5
Producción de leche en las cabras	6
La curva de lactancia en las cabras	7
Composición de la leche en cabras	8
Definición y características de las grasas	10
Valoración nutritiva	10
Composición química de las grasas	11
Digestibilidad y absorción de las grasas	17
Suplementación en pastoreo	20
Utilización de la grasa animal en la alimentación de rumiantes	24
MATERIALES Y METODOS	28
Localización y descripción del área de estudio	28
Manejo de los animales	28
Descripción del experimento	29
Procedimiento experimental	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
CONCLUSIONES	45
RESUMEN	46
LITERATURA CITADA.....	47

INDICE DE CUADROS

CUADRO	Página
1. Composición físico-química de la leche de cabras.....	9
2. Porcentajes de componentes expresados en las grasas y el almidón.....	11
3. Clasificación de los lípidos.....	13
4. Lista de los ácidos grasos comúnmente hallados en los lípidos.....	15
5. Análisis bromatológico del alimento con diferente nivel de grasa	30
6. Distribución de las cabras por tratamiento y suplemento que recibieron	30
7. Comportamiento de cabras en pastoreo suplementadas con diferentes niveles de grasa.....	34

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Peso (kg) en cabras suplementadas con diferente nivel de grasa	36
2	Producción de leche (ml) en cabras suplementadas con diferente nivel de grasa	39
3	Porcentaje de Grasa contenida en la leche de las cabras suplementadas con diferente nivel de grasa.....	40
4	Porcentaje de Proteína contenida en la leche de las Cabras suplementadas con diferente nivel de grasa.....	41
5	Porcentaje de Sólidos No Grasos, contenidos en la leche de las cabras suplementadas con diferente nivel de grasa.....	42
6	Densidad (g/ml) presentada en la leche de las cabras suplementadas con diferente nivel de grasa	43
7	Grados Dornic en la acidez presentada en la leche de las cabras suplementadas con diferente nivel de grasa.....	44

INTRODUCCIÓN

La cabra se adapta a las más diversas condiciones de clima por su origen cosmopolita. En nuestro país se encuentra distribuida más ampliamente en la zona árida y semiárida (zona norte), que comprende los Estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, San Luis Potosí y parte de Tamaulipas, correspondiendo al 45% del territorio Nacional y es aquí donde se ubica el 60% de la población caprina, representando uno de los principales ingresos económicos para la gente de escasos recursos, así como una fuente de carne y leche. Tan sólo en el Estado de Coahuila el número total fue de 749 897 cabezas de ganado caprino, en 16 530 unidades de producción hasta septiembre de 1991, ocupando así el segundo lugar en inventario de caprinos (INEGI, 1994). Por lo que en estas regiones, las cabras representan una buena alternativa para el aprovechamiento de los recursos naturales, debido a que estas tienen características de adaptación a dichas regiones. En el sistema extensivo, la cabra ocupa un lugar de suma importancia, ya que la población rural en estas regiones se sustenta con la explotación de dicho ganado, aprovechando los recursos naturales.

Debe considerarse que el aspecto nutricional es el factor limitante más importante en la eficiencia productiva de toda explotación pecuaria, y sobre todo la de tipo extensivo.

Por otro lado, la industria pecuaria mexicana se ha desarrollado a un ritmo extraordinario en las últimas décadas, ocasionando con esto una gran demanda de alimentos balanceados para cumplir con las necesidades de la población animal. Desgraciadamente éste crecimiento supera en mucho al crecimiento agrícola, por lo que es necesario buscar otras fuentes de energía y proteína que ayuden a sostener este crecimiento (Lozano *et al.*, 1988).

El nivel de energía en la dieta de los rumiantes es un factor muy importante que requiere cubrirse efectivamente debido a su activo metabolismo (Agraz, 1989), por lo cual se adiciona grasa en la ración como fuente de energía, además son muy digestibles y proporcionan 2.25 veces

más energía que la que proporcionan los carbohidratos y las proteínas (Church y Pond, 1996).

Esto ha despertado el interés de adicionar suplemento y grasa en la dieta de las cabras en pastoreo extensivo para obtener mayores ganancias de peso y una buena condición corporal, así como el aumento de producción de la leche y su composición química y física. Una alternativa es la adición de sebo de res mezclado con un suplemento y ofrecerlo antes y después del pastoreo en el campo; para que completen los requerimientos nutricionales.

Por lo anterior, el presente trabajo tiene como **objetivos**:

1. Determinar la aceptación por las cabras de un suplemento con tres niveles (0, 2 y 4%) de grasa (sebo de res).
2. Evaluar el efecto de tres niveles de grasa en la suplementación de cabras en pastoreo, sobre los aumentos de peso de las cabras.
3. Evaluar la producción y composición de la leche en las cabras en pastoreo, con tres niveles de grasa en el suplemento.

Justificación

Debido a las condiciones de sequía que se presentan en el campo, por largos periodos; la alimentación ha venido siendo un factor limitante para la producción de leche y mantenimiento de una buena condición corporal en los hatos caprinos en pastoreo extensivo, es por ello que se opta por buscar alternativas que sean accesibles y económicas para los caprinocultores, como es el caso de suplementar nutrientes que sean relativamente baratos y de fácil disponibilidad, la propuesta es la utilización de sebo de res que muchas veces se considera como un subproducto de los rastros.

Hipótesis

Al adicionar grasa en la dieta de las cabras se tendrán aumentos de pesos; lo cuál hará que se mejore la condición corporal, y por lo tanto mayor producción y mejor composición química y física de la leche. Esto por lo tanto hará que sea más eficiente el aprovechamiento de los forrajes que consumen en el campo, debido a que el suplemento y la grasa benefician el balance energético.

REVISION DE LITERATURA

Factores que afectan el consumo de alimento en las cabras

Al igual que en las otras especies animales, el consumo de alimento por parte de las cabras depende tanto de factores intrínsecos del animal, así como externos. Los primeros son: el tamaño y peso vivo del animal (raza o tipo), nivel de producción, estado fisiológico. Los externos: el ramoneo, la temperatura ambiente, disponibilidad de agua para beber, inhibición o estímulos sociales y las características del alimento, tal es el caso del estado fisiológico de la planta. Así como el tamaño de la partícula, sabor, aroma, entre otros (Arbiza, 1986).

Comportamiento alimenticio de las cabras

La cabra es una especie muy selectiva en cuanto a lo que consume y esta se incrementa si la cantidad de alimento es mayor, la calidad menor y la competencia limitada. En comparación con los ovinos y bovinos, la cabra tiene mayor capacidad para digerir forraje de mala calidad, rico en lignina, celulosa y hemicelulosa (Gall y Mena, 1977).

El tiempo de consumo de alimento ocupado por la cabra es mayor que el que ocupan los ovinos y su periodo de ingestión es más prolongado por la tarde que por la mañana. La rumia la efectúa principalmente en la noche, que es cuando la cabra está más tranquila (Mayén, 1989).

El mayor tiempo del día lo utiliza en rumiar (23.7%) y comer (20.0%) mientras que en la noche, al ser encerradas, las cabras pasan la mayor parte del tiempo echadas (26.8%) y el menor tiempo utilizado fue para beber agua (0.2%). Carrera y Aguirre (1971), a diferencia de lo mencionado por Wimer (1981) y Benavides y González (1982), citados por López y Vargas (1991), el mayor tiempo lo usaron los animales en comer, rumiar y estar echados.

Con estas y otras referencias de trabajos, resulta difícil caracterizar el comportamiento de los caprinos en pastoreo, ya que está influenciado por varios factores, tales como el tipo de vegetación arbustiva en las comunidades; a estos se les agrega el estado fisiológico del animal, sexo,

época del año, fisiografía del terreno, distribución de aguajes y saladeros y presencia y ausencia de cercas (López y Vargas, 1991).

El comportamiento alimenticio depende de los siguientes factores: Tipo, calidad y presentación del forraje; composición, calidad y presentación de la ración de concentrado; cantidad; medio ambiente, estación del año, condiciones atmosféricas; regularidad, cambio y forma de alimentación (Agraz, 1989).

Los cereales en grano siempre son bien aceptados, sin desperdicio, no así los concentrados cuando su composición y presentación no es apropiada, o cuando están muy pulverizados. Cuando se combina la administración de alimentos concentrados con una ración de heno, produce un descenso de la ingestión voluntaria de este forraje (Agraz, 1989).

Nivel de consumo en las cabras

Cada uno de los animales tiene sus propios hábitos de alimentación, tienen preferencias y rechazos diferentes. Dichas diferencias hacen que sea muy difícil predecir la cantidad de alimento que estos animales consumirán (Church y Pond, 1996).

La capacidad del retículo -rumen en relación con el estómago total es de 85%, a diferencia de los ovinos, en los que es de 73% y en los bovinos de 64%. Además la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) en el rumen de los caprinos es mayor que en el de los ovinos, lo que parece indicar que existe una mejor actividad de los microorganismos del rumen y también una mayor cantidad de bacterias celulolíticas (Mayén, 1989).

El nivel medio de consumo de materia seca varía de 2.6 y 4.8 kg por 100 kg de peso vivo, en cabras lecheras los consumos son más elevados (Agraz, 1989). Se estima que el consumo máximo de cabras adultas secas es entre 2.5 a 3% y el de cabras lactando de 5 a 8% de su peso vivo. Estos valores concuerdan con la mayoría de las experiencias actuales, que para clima templado sugieren un consumo que oscila entre el 5 y 8.5%, para el caso de cabras tropicales. Estos valores parecen demasiado altos para

cabras lecheras. No obstante, la cabra se debe estimar en extremo voraz, el doble o triple que los bovinos y ovinos (Arbiza, 1986). Así mismo Gall y Mena (1977), mencionan que el nivel de consumo es de 5 a 8% del peso vivo para el caso de cabras lecheras y de 2.5 a 3.5 para cabras sin lactar.

Producción de leche en las cabras

Básicamente, la secreción de leche empieza al parto. Se produce primero por un par de días el calostro que tiene calidades particulares correspondientes a las necesidades del recién nacido. Es más rico en materia seca (hasta 24%), grasa (9%) y proteína(8.5%), rico en vitaminas y minerales, y notablemente rico en gammaglobulinas, portador de los anticuerpos, pero contiene menos lactosa (1.5%). El cambio de calostro a leche es poco a poco, y se termina más o menos a los cinco días posparto (Gall y Mena, 1977).

Montaldo (1980), citado por López y Vargas (1991), menciona que, dentro de la raza, la estación de parto tuvo efecto significativo sobre la producción total de leche, producción diaria y duración de lactancia; así mismo el efecto de número de parto resultó significativo sobre los caracteres mencionados. Las máximas producciones totales y diarias se registraron en el segundo parto, para posteriormente presentarse un descenso muy marcado, de modo que cabras de tercer parto tuvieron producciones totales inferiores a las del primer parto. En las cabras que tuvieron su primer parto al año de edad, la producción máxima se alcanzó entre el tercer y quinto parto. Las cabras primerizas tuvieron lactancias más largas, disminuyendo posteriormente, conforme aumentaba el número de partos. No se detectó efecto de raza en la producción total de leche, producción diaria y duración de la lactancia entre Alpina francesa, Sannen y Toggenburg, resultando superiores a la Nubia y Granadina, entre las cuales tampoco hubo diferencia.

Jaramillo (1983), citado por López y Vargas (1991), no encontró en condiciones de semiconfinamiento, diferencias significativas entre razas respecto a la producción media diaria de leche.

La curva de lactancia en las cabras

La cantidad de leche producida diariamente es entre otros, función del intervalo entre partos y se describe esta relación por la curva de lactancia. Después de más o menos cuatro semanas posparto, se logra su máxima producción y paulatinamente baja después. Sin considerar las producciones menores de 100 gramos diarios, la lactancia dura bajo condiciones favorables 280 - 300 días. Si se establece de nuevo una preñez, la producción de leche está frenada por medio de la acción hormonal. Si la cabra no se seca puede seguir produciendo leche, aunque en un nivel bajo, por mucho tiempo. (Gall y Mena, 1977).

Además de la disminución de la producción, con el tiempo cambia también la composición de la leche. Cuando disminuye la producción, aumenta la concentración notablemente de la grasa. A veces el aumento no es tan marcado por que en el periodo de declinación de la producción también hay factores que afectan negativamente al porcentaje de grasa. El contenido de energía total de la leche queda mucho más estable durante toda la lactancia (Gall y Mena, 1977). El carácter de la grasa de los alimentos influye en la naturaleza de la grasa de la leche de igual modo que el depósito de grasa (Maynard y Loosli, 1975).

Para las razas Alpina, La Mancha, Nubia, Toggenburg, Granadina y Saannen semiestabuladas, las curvas de lactancia presentan una forma similar a la de una recta con pendiente negativa, con las máximas producciones entre los 12 y 18 días de lactación, tanto en cabras con diferente número de parto como en primerizas, de acuerdo a Peña (1986b), citado por López y Vargas (1991).

Soroa (1974), indica que las proporciones de los elementos que contiene la leche varían en su composición, ya que está determinado por varios factores que intervienen en la producción de la leche, tanto en cantidad, como en calidad. En *factores intrínsecos*, se tiene que la *aptitud individual*, muestra diferencia, ya que animales lactantes de la misma raza,

de igual edad y sometidas al mismo régimen alimenticio, producen distinta cantidad y calidad de la leche. Con la *especie* varían también las dosis de los componentes y dentro de la especie dependen de la *raza*. La *edad* de las hembras influye menos en la calidad que en la cantidad. En *factores extrínsecos*, los *alimentos* influyen en la cantidad y en la calidad de la leche, y además, en la salud y conservación del animal. El *periodo de lactancia* influye en un aumento de grasa a partir del cese del calostro, hasta la mitad de la duración del plazo normal que dura la lactancia. Después decrece la concentración de grasa y continúa disminuyendo la proteína y en general el extracto seco. En cambio, las sales minerales abundan más al final de la lactancia. Y como *causas ecológicas* que alteran rendimiento y calidad de la leche están la temperatura, grado higrométrico y altitud.

Composición de la leche en cabras

La emulsión de la grasa y proteína es más fina que en la leche de vaca, el diámetro de los glóbulos de la grasa es de 2 micras en comparación con 2.5 - 3.5 de la vaca. También hay diferencia con respecto a la proteína, la coagulación con cuajo resulta más fina. La leche de cabra se digiere más fácil por humanos, que la leche de vaca, que es de importancia sobre todo en niños con disturbios digestivos. Esta mejor digestibilidad se debe en parte a la suspensión fina y su coagulación. El color blanco de la grasa resulta del contenido casi nulo del Caroteno. Por lo que el contenido en Vitamina A no es más bajo que en la leche de la vaca (alrededor de 1200 U.I. por litro). Se tiene un bajo contenido en hierro en la leche y frecuentemente relacionado con pocas vitaminas del complejo B (Gall y Mena, 1977).

En el Cuadro 1 se muestra la composición físico – química en la leche de las cabras, de acuerdo a varios autores.

Cuadro 1. Composición físico-química de la leche de cabras.

COMPUESTO	*	**	***	****	*****
-----------	---	----	-----	------	-------

Materia Seca	----	13.5%	----	----	----
Energía (kcal/100 ml)	70	----	78	71	71
Proteína (%)	3.1	3.3	3.3	----	3.3
Grasa (%)	3.8	8.0	4.1	3.6	4.5
Lactosa (%)	4.08	4.4	4.7	3.2	4.4
Sólidos Totales	----	----	13.4 g/100 ml	----	----
Cenizas (%)	0.79	----	----	----	----
Caseína (%)	2.4	----	----	3.5	----
Calcio	0.19%	----	130 mg/100 ml	0.19%	0.13%
Fósforo	0.27%	----	106 mg/100 ml	----	----
Hierro	0.68 ppm	----	----	----	----
Cobre	0.53 ppm	----	----	----	----
Vitamina A	39 UI	----	----	170 UI	40 μ g
Vitamina B1	68 UI	----	----	0.06 mg	50 μ g
Vitamina B2	210 UI	----	----	0.07 mg	120 μ g
Vitamina C	0.02 UI	----	----	1 mg	----
Vitamina D	0.7 UI	----	----	----	----
Densidad (g/ml)	1.03	----	----	1.034	----

Fuente:

*Mayen(1989)

**Gall y Mena(1977)

***De Alba (1980)

****Soroa (1974)

*****Porter (1981)

Definición y características de las grasas

Las grasas o los lípidos son compuestos orgánicos insolubles en agua pero solubles en disolventes orgánicos como el éter, cloroformo o

benceno (Church y Pond, 1996). Son ésteres de ácidos con glicerina o con otros compuestos con función alcohólica (Agraz, 1989).

Valoración nutritiva

El nivel de energía en la dieta de las cabras es un factor muy importante que requiere cubrirse efectivamente debido a su activo metabolismo. Los caprinos en pastoreo gastan bastante energía en caminar y procurar alimentos, especialmente en época de sequía, cuando la vegetación natural pierde su valor nutritivo. Por lo tanto, las raciones para mejorar la tasa de grasa de la leche deben contener un mínimo de materia grasa con relación a materia seca, siempre y cuando sean bien equilibrados (Agraz, 1989).

Al utilizarse la grasa se reduce la cantidad de polvo de los alimentos, aumentando por lo tanto el consumo. Además de que existe cierta evidencia de que las grasas disminuyen el timpanismo en los rumiantes. (Church y Pond, 1996).

El valor nutritivo de los lípidos como grupo, son considerados necesarios en la dieta como fuentes de ácidos grasos esenciales y de colina, pero también favorecen la absorción de vitamina "A", para asimilación de calcio, además, las grasas proporcionan más energía que los carbohidratos, por lo cual, cuanto mayor es el contenido de ellas en la ración, mayor es el valor energético de la misma. La presencia en la dieta de ciertas cantidades de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga inhiben la formación de metano. Esto puede mejorar, a su vez, la eficacia del proceso total de fermentación ruminal. Ciertas combinaciones de aceites y de caseinato sódico determinan que el aceite atraviese el rumen sin hidrogenación y sea absorbido como ácido graso poliinsaturado. La importancia de esto estriba en la capacidad de los animales sometidos a estas circunstancias para producir leche con mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados o producir posiblemente depósitos de grasa con una composición insaturada similar (Agraz, 1989).

Las grasas verdaderas son de interés, no solo porque son fuente de energía concentrada, si no porque además existe un número de vitaminas que están asociadas con la grasa; estas son las vitaminas solubles en grasa (A, D, E y K) (Perry, 1984).

Composición química de las grasas

Las grasas y los aceites tienen gran importancia tanto en las plantas como en los animales. Tienen propiedades y composiciones semejantes, pero las grasas son sólidas a la temperatura ordinaria y los aceites son líquidos. Todas las grasas y las sustancias similares a ellas son solubles en éter y en otros disolventes. Por lo tanto, al analizar productos alimenticios, la muestra de alimento se trata con éter, y todas las sustancias se disuelven en él se incluyen en la clasificación de grasas o extracto etéreo. Las grasas están constituidas por carbono, hidrogeno y oxigeno, pero las proporciones del carbono y del hidrogeno son mucho mayores en las grasas, en comparación con los carbohidratos, (Cuadro 2). A causa de su mayor proporción de carbono e hidrogeno, las grasas proporcionan al oxidarse 2.25 veces más calor y energía, que los carbohidratos (Morrison, 1980).

Cuadro 2. Porcentajes de componentes expresados en las grasas y el almidón.

	Carbono	Hidrógeno	Oxígeno
Grasa	77	12	11
Almidón	44	6	50

Fuente: Maynard y Loosli (1975)

Por lo tanto, las grasas tienen mayor valor calórico para los animales, que los carbohidratos. Una molécula de grasa se forma por la combinación de tres moléculas de ciertos ácidos grasos con una molécula de glicerol. En la digestión de las grasas por los animales, o cuando las grasas se enrancian, ocurre el proceso inverso, esto es, las grasas se descomponen en

ácidos grasos libres y glicerina; en este desdoblamiento se consume agua. Las diversas grasas difieren por su punto de fusión y otras propiedades, que dependen del ácido graso particular que contengan. Hay gran número de ácidos grasos. El ácido butírico, que tiene cuatro átomos de carbono, es líquido a temperatura ordinaria, y se encuentra en cantidad considerable en la mantequilla. El ácido esteárico, con 18 átomos de carbono, sólido a la temperatura ordinaria, es uno de los principales componentes de la grasa de los animales vacunos. En ciertas grasas, se encuentran ácidos grasos con mayor número de átomos de carbono. Algunos ácidos grasos no están saturados en cuya cadena de átomos de carbono hay dos o más unidos por doble enlace, lo que quiere decir que pueden absorber oxígeno u otros elementos químicos. Los ácidos grasos no saturados difieren también en el grado de "no saturación". Para la vida de algunos animales es indispensable la presencia de ciertos ácidos grasos no saturados. Los constituyentes lípidos más importantes en la nutrición animal incluyen: los ácidos grasos; el glicerol; los mono-, di-, y triglicéridos y los fosfolípidos. Los glucolípidos, las lipoproteínas y los esteroides son importantes para el metabolismo, pero carecen cuantitativamente de importancia nutricional (Morrison, 1980).

En cuanto a su estructura, la mayoría de los ácidos grasos que comúnmente se encuentran en los tejidos animales están constituidos por cadenas rectas y contienen un número par de átomos de C. Y con cadenas ramificadas y número impar de átomos de C se encuentran más comúnmente en los microorganismos; sin embargo, los tejidos de los animales rumiantes, contienen cantidades relativamente grandes de estos ácidos como resultado de la fermentación del rumen (Morrison, 1980).

En el Cuadro 3 se presenta la nomenclatura y la clasificación de los lípidos; los que además de sus propiedades distintivas de solubilidad, se caracterizan por ser ésteres de ácidos grasos, o por ser capaces de formar tales ésteres.

Cuadro 3. Clasificación de los Lípidos.

Lípidos simples	Ésteres de ácidos grasos con varios alcoholes
Grasas	Ésteres de ácidos grasos con el glicerol, llamados triglicéridos o grasas neutras.
Ceras	Ésteres de ácidos grasos con alcoholes distintos del glicerol.
Lípidos compuestos	Ésteres de ácidos grasos con otros grupos además de alcohol y ácido graso.
Fosfolípidos	Grasas que contienen ácido fosfórico y nitrógeno: lecitina, cefalina, esfingomielina.
Glicolípidos	Compuestos de ácidos grasos con un carbohidrato que contienen nitrógeno, pero no ácido fósforico: cerebrósidos.
Lípidos derivados	Sustancias derivadas de los grupos mencionados anteriormente por hidrólisis.
Esteroles	Alcoholes de alto peso molecular que se encuentran en la naturaleza combinados con los ácidos grasos y que son solubles en los disolventes de las grasas.

Fuente: Bloor, mencionado por Maynard y Loosli (1975).

Dado que los ácidos grasos son componentes de la mayoría de los lípidos, conviene mencionar el punto de fusión de los que son sólidos a temperaturas superiores a 15° C. Los ácidos grasos poliinsaturados se aplica a los que poseen más de un enlace doble, que tienen una significación especial en la nutrición. Los sufijos denotan el grado de insaturación: *anoico*, saturado (ningún enlace doble); *enoico*, un enlace doble; *dienoico*, dos enlaces dobles; *trienoico*, tres enlaces dobles; *tetraenoico*, cuatro enlaces dobles; *pentaenoico*, cinco enlaces dobles. Los ácidos saturados tienen doble número de átomos de hidrógeno que de carbono. Por cada enlace doble el ácido no saturado pierde dos átomos de hidrógeno de esa relación. Estos enlaces dobles se reflejan, en las fórmulas de los ácidos, en el menor número de átomos de hidrógeno respecto de los átomos de carbono presentes (Maynard y Loosli, 1975).

Los ácidos no saturados tienen menor punto de fusión y mayor capacidad de reacción que los ácidos saturados del mismo número de átomos de carbono. Los ácidos no saturados pueden existir en distintas formas isoméricas. Los ácidos grasos naturales tienen un número par de átomos de carbono, aunque existen algunas excepciones (Cuadro 4). Los cuatro primeros de la lista se clasifican como volátiles, por que se pueden destilar en corriente de vapor de agua. Los ácidos palmítico, oleico y esteárico están muy difundidos en las grasas animales y vegetales. El ácido linoleico, se halla en amplio porcentaje en muchas grasas vegetales, pero en pequeña cantidad en las grasas animales. El ácido araquidónico se encuentra en cantidades limitadas en la grasa de diversos tejidos animales (Maynard y Loosli, 1975).

Por otro lado Maynard y Loosli (1975), mencionan las medidas que se le atribuyen a las grasas para determinar la composición física y química.

El Índice de Yodo, es una medida del grado de insaturación y se define como el número de gramos de yodo absorbidos por 100 gramos de grasa. Este índice es la medida más útil del carácter de una grasa. Así, una grasa no saturada se combina fácilmente con el yodo; dos átomos del elemento se adicionan a cada doble enlace de ácido graso.

Índice de saponificación, es la reacción química que sucede cuando se hierve una grasa con un álcali, por ejemplo, el hidróxido de sodio, se desdobra en glicerol y la sal alcalina de los ácidos grasos. Estas sales se llaman jabones. Este proceso se verifica en la digestión por la acción de las sales sódicas contenidas en la bilis. La cantidad de álcali necesaria para saponificar una cantidad dada de grasa es un índice de longitud de la cadena carbónica en los ácidos grasos, puesto que cuanto menores sean las moléculas de éstos tanto mayor resultará el número de dichas moléculas por gramo de grasa y tanto mayor, también, la cantidad de álcali requerido para la saponificación. Esta medida se llama número o índice de saponificación. La saponificación divide una mezcla de lípidos en una *fracción saponificable*, que consta principalmente de ácidos grasos, y una *fracción no saponificable*,

o residuo, donde se contienen los esteroides. Todas las grasas naturales, contienen sustancias no saponificables.

Cuadro 4.-Lista de los ácidos grasos comúnmente hallados en los lípidos.

Ácidos	Fórmula	Punto de fusión °C
Ácidos saturados:		
Butírico (butanoico)	$C_4H_8O_2$	Líquido
Caproico (hexanoico)	$C_6H_{12}O_2$	Líquido
Caprílico (octanoico)	$C_8H_{16}O_2$	16
Cáprico (decanoico)	$C_{10}H_{20}O_2$	31
Láurico (dodecanoico)	$C_{12}H_{24}O_2$	44
Mirístico (tetradecanoico)	$C_{14}H_{28}O_2$	54
Palmítico (hexadecanoico)	$C_{16}H_{32}O_2$	63
Estearico (octadecanoico)	$C_{18}H_{36}O_2$	70
Aráquico (icosanoico)	$C_{20}H_{40}O_2$	76
Lignocérico (tetracosanoico)	$C_{24}H_{48}O_2$	86
Ácidos no saturados:		
Palmitoleico (hexadecenoico)	$C_{16}H_{30}O_2$	Líquido
Oleico (octadecenoico)	$C_{18}H_{34}O_2$	Líquido
Linoleico (octadecadienoico)	$C_{18}H_{32}O_2$	Líquido
Linolénico (octadecatrienoico)	$C_{18}H_{30}O_2$	Líquido
Araquidónico (icosatetraenoico)	$C_{20}H_{32}O_2$	Líquido
Clupanodónico (docosapentaenoico)	$C_{22}H_{34}O_2$	Líquido

Fuente: Maynard y Loosli (1975)

Índice de Reichert-Meissl, es la determinación de la cantidad de ácidos grasos volátiles, solubles en agua, es una medida útil para descubrir la adulteración de la mantequilla, cuya grasa es rica en esta clase de ácidos.

Otras dos constantes que se emplean comúnmente son el *índice de refracción*, que mide el grado de consistencia, y el *índice de acidez*, que expresa la cantidad de ácidos grasos libres.

Oxidación de las grasas

Las grasas se oxidan fácilmente en sus enlaces dobles, reacción que las vuelve más viscosas o más duras.

Enranciamiento

Los cambios por oxidación y por hidrólisis causan la ranciedad de las grasas con la formación de peróxidos como compuestos intermedios, y de ahí el índice de peróxido que se utiliza en la medida de enranciamiento. Esta alteración se hace más intensa por la acción del calor, la luz y la humedad. Sustancias llamadas prooxidantes, como las sales de cobre y de hierro, catalizan este proceso de auto oxidación, que también es acelerado por la luz ultravioleta. Hay sustancias, denominadas antioxidantes, que retrasan el enranciamiento. La vitamina E es muy eficaz como antioxidante. Las grasas rancias tienen sabores y olores desagradables, aunque no disminuya el valor nutritivo, por lo cual su aceptación como alimentos queda siempre afectada negativamente (Maynard y Loosli, 1975). Al suceder la oxidación en los alimentos, hace disminuir la aceptabilidad y el buen sabor y pueden producir algunos problemas digestivos y nutrimentales (Church y Pond, 1996).

Hidrogenación de las grasas

Es la saturación de los enlaces dobles, lo cual hace que la grasa sea menos capaz de reacción e impide los cambios oxidativos del enranciamiento. El enlace doble fija dos átomos de hidrógeno, aunque con menor facilidad que el oxígeno, por lo cual la hidrogenación requiere la ayuda de un catalizador. Se produce así una grasa saturada y, por lo tanto, consistente, partiendo de una blanda y no saturada. La hidrogenación se utiliza para mejorar la conservación de determinadas grasas, especialmente de los aceites vegetales, produciendo grasas sólidas. En la hidrólisis, una grasa típica en presencia de un álcali (sodio o potasio), resulta en la formación de sales

alcalinas de los respectivos ácidos grasos o jabones (saponificación) (Maynard y Loosli, 1975).

Digestibilidad y absorción de las grasas

Como la mayoría de los lípidos en los alimentos son triglicéridos los productos que de ellos resultan en el tubo digestivo son ácidos grasos y glicerina, mediante la acción hidrolítica de la lipasa intestinal, ayudada por la acción saponificante de la bilis. La digestibilidad disminuye significativamente al aumentar el contenido de ácidos saturados de 18 átomos de carbonos o más.

El mecanismo de absorción de los lípidos, no ha sido bien determinado. Los ácidos grasos son absorbidos en ese estado, se transforman luego en lecitinas en la pared del intestino y después la mayor parte se transforman en grasa neutra, antes de ser asimilados; gran parte de ellos son absorbidos directamente en los vasos quilíferos en forma de partículas emulsificadas. La grasa absorbida entra en la circulación general a través del conducto torácico y probablemente por otros conductos (Agraz, 1989).

Garton, mencionado por Maynard y Loosli (1975) demostró, en estudios *in vitro*, que los triglicéridos son en gran medida hidrolizados en el rumen. Una porción del glicerol así liberado fermenta y se convierte en ácido propiónico. Ahí tiene lugar alguna hidrogenación de los ácidos grasos no saturados. El producto hidrolítico de la actividad del rumen, con la excepción del glicerol fermentado, y otros lípidos ingeridos pasa al intestino delgado donde los triglicéridos son hidrolizados por la lipasa pancreática, ayudada por la acción saponificante y emulsiva de los ácidos biliares y de la lecitina contenida en la bilis. En esta hidrólisis se producen monoglicéridos y ácidos grasos libres. La hidrólisis completa en glicerol y ácidos grasos se produce sólo en grado limitado. En el caso de los lípidos compuestos aparecen, además, pequeñas cantidades de ácido fosfórico y de bases nitrogenadas, pero los esteroides libres no son alterados en el conducto digestivo. Los

ésteres de esteroides pueden ser hidrolizados, quedando libres sus ácidos grasos. Los productos hidrosolubles de la digestión, tales como los ácidos grasos menores y la colina, son absorbidos directamente por la mucosa intestinal. Los monoglicéridos y los ácidos grasos insolubles son emulsionados y solubilizados para formar un complejo coloidal, una micela, que pasa a las células epiteliales. Los ácidos grasos de cadena corta entran en la circulación portal. Los ácidos grasos de 14 o más átomos de carbono y los monoglicéridos forman triglicéridos por nueva síntesis en las células epiteliales. Estos triglicéridos, son pequeñas cantidades de fosfolípidos y colesterol libre o combinado, constituyen quilomicrones, grandes complejos coloidales que llegan a medir 1,000 m μ . Los quilomicrones son absorbidos en el sistema linfático y por el conducto torácico pasan a la circulación general, de la que son rápidamente sacados por el hígado y los tejidos para su catabolismo y almacenamiento. Los lípidos forman complejos coloidales estabilizados por proteínas, denominados lipoproteínas, y son la forma en que son transportados los lípidos a los líquidos extracelulares (Maynard y Loosli, 1975).

No hay digestión microbiana de las grasas como ocurre con los carbohidratos; ocurre parcialmente la descomposición de las grasas en el rumen (Maynard y Loosli, 1975), además, los animales no pueden sintetizar los ácidos linoleico, linolénico y araquidónico (Church y Pond, 1996). Las grasas de los alimentos no sufren una digestión apreciable hasta que llegan al intestino delgado. En éste, con la ayuda de la bilis producida por el hígado, las grasas se emulsionan, es decir se disgregan en gran número de gotitas muy pequeñas. Entonces la lipasa, que es una enzima del jugo pancreático, descompone las grasas en ácidos grasos y glicerol. Los ácidos grasos y el glicerol son absorbidos por las vellosidades del intestino. Una pequeña cantidad de grasas sin transformar es absorbida con la intervención de la bilis. Por otra parte, pequeñas cantidades de ácidos grasos se unen con los álcalis del contenido intestinal para formar compuestos que son absorbidos igualmente. En las vellosidades del intestino, el glicerol y los

ácidos grasos vuelven a unirse para formar grasa. Estas son llevadas principalmente por el sistema linfático a una vena próxima al corazón, por donde penetran en el torrente sanguíneo. En el proceso de absorción los ácidos grasos se transforman en fosfolípidos, que en su mayor parte se transforman en grasa en las paredes intestinales. Las grasas, como los azúcares, suministran calor y energía y forman las grasas de los tejidos y la grasa de la leche (Morrison, 1980).

El metabolismo de las grasas tiene gran importancia en la nutrición, tanto por el papel vital de lípidos específicos como por la extensa formación de depósitos de grasa por la secreción de la leche y otras funciones. Los lípidos son componentes esenciales de todas las células del organismo de los animales (Maynard y Loosli, 1975).

El consumo de lípidos es seguido por la absorción de ácidos grasos. Tales moléculas pueden ser usadas en tres rutas metabólicas: oxidación, como depósitos en el tejido adiposo y en la secreción de ácidos grasos en la leche. Al principio de la lactación de las cabras, la mayor parte de los requerimientos lipogénicos es cubierta por la lipomovilización; sin embargo, de un 35 a 50% de los lípidos provenientes de la dieta son usados para la producción de la grasa de la leche (Ramírez, 1989).

El consumo de energía deficiente debido a la cantidad o calidad de la dieta va a retardar el inicio de la pubertad, inducirá al anestro en las cabras cíclicas y prolongará el anestro post-parto. La restricción en el consumo de energía causa disfunciones de mecanismos metabólicos, neurales y endocrinos (Cantú *et al.*, 1996).

Los ácidos grasos esenciales (AGE), son los que se deben agregar en el alimento de los animales, ya que estos no son sintetizados aparentemente por los tejidos de los animales como son ácido linoleico (C18:2), y el ácido linolénico (C18:3), o por lo menos no en cantidades suficientes como para prevenir los cambios patológicos, y por lo tanto se necesita suministrarlo en la dieta, únicamente si no se dispone de C18:2. Los mecanismos exactos por medio de los cuales actúan los AGE para mantener las funciones corporales

normales se desconocen pero dos áreas vitales probables son: forman una parte integral de la estructura lipoproteica de las membranas de la célula y parece que desempeñan una función muy importante en la estructura de las prostanglandinas que son unos compuestos parecidos a las hormonas, distribuidos en forma amplia en los órganos reproductores y en otros tejidos de los animales (Church y Pond, 1996).

Las grasas son susceptibles a la oxidación, haciéndose rancias por lo tanto necesitan generalmente la adición de sustancias antioxidantes, en especial, si las grasas no se mezclan inmediatamente con la ración o si no se proporciona enseguida a los animales. En ocasiones, el hecho de agregar grasa en niveles de bajos a moderados puede incrementar el consumo energético total al mejorar en forma considerable la aceptabilidad y el buen sabor. Los rumiantes que consumen alimento seco son menos tolerantes a los niveles altos de grasa que las especies monogástricas. Las concentraciones que sobrepasan del 7 al 8% pueden producir trastornos digestivos y pueden hacer que disminuya en forma considerable el consumo de alimento. En la práctica, se puede agregar de un 2 a un 4% de grasa a las raciones (Church y Pond, 1996).

Suplementación en Pastoreo

El objetivo fundamental de la suplementación es aumentar la tasa de producción y/o número de animales. Esta debe ser considerada como una cuestión económica basada en la relación beneficio-costos. Cuando la suplementación se hace con la información correcta, como la curva de disponibilidad de forraje, cantidad y calidad de nutrientes consumidos y requerimientos de los animales, ésta puede ser una práctica recomendada y con beneficios económicos. De acuerdo a la información recabada, la mayor cantidad y calidad de la dieta de los caprinos en pastoreo se tiene durante la época de lluvias, que comprende parte de la primavera y verano. La suplementación debe apoyarse en el conocimiento del comportamiento productivo de los animales, siendo necesario ocuparnos de los cambios de

peso de caprinos en pastoreo, como indicador del balance nutricional, manejo y estado fisiológico de los animales. En tanto los caprinos en pastoreo, bajo las condiciones de explotación en el norte de México, pasan por períodos de abundancia de forraje (época de lluvia) y por períodos de escasez (época seca), lo cual se refleja en los cambios de peso de los animales; sin embargo, se deben considerar otras fuentes de variación; así por ejemplo, al faltar forraje en las áreas normales de pastoreo, se recorren mayores distancias y topografías más accidentadas, lo que significa un mayor gasto de energía, pero también el cambio en el peso puede deberse al ataque de parásitos y otras enfermedades. Para las cabras de cría, un lugar común es que, al inicio de la lactancia el balance de energía es negativo, provocando pérdida de peso; esto es atribuido a limitaciones fisiológicas en el consumo de materia seca, o capacidad para satisfacer requerimientos de nutrientes (López y Vargas, 1991).

El desarrollar un programa efectivo de suplementación para ganado en pastoreo es una tarea bastante compleja. Normalmente se requiere tener conocimiento tanto del aporte de nutrientes así como de los requerimientos de los mismos a diferentes niveles de producción y sobre la ganancia de peso. Sin embargo, existen además cambios estacionales en la calidad del forraje, que modifican la selección de la dieta, y de la misma manera el consumo de forraje. La forma en que todos estos factores afectan al programa de suplementación no se conoce plenamente. Siendo importante el reconocer que la mayoría de los suplementos contienen tanto proteína como energía. Por lo tanto la clasificación general de los suplementos en estas categorías puede ser confusa. El efecto del suplemento sobre el consumo del forraje, en la utilización del mismo y en el rendimiento animal es determinado por la composición del suplemento, la cantidad utilizada y desde luego la calidad del forraje disponible. Por lo tanto, para buscar una suplementación más efectiva es necesario tomar en cuenta tanto la composición de los suplementos como la forma en que esos componentes afectan el uso de forraje (degradación) y el rendimiento animal (Villalobos, 2000).

La fermentación microbiana en el rumen produce ácidos grasos volátiles y proteína microbiana, que es lo que proporciona la mayor parte de la energía y la proteína metabolizable para el ganado. La población microbiana del rumen al igual que el huésped, requieren una proporción sincronizada de energía y proteína para funcionar más eficientemente. El desbalance en la sincronización de energía y nitrógeno en el rumen puede dar como resultado una reducción en la producción de la proteína microbiana. De la misma forma, el no sincronizar la proporción de los nutrientes metabolizables para los tejidos del animal puede dar como resultado un menor consumo de forraje y últimamente afectar negativamente en el rendimiento de los animales en pastoreo. El proporcionar los nutrientes en forma sincronizada a los microorganismos del rumen, es la clave para obtener el consumo y la respuesta de producción deseados. Lo que se busca al sincronizar la energía y el nitrógeno en la degradación dentro del rumen es incrementar el crecimiento bacteriano y una mejor eficiencia en la utilización de nutrientes. La utilización de estos nutrientes puede mejorarse al combinarse en el rumen, simplemente porque los microorganismos reciben ciertos nutrientes requeridos, al mismo tiempo y en las mismas concentraciones necesarias, dado como resultados “efectos positivos asociativos”, como un mayor consumo de forraje. En contraste, cuando existe diferencia temporal en la degradación de nutrientes, comparado con los requerimientos de la población microbiana, no existe sincronización y lo que se da es un “efecto asociativo negativo”, como una disminución en el consumo de forraje. El metabolismo microbiano en el rumen es principalmente regulado por la cantidad y tasa de degradación de los carbohidratos y proteínas, que normalmente dependen de las características físicas y químicas de la dieta. Generalmente se pasa por alto los efectos asociativos de los alimentos al balancear dietas para rumiantes, y se presupone que cada alimento va a contribuir con una cantidad dada de nutrientes, sin interferir en la utilización de los otros alimentos. Este forma no toma en cuenta los efectos que la fuente de suplementación puede tener en la fermentación de la dieta

principal. Los efectos asociativos pueden ser negativos o positivos. Efectos asociados tanto positivos como negativos se observaron en rumiantes, cuando el consumo de materia orgánica del suplemento fue menor que el 0.8% del peso vivo(PV), sin embargo, sólo efectos negativos asociados se observaron cuando el suplemento constituyó más del 0.8% del PV. Aunque se presenten efectos negativos en el consumo y la digestión de forraje como resultado de la suplementación de energía, la ganancia de los animales puede ser incrementada debido a que se haya aumentado el consumo de materia orgánica digestible, y que haya habido un cambio en los patrones de fermentación dada una mayor proporción de propionato y un incremento en el flujo de proteína microbial y material no digerido (Villalobos, 2000)

Los niveles tanto de proteína y energía en los suplementos son importantes, y normalmente interactúan. La mayoría de las investigaciones normalmente tratan de eliminar la interacción de proteína y energía, intentando el mantener el nivel de uno de esos componentes constantes, mientras existe una variación del otro componente. Este concepto es válido, sin embargo debido a las diferencias en la degradabilidad de la proteína y los contenidos de carbohidratos, el tratar de tener un suplemento iso-calórico o iso-proteico, no quiere decir que el nitrógeno y la energía de los suplementos estarán disponibles al mismo tiempo. Este concepto se complica más cuando se trata de proporcionar iso-calórico, debido a que los suplementos tanto proteico y/o energético proporcionan energía (Villalobos, 2000).

Utilización de la grasa animal en la alimentación de rumiantes

La grasas son utilizadas en la alimentación animal como fuente concentrada de energía. Su hidrólisis en el rumen fue reportada por primera vez en 1959 y hoy en día se sabe que la magnitud de su fermentación depende del substrato; así, los ácidos grasos de aceites vegetales son

hidrolizados en una mayor proporción (hasta 95% de linaza, en 69% el de oliva, y en 40% la de coco) que las grasas animales. También se sabe que el suministro de grasas en la dieta de los rumiantes tiende a reducir la digestibilidad ruminal de la fibra y la absorción de Ca y Mg. Por lo anterior y aprovechando la resistencia natural a la hidrólisis de algunas grasas, varios tipos de grasas ruminalmente inertes, respecto a la digestibilidad de la fibra cruda en la dieta, se encuentran comercialmente disponibles. En virtud de que dicha grasa no interfiere con la actividad microbiana, ellas pueden ser suministradas hasta en cantidades cercanas al 6% de la dieta, permitiendo así incrementar el nivel de forraje en la dieta para evitar trastornos digestivos, sin disminuir la concentración de energía requerida para funciones productivas (López *et al.*, 1994).

Es conocido que la formulación de dietas de elevada densidad energética se logra mediante la incorporación de concentrados formulados con grandes cantidades de granos de cereal (Donker y Marx, 1980), sin embargo, al utilizar granos en altas cantidades se presentan efectos colaterales sobre la salud y comportamiento productivo de los animales, como son: incidencia de acidosis, disminución en la digestibilidad de la fibra y ciertas fracciones proteicas (Church, 1976) citado por Fuentes y Ortiz (1994). Por lo anterior se establece que la elevada densidad energética de las dietas, se puede obtener mediante la sustitución parcial de los granos en el concentrado, adicionando grasa (Chalupa *et al.*, 1984).

Se ha probado el uso de sebo calentado a 70°C, y agregado gradualmente al maíz, en mezclas ofrecidas a voluntad a novillos en praderas; donde el máximo que se puede agregar es 10 % del peso de maíz molido. Lo cual tradujo en mejores aumentos de peso. El aceite para jabonaduras (de semilla de algodón) dio menos resultado como limitador de consumo de granos que el sebo (De Alba, 1980).

Por otro lado se ha vuelto una costumbre, el adicionar de entre 3 y 4% de grasa suplementaria principalmente sebo, a las dietas de rumiantes como una estrategia para aumentar su concentración energética utilizándose para

tal efecto los llamados sebos “de segunda”, esto por lo menos ocurre en el estado de Sinaloa (Barajas et al. 1994).

De acuerdo con Zinn (1989), se ha encontrado mejoría en la respuesta productiva al suplementar con grasa las dietas de bovinos de engorda. En otro estudio, sobre la degradabilidad ruminal de grasas de sobrepeso, Fuentes y Ortíz (1994), analizaron la grasa de bovino y de porcino tratadas con diferentes niveles (0.0, 20.0 y 40.0%) de Cloruro de Calcio, donde encontraron que la degradabilidad de la grasa de bovino disminuyó ($P < 0.05$) al incrementar los niveles de Cloruro de Calcio, con una tendencia similar para la grasa de porcino. El tratamiento de grasas con sales de Cloruro de Calcio disminuye su degradación ruminal, por lo que es recomendable incluir este tipo de alimentos tratados en las dietas de animales con altos requerimientos de energía. Siendo preferible incluir grasa de bovino, ya que este tipo de grasas demostraron ser más protegidas por tales sales.

En la determinación de ácidos grasos en el tracto digestivo de vacas, alimentadas con sebo o grasas saturadas ricas en ácido esteárico y ácido palmítico, Weisbjerg et al. (1992a) encontraron que en las dietas; diariamente, el consumo total de ácidos grasos fue cerca de 1100 gramos en las dietas con la inclusión de grasa mayor. La digestibilidad de los ácidos grasos fue de 76% para el sebo donde se les dio 500 g/día, 74 y 64% para grasa saturada rica en ácido esteárico (SARF), 500 o 1000 g/día, 87 y 81% para grasa saturada rica en ácido palmítico (PARF) con 500 y 1000 g, respectivamente. PARF tuvo una alta digestibilidad de ácidos grasos de ambos consumos de grasa y SARF tuvo una inferior digestibilidad de ácidos grasos, especialmente en un alto consumo de grasa.

En vacas lactantes, alimentadas con sebo (0, 4, 6%), incrementando en dos niveles de alimentación (8.6 y 12.6 kg. MS/día), Weisbjerg et al. (1992b). determinaron el metabolismo de los ácidos grasos. Por lo que los ácidos grasos y la grasa cruda decrementó, debido a un incremento de digestibilidad de ácido esteárico (C18:0).

Gagliostro y Chilliard (1992), determinaron los efectos en vacas lecheras, de la suplementación dietética con aceites insaturados protegidos (UPO), grasas saturadas protegidas (PSF) y sales de calcio de ácidos grasos (Ca-FA), sobre la producción y composición de la leche; indicando que la producción de leche y la grasa en la leche son incrementadas por UPO y Ca-FA, UPO y PSF respectivamente, mientras la proteína de la leche decreció por PSF y Ca-FA.

López *et al.* (1994), al llevar a cabo otro estudio para determinar el efecto de la grasa sobrepasante en vaquillas y toretes, no encontró efecto al suplementar grasa inerte (3%), en la etapa de engorda, tampoco tuvo efecto en las variables de incremento de peso por día, consumo y conversión alimenticia promedios y calidad y rendimiento de la canal.

Ngidi *et al.* (1990) al trabajar con novillos, en dietas con maíz molido y 15% de ensilaje, no encontraron efecto por la adición de jabones de calcio. Huffman *et al.* (1992) encontraron que en los bovinos, la digestibilidad de MS y almidón no fue modificada por la adición de grasa suplementaria y aumentó la digestibilidad de la grasa. Zinn (1993) menciona que el exceso de grasa en la dieta puede tener un efecto detrimental, con una disminución de ganancia de peso, conversión alimenticia y digestibilidad de materia orgánica cuando los animales consumen más de 1.6 g. de grasa/kg de peso vivo.

En otro estudio por Ortiz *et al.* (2000), donde se adicionó grasa de origen animal (grasa amarilla de pollo GA y sebo de res S) en dietas para ovinos de pelo, sobre el consumo voluntario y digestibilidad aparente y ganancias de peso, divididos en cuatro grupos T1= testigo sin adición de grasa, T2=6% de GA, T3=3% de GA + 3% de S y T4=6% de S. Las dietas consistieron en forraje:concentrado en una proporción 60:40, el forraje fue zacate Taiwán (*Pennisetum purpureum*), y el concentrado en base a soya, grasas (GA y S), sorgo, vitaminas y minerales, las dietas isoproteicas (12% PC) e isoenergéticas (1.9 Mcal/kg). La materia seca ofrecida fue en base al 3% de su peso vivo. Resultando diferencia significativa ($P < .05$) para el consumo ya que el T3 presentó valores de 880 g/a/d mientras que el T1, T2,

y T4 fueron 525, 710, y 716 g/a/d respectivamente, en cuanto a la digestibilidad de la MS ($P < .05$) para el T3, siendo muy similares para T2 y T3 (80.97, 77.30 y 75.80 % , respectivamente), mientras que el T1 fue menor (59.90). En cuanto a las ganancias de peso existió diferencia significativa ($P < .05$) siendo mayor en el T3 con 157 g/a/d, mientras que los demás tratamientos T1, T2 y T4 fueron 79.60, 129.0 y 137 g/a/d, respectivamente. Por lo que se observó un mejor comportamiento en consumo y digestibilidad ruminal y ganancias de peso, por lo tanto al mezclarse este tipo de subproductos (grasas de origen animal como la GA y S) pueden ser una alternativa en la alimentación de pequeños rumiantes.

Barajas *et al.* (1994) determinaron que la respuesta detrimental a la suplementación de borregos, con 3% o más de sebo, se debe a un exceso en el consumo de grasa por los animales más que una interacción de ingredientes. Al mantener la digestibilidad de MS y orgánica con la adición de 3% de grasa a la dieta, mejorando su contenido energético, es posible su inclusión, decidiendo el tipo de grasa a utilizar en base a costos.

Ya que existen varios aspectos que pueden variar de una situación a otra y de acuerdo al procedimiento experimental, además de no contar con suficiente información de este tipo en la caprinocultura por lo que en términos prácticos se debe tomar en cuenta a López y Vargas (1991), ya que mencionan que el comportamiento en el peso de los animales y cómo afecta a este el estado fisiológico, el manejo y el lugar, son elementos que se tienen que considerar para decidir qué animales y en que época suplementar.

MATERIALES Y METODOS

Localización y Descripción del Área de Estudio

El presente estudio se llevó a cabo en el Ejido El Recreo, localizado a 30 kilómetros al sur de la Ciudad de Saltillo, lugar que se ubica en las coordenadas terrestres 25° 15' 57" latitud Norte y 101° 0' 38" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich; con una altura de 2100 msnm, la zona

presenta una temperatura media anual de 19.2 ° C y una precipitación media anual de 146.6 mm con régimen de lluvias de mayo a octubre, siendo agosto el mes con mayor precipitación. El clima de la región esta clasificado como BWhw”(e’) el cual es considerado como muy seco semicálido, muy extremoso con lluvias en verano y sequía corta en época de lluvias (canícula). Durante el invierno, llueve del 5 al 10% de la precipitación total anual (Mendoza, 1983).

Vegetación

Es de tipo matorral parvifolio inerme, donde predominan arbustivas como: el hojásén (Florensia cernua), gobernadora (Larrea tridentata); Gramineas, como: zacate navajita azul (Bouteloua gracilis), zacate banderita (Bouteloua curtipendula); opuntias y agaves como: nopal (Opuntia spp), lechugilla (Agave lechugilla), palma china (Yucca filifera) y arbóreas como: huizache (Acacia farnesiana) (CETENAL, 1977).

Manejo de animales

En el presente estudio se utilizaron 24 cabras, distribuidas al azar en 3 tratamientos, con dos meses de lactancia; encastadas de raza Boer, Alpina y Nubia; con edad de 3.5 a 4.5 años de edad. Las cabras fueron separadas en grupos de ocho por cada tratamiento. El alimento se les ofreció (500 g) por la tarde a los animales de los tratamientos 2 y 3, después de llegar del campo y tomar agua. El alimento se elaboró diariamente, mezclándose el alimento concentrado con el sebo de res, con el nivel de grasa correspondiente. Para estimar incrementos de peso diario por animal, estos fueron pesados cada semana (7 días). Diariamente por la mañana se ordeñaron las cabras y cada semana se determinó la producción de leche. Al igual que el punto anterior, cada semana se tomó una muestra de leche por tratamiento para determinar su acidez, proteína, grasa, densidad y Sólidos No Grasos, en el Laboratorio.

El experimento tuvo una duración de 49 días (6 mayo de 2000 a 24 junio de 2000), excluyendo el periodo de adaptación, que fue de 15 días.

Descripción del Experimento

Dieta

La ración utilizada fue en base a consumo diario de materia seca que requiere una cabra en condiciones de alta actividad (NRC,1981), es de aproximadamente 1.275 kg/MS/día, para los pesos de cabras previamente pesadas (35 kg promedio), más el adicional para producción de leche. Además se menciona que las cabras lactando consumen de 5 a 8 % de su peso vivo como lo considera Arbiza (1986), así mismo Gall y Mena (1977). Considerándose que el nivel máximo de grasa en la dieta de las cabras es de un 8% (Church y Pond, 1996), La anterior información da varias cantidades para consumo de alimento en cabras por lo cual en este experimento se tomó un consumo aproximado de 2 kg MS. Por lo tanto la materia seca estimada en general para consumo fue 5.7% y el suplemento fue a 1.43% en base a su peso vivo. Se tomó para esto el 2% y 4% de los 2 kg. Este es mezclado con 500 g. de un concentrado o suplemento comercial, considerando que los animales en el campo consumen las $\frac{3}{4}$ partes de la materia seca total.

Los ingredientes del alimento comercial fueron:

Cereales molidos, pastas de oleaginosas, subproductos de cereales, subproductos de origen animal, subproductos agrícolas e industriales, melaza, grasa animal. Además vitamina A, B3, E, Tiamina (B1), Niacina. Minerales como el Ortofosfato de Calcio, Compuestos de Magnesio, Manganeso, Zinc, Hierro, Cobre, Yodo, Selenio y Cobalto. Y Aditivos como el Bicarbonato de Sodio, Monensina Sodica y Urea.

El análisis de garantía según el fabricante, es:

Humedad 12% máx., Proteína 13% min., Grasa 3.50% min., E.L.N. 55%, Fibra 10% máx., Calcio 0.80% min., Fósforo 0.35% min., Cenizas 9% máx.

En el Cuadro 5, se tiene el resultado de el análisis bromatológico realizado posteriormente de hacer la mezcla con el sebo de res, según los tratamientos asignados en el Cuadro 6.

Cuadro 5. Análisis bromatológico del alimento con diferente nivel de grasa.

	Nivel Grasa	MST (%)	H (%)	C (%)	PC (%)	FC (%)	EE (%)	ELN (%)	Energía (cal/g)
T2	2%	98.72	1.28	7.33	13.87	7.3	7.84	63.66	4480.33
T3	4%	98.88	1.12	6.96	11.68	7.89	22.48	50.99	4743.20

Cuadro 6. Distribución de las cabras por tratamiento y suplemento que recibieron.

.PARAMETRO	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	TRATAMIENTO 3
Número Animales	8	8	8
Suplemento	Testigo Sin Suplemento	500 g Suplemento por animal	500 g Suplemento por animal
Grasa (Sebo)	0 g 0%	22.5 g 2%	62.5 g 4.0 %

Estas cantidades son por la reducción de la grasa que se tiene en el alimento comercial para evitar se desequilibre energéticamente, considerándose solamente los 500 g que se le proporcionaron al animal. Siendo que el 3.5% de grasa en 500 g de alimento es de 17.5 g. Esto se reducirá al 2% y 4% de los 2000 g de consumo, que resulta de 40 y 80 g. Siendo el saldo de 22.5 g y 62.5 g, respectivamente.

Determinación del análisis de la leche.

Las muestras de leche, que se tomaron cada semana en forma homogeneizada por cada tratamiento, se analizaron en el laboratorio de lácteos de la UAAAN, para determinar el contenido de grasa, proteína, densidad, sólidos no grasos y su acidez (Quijano, 1988).

Grasa

Para determinar el contenido de grasa se utilizó el método *Gerber*, el cual consiste en destruir la proteína y lactosa con un ácido fuerte. El alcohol amílico o isoamílico actúa como antiespumante.

La técnica consiste en poner 10 ml de ácido sulfúrico en los butirómetros, se agrega 11 ml de leche deslizándola por la pared, se agrega 1 ml de alcohol isoamílico. Se tapa, se agita y se pone por tres minutos en la centrifuga a 1200 r. p.m. (Quijano, 1988).

Proteína

Para determinar el contenido de proteína se utilizó la prueba de Walker o titulación con formaldehído, el cual se fundamenta en que la acidez causada por el formaldehído al ser agregado a la leche es debido a que el formaldehído reacciona sólo con los aminoácidos sin carga, así que la reacción va por la derecha y el hidróxido liberado puede ser titulado y sirve de base para calcular la proteína de la leche. La técnica del método Walker se determina enseguida o después de determinar el procedimiento de acidez titulable; la cual consiste en tomar 9 ml de muestra de leche, agregar 5 gotas de indicador, se agita. Se agrega NaOH gota a gota hasta coloración rosa pálido. Cuando esto sucede, se agregan 2 ml de H_2CO . Se agita bien y luego en reposo por 5 minutos. Se titula nuevamente hasta encontrar el color rosa pálido. El número de ml de NaOH a 0.1 N, usado en la segunda titulación se multiplica por el factor 2 para encontrar el por ciento de proteína (Quijano,1988).

Acidez

Existe acidez aparente y acidez real.

La acidez aparente, esta dada por la concentración de iones hidrógeno provenientes de compuestos como los fosfatos, citratos, proteínas y ácidos grasos. Esta es medida a través del potenciómetro. Los valores normales son 6.5-6.7. La acidez real, esta dada por la concentración de ácidos presentes en la leche, principalmente ácido láctico, el cual puede ser natural en la leche o microbiano, este último generado por la fermentación de la

lactosa. Se determina a través de una titulación (coloración). Los valores normales son de 0.16-0.18% de ácido láctico. La técnica consiste en poner 9 ml de leche y 5 gotas de indicador. Se agita. Agregar NaOH gota a gota hasta la coloración rosa pálido (Quijano, 1988).

Un grado Dornic equivale a 0.01% de ácido láctico. Y un grado Dornic también equivale a 0.1 ml de NaOH (0.1N).

$$\% \text{ de acidez titulable} = \frac{(\text{ml de NaOH } 0.1 \text{ N}) (0.009) (100)}{\text{gramos de muestra}}$$

Sólidos No Grasos

Se calculó de manera indirecta al multiplicar el valor obtenido en la lectura del lactodensímetro de Quevenne por 0.25.

Densidad

Estos valores son dados por la mezcla de densidades por cada uno de los componentes de la leche como: H₂O, proteína, grasa, minerales y CHO's.

La técnica consiste en poner 200 cc de leche en la probeta y luego con el lactodensímetro en la leche. Se toma la lectura en grados de Quevenne y además se lee la temperatura en °C. Agregar a la lectura (0.0002) por cada grado que se eleve la temperatura por arriba de 15 °C y restarlo en caso contrario, o sea, si la temperatura es menor de 15 °C, restar a la lectura 0.0002 por cada grado que falte (Quijano, 1988).

Procedimiento Experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar, con igual número de repeticiones, cuyo modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \epsilon_{ij}$$

Donde: $i = 1, 2, 3, \dots, t$ (número de tratamientos) = 3
 $j = 1, 2, 3, \dots, r$ (número de repeticiones) = 8

Con análisis de covarianza para evaluar incremento de peso diario y producción diaria de leche, donde la variable concomitante fue el peso inicial. Para detectar diferencias entre tratamientos para la composición química de la leche, se utilizó la prueba de χ^2 (*ji* cuadrada)

Variables evaluadas:

- Peso final promedio, (kg).
- Incrementos de peso/ día / anim, (kg).
- Producción de leche/día/anim, (ml) y producción total.
- Composición química (por ciento de grasa, proteína, acidez, y sólidos no grasos) y física (densidad) de la leche por tratamiento.

Covariable:

- Peso inicial (kg).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 7, se muestra el efecto de la grasa adicionada en diferentes niveles en el suplementos para cabras en pastoreo. Resultados con medias ajustadas y error estándar.

Cuadro 7. Comportamiento de cabras en pastoreo, suplementadas con diferentes niveles de grasa.

	TRATAMIENTO 1		TRATAMIENTO 2		TRATAMIENTO 3	
Nivel de Grasa (%)	0		2		4	
Peso inicial prom/anim (kg)	36.75		33.3625		35.15	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE
Peso final prom/anim (kg)	33.378 ^b	±0.302	35.305 ^a	±0.303	33.875 ^b	±0.293
Incrementos de Peso prom/d/anim. (kg)	-0.055 ^b	±0.012	0.006 ^a	±0.012	-0.036 ^b	±0.011
Producción de Leche prom/d/anim (ml)	278.524 ^a	±17.615	393.749 ^a	±16.930	254.245 ^a	±16.835
Producción de Leche Total prom/anim (ml)	1949.67 ^a	±123.30	2056.24 ^a	±118.51	1779.71 ^a	±117.85
Proteína (%)	2.536 ^a	±0.129	2.6 ^a	± 0.107	2.664 ^a	± 0.118
Grasa (%)	5.836 ^a	± 0.209	6.293 ^a	±0.234	6.336 ^a	± 0.135
Sólidos No Grasos (%)	9.129 ^a	± 0.170	9.514 ^a	± 0.149	9.386 ^a	±0.202
Densidad(gr/ml)	1.031 ^a	±0.001	1.031 ^a	±0.0004	1.031 ^a	±0.001
Acidez (°Dornic)	1.657 ^a	±0.30	1.714 ^a	± 0.040	1.743 ^a	± 0.037

^{a, b} = Literales diferentes en el mismo renglón son significativas ($P \leq 0.05$).

EE: Error estándar.

d: Día.

Aceptación del suplemento por las cabras

Por lo general las cabras que se encontraban lactando y en pastoreo, sometidas a los efectos de la grasa de bovino adicionada en el suplemento comercial, en este trabajo como en otros (Schauff *et al.* 1992, Robinson y Burgess 1990, Teh *et al.* 1994, Lu, 1993), aceptaron las raciones con los niveles de inclusión del 2% (T2) y 4% (T3) de sebo de res. El alimento que se les proporcionaba (500 g) no tenía rechazo. Cabe señalar que aunque no se

tomaron datos de consumo, en ocasiones las cabras del tratamiento 3 tenían alimento sobrante, posiblemente esto se debió a la palatabilidad del alimento. En otras ocasiones los tratamientos que se les suplemento, tenían rechazo del alimento, ya que en ocasiones se presentaban precipitaciones pluviales en la zona, mojándose en parte el alimento o las cabras eran sacadas de sus corrales que se les asignó para evitar proliferación de enfermedades causadas por la humedad.

Efecto en los pesos (kg) de las cabras

La suplementación de cabras lactando en pastoreo con niveles (0, 2, 4%) de grasa de bovino (sebo) afectó ($P < 0.05$) el peso (kg) final promedio de las cabras al tomar como covariable el peso inicial. Como lo indica la Figura 1, donde la tendencia de los pesos en el tratamiento en los animales que recibieron el 2% de sebo en el suplemento fue de ascenso y registrando pérdidas en los tratamientos donde no recibieron suplementación (T1) y donde se les adicionó 4% de sebo (T3), a partir del peso inicial. Al incrementar los niveles de grasa en el suplemento no mostró cambios como era de esperarse, al no existir incremento en el peso de los animales, ya que el nivel de 4% de sebo en el suplemento no tuvo diferencia significativa con las cabras no suplementadas al perder peso y el 2 % de sebo en el suplemento tuvo mayor ganancia de peso en las cabras. Algo similar encontraron Te et al. (1994), donde la ganancia de peso corporal en cabras disminuyó linealmente al incrementarse la grasa inerte en el rumen con 0, 3, 6, 9% de grasa adicionada. Posiblemente esto se debió a que la grasa fue inerte al rumen y por otro lado a que las cabras con las que trabajaron estos autores estaban en lactancia temprana y en condiciones estabuladas, las cuales podrían estar en condiciones más confortables y las del presente trabajo fueron de dos meses de lactancia en promedio y en pastoreo, lo cual pudo deberse a que en estas condiciones de pastoreo en el semidesierto las cabras no llenaron sus requerimientos nutricionales y debido a la presión de

producción de leche los animales pudieron obtener nutrientes de las reservas del organismo.

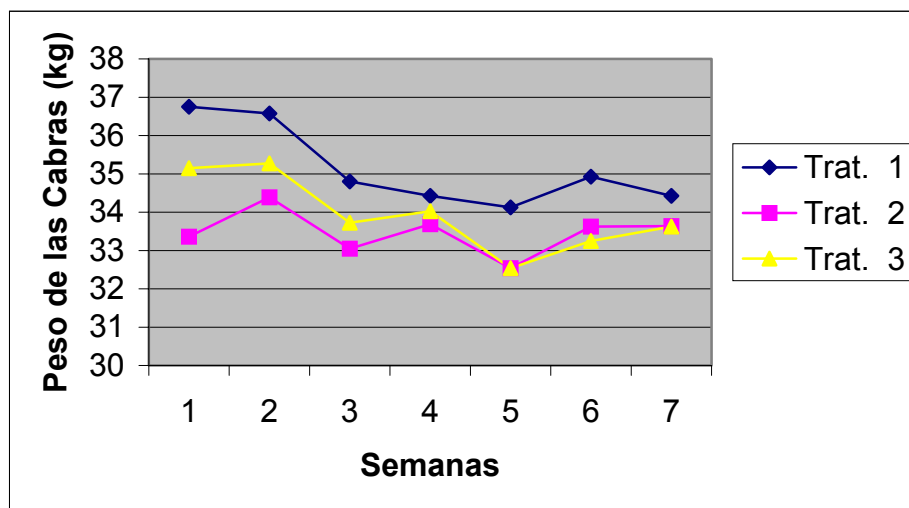


Figura 1. Peso (kg) en cabras suplementadas con diferente nivel de grasa.

El peso inicial como covariable afectó ($P < 0.05$) el incremento de peso (kg)/día/animal (kg). Los aumentos de peso en promedio tuvieron significancia; donde el tratamiento que se suplementó con el 2% de sebo tuvo una diferencia de manera positiva y por arriba de los tratamientos que no recibieron suplemento (T1) y los que recibieron suplemento con 4% de sebo (T3); con una diferencia de 4.2 kg de peso en promedio entre T2 contra T1 y T3. En cuanto al T2 y T3 que recibieron suplementación y que tuvieron diferencia entre ellos, posiblemente se debió a la palatabilidad del alimento, porque aunque no se midió el consumo, en ocasiones mostraban rechazo las cabras dentro del tratamiento (T3) que recibieron 4% de sebo en el suplemento, lo cual concuerda con Ortiz *et al.* (2000), al encontrar diferencia significativa ($P < 0.05$) en las ganancias de peso al adicionar grasas de origen animal (grasa amarilla de pollo GA y sebo de res S) en la dieta (isoenergética) para ovinos de pelo. Donde el aumento de peso creció linealmente al incrementarse el consumo y la digestibilidad de la dieta. Teniendo mejores aumentos para las dietas con 3% de GA y 3% de S, 6% de S, 6% de GA, respectivamente. En cambio Barajas *et al.* (1994) al trabajar con borregas no gestantes, encontraron que la ganancia diaria de peso no se

modificó ($P>0.10$) al adicionar el 4% de sebo en la ración, con una dieta de forraje (20):concentrado (80), pero comparado con borregas recibieron maíz y pulido de arroz en la dieta y con alojamientos en jaulas metabólicas.

Los resultados del presente trabajo tal vez tuvieron influencia del alimento comercial consumido, ya que varía mucho en cuanto a las condiciones o características de las investigaciones, ya que algunos autores (Robinson y Burgess, 1990) mencionan que los consumos son inferiores al adicionar sebo en la suplementación, otros (Schauff *et al.*, 1992) indican que los consumos no son afectados y Lu (1993) menciona que en cabras suplementadas con un bajo contenido de grasa, favorece el consumo voluntario, con inclusiones de 0 ó 5% de grasa animal. Tal vez los efectos se deben a lo que Ortiz (1989) citado por López y Vargas (1991) observó, al mencionar que el cambio de peso está en función del mes en que ocurra el parto, perdiendo más peso las hembras que paren en otoño o invierno, no sucediendo lo mismo en los partos de verano, mientras mayor sea la edad de las hembras de cría, si se comparan con hembras jóvenes (uno a dos años de edad), menor es la pérdida de peso y las cabras vacías son las que menos peso pierden durante el invierno y primavera. Los caprinos en pastoreo sólo cubren sus requerimientos de energía digestible durante la primavera. Ya que existen varios aspectos que pueden variar de una situación a otra y de acuerdo al procedimiento experimental, además de no contar con suficiente información de este tipo en la caprinocultura, por lo que en términos prácticos se debe tomar en cuenta a que el comportamiento en el peso de los animales y cómo afecta a este el estado fisiológico, el manejo y el lugar, son elementos que se tienen que considerar para decidir qué animales y en que época suplementar.

Por otra parte, los resultados del análisis bromatológico del suplemento con los niveles de grasa, mostraron elevado contenido de extracto etéreo ($T_2=7.84\%$ y $T_3=22.48\%$) debido a la adición de sebo. Esto pudo afectar tanto para la digestión en las cabras o desechar gran parte de la grasa en las heces fecales. Al considerar la digestibilidad de las cabras Garrett *et al.*

(1959), mencionados por NRC (1981) recomienda que si se usan 100 Mcal de energía bruta (EB) esta es igual a 76 Mcal de energía digestible (ED) = 62 Mcal de energía metabolizable (EM) = 35 Mcal de energía neta (EN). Los cuales indica que son altos solo para dietas de forraje. También se menciona que para cabras en pastoreo en áreas áridas las cabras necesitan 3.12 Mcal de ED del alimento, más la requerida para producir leche es de 1.57 Mcal de ED, siendo el total de 4.914 Mcal de ED. En el suplemento con el cual se trabajó se tiene que la energía para el T2 es de 4.48033 kcal/ g y el T3 de 4.74320 kcal/g. Debido a lo anterior, la energía que aporta el T2 es de 3.405 kcal y el T3 de 3.605 kcal de ED. Para alcanzar 4.914 Mcal ED, la cabra necesita consumir un promedio en el T2 de 1443.17 g y el T3 DE 1363.18 g del suplemento. Dado que las cabras se les dio 500 g el faltante debía ser cubierto por el forraje consumido en campo, por lo que es posible que las cabras no cubrieron las necesidades energéticas.

Efectos en la producción de leche

En general los resultados obtenidos (Figura 2) en la producción de leche, en el presente trabajo no se encontró ningún efecto ($P>0.05$). El hecho de que no hubiera diferencia estadística entre los tratamientos con diferentes niveles de grasa en la suplementación de cabras, posiblemente se debió a que existieron variaciones bruscas en cuanto ganancias de peso que pueden explicarse porque se tuvieron factores incontrolables durante el desarrollo de esta investigación, ya que se presentaron precipitaciones pluviales en la región, en repetidas ocasiones, lo cual pudo haber causado que las cabras no comieran el alimento ya que se mojaba, por lo que es posible que no llenaran sus requerimientos nutricionales. Lo anterior es contrario a lo esperado, ya que se esperaba que aumentara linealmente la producción de leche con los aumentos de peso, de acuerdo a los niveles (de mayor a menor) de grasa suplementaria, o mostrar algo semejante a lo encontrado por Teh, et al (1994), donde la producción de leche decreció linealmente al incrementarse la grasa en la dieta de cabras en lactancia

temprana, debido a los cambios de la grasa inerte del rumen con alimentación isonitrogenada a 0, 3, 6, y 9% grasa adicionada.

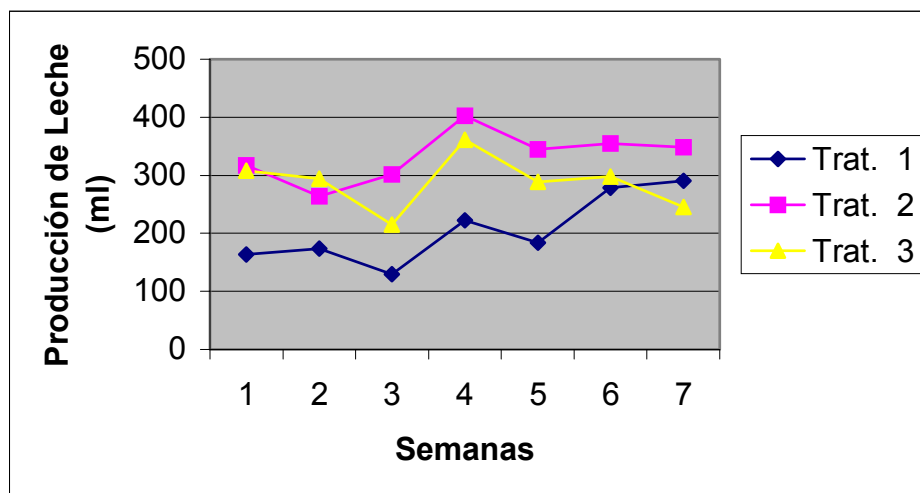


Figura 2. Producción de leche (ml) en cabras suplementadas con diferente nivel de grasa.

Efectos en la composición físico-química de la leche

Contenido de grasa en la leche

En los datos obtenidos (Figura 3) en el presente trabajo, no existió efecto ($P > 0.05$) que cambiaran el contenido de grasa en la leche, lo cual contrasta con Baldi *et al.* (1992), al encontrar que existe incremento significativo de la grasa en la leche (de 3.4 ± 0.1 a $3.7 \pm 0.2\%$) al suplementar con grasas protegidas a cabras alpinas alimentadas con 6% de sales de calcio (con 36 ± 10 días en post-parto). En otro estudio Teh, *et al.* (1994), encontraron que la producción de leche decreció linealmente al incrementarse la grasa en la dieta, debido a los cambios de la grasa inerte del rumen con alimentación isonitrogenada a 0, 3, 6, y 9% grasa adicionada, siendo que el 3 % de grasa en el total de la dieta, puede incrementar el porcentaje de la grasa en la leche de las cabras altas productoras en temprana lactación. Lu (1993), dedujo, que un bajo contenido de grasa, favorece el consumo voluntario en cabras y decrece la concentración de ácidos grasos responsables de los problemas del sabor de la leche en cabras durante la temprana lactancia, con inclusiones de 0 ó 5% de grasa animal y determinar que la ingestión de la

grasa animal combinada con mayor fibra altera el metabolismo de los lípidos en el rumen y la circulación periférica, y esto contribuyó al cambio en el contenido de grasa y ácidos grasos en la composición de la leche de las cabras. Tal vez los resultados fueron la suma de varias condiciones, ya que la concentración de grasa en la leche aumenta al disminuir la producción (Gall y Mena, 1977), que aunque no existió disminuciones de la producción de leche, posiblemente el efecto de la curva de lactancia ya tendía en su declinación y por otro lado también existen variaciones por las practicas de alimentación, ya que una ración demasiado rica en concentrados que no estimulan la rumia en las cabras y puede resultar en una caída en el porcentaje de grasa (Soroa, 1974), permitiendo existir una estabilización en el contenido de la grasa en la leche del presente trabajo.

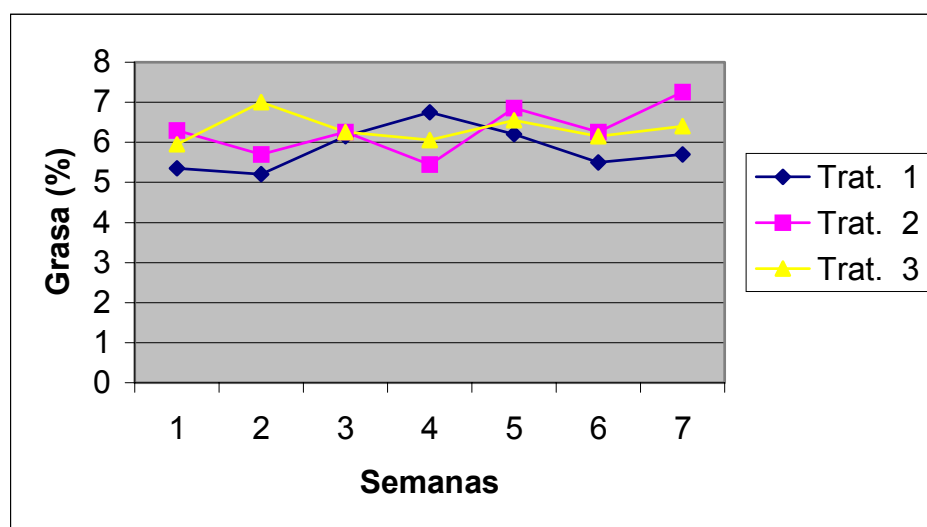


Figura 3 . Porcentaje de Grasa contenida en la leche de las cabras suplementadas con diferente nivel de grasa.

Contenido de proteína en la leche

En cuanto al contenido de proteína en la leche de cabras en pastoreo con diferentes niveles de grasa en la suplementación, esta no tuvo respuesta ($P > 0.05$). Su tendencia fue muy similar en los tres tratamientos, aunque insignificante, existiendo un ascenso, ya que partió en un promedio de 2.25 hasta alcanzar 3% donde mostró estabilización, mostrando mejor tendencia en el T3 (2.66%), T2 (2.6%) y T1 (2.536%), respectivamente (Figura 4). Lo

cual coincide con lo encontrado en varias investigaciones, Lu (1993) por su parte encontró que el contenido de la proteína en la leche de cabras no fue alterada por la suplementación de grasa animal en la dieta isoenergética con niveles de inclusión de 0 ó 5% . De igual manera pero en trabajos con vacas y con 133 días de post-parto en promedio Schauff *et al* (1992), por su parte encontraron que la proteína cruda en la leche no fue afectada por la alimentación suplementaria de grasa (sebo) y la utilización de energía y nitrógeno para la producción de la leche no fue alterada. Contrario a esto, Robinson y Burgess (1990), mencionan que las vacas suplementadas con sebo produjeron leche con bajo contenido de proteína y la producción de proteína fue también inferior en comparación con las suplementadas con maíz o avena. Soroa (1974), menciona que existe una estrecha relación entre la cantidad de grasa y la cantidad de proteína en la leche.

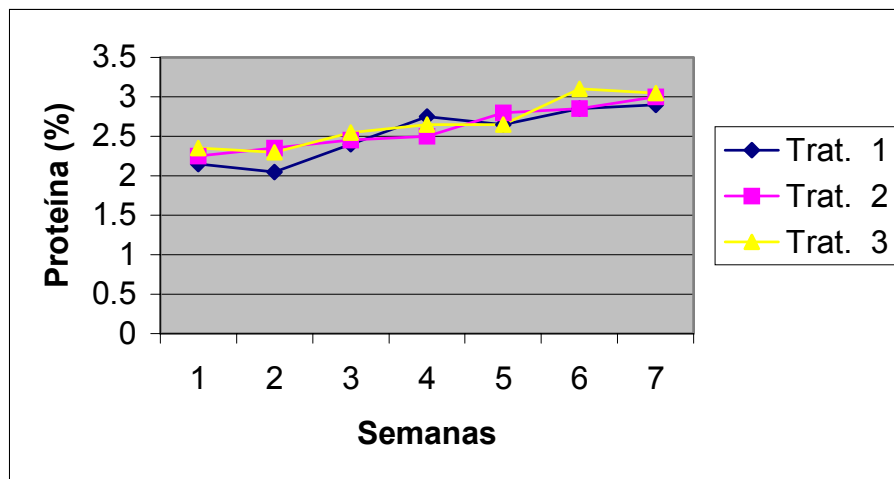


Figura 4. Porcentaje de Proteína contenida en la leche de las cabras suplementadas con diferente nivel de grasa.

Porcentaje de sólidos no grasos en la leche

En los sólidos no grasos no existió efecto ($P > 0.05$) entre los tratamientos, aunque con una tendencia no significativa muy similar al contenido de proteína en la leche, fue en aumento entre los tratamientos (Figura 5). Este efecto fue semejante en cuanto a resultados pero no en las condiciones ni procedimiento a lo que encontró Schauff *et al*. (1992) al no existir ningún efecto por parte de la alimentación suplementaria de grasa en los Sólidos No

Grasos de la leche de vacas de varios partos y con 133 días post-parto. Ploumi et al. (1998), encontró que la producción de leche en borregas fue significativa para el porcentaje de todos los componentes de la leche excepto los SNG y aumentaron estos al final de la etapa de lactación.

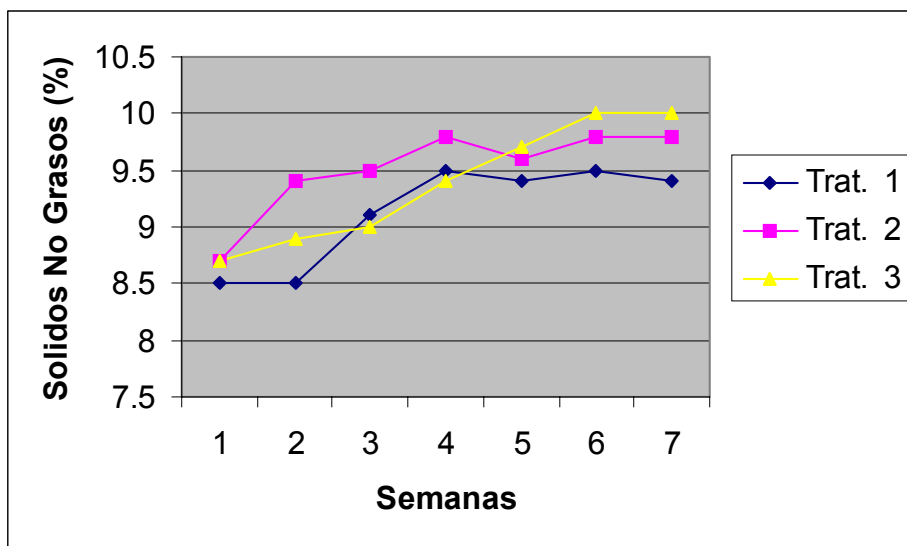


Figura 5. Porcentaje de Sólidos No Grasos contenidos en la leche de las cabras suplementadas con diferente nivel de grasa.

Densidad de la leche

Respecto a la densidad de la leche de las cabras no mostró respuesta significativa ($P > 0.05$), siguiendo la tendencia (Figura 6) de la proteína, la grasa y sólidos no grasos en la leche, esto tal vez se deba a lo que menciona Quijano (1988), que la densidad está dada por los componentes de la leche como H_2O , proteína, grasa, minerales y carbohidratos.

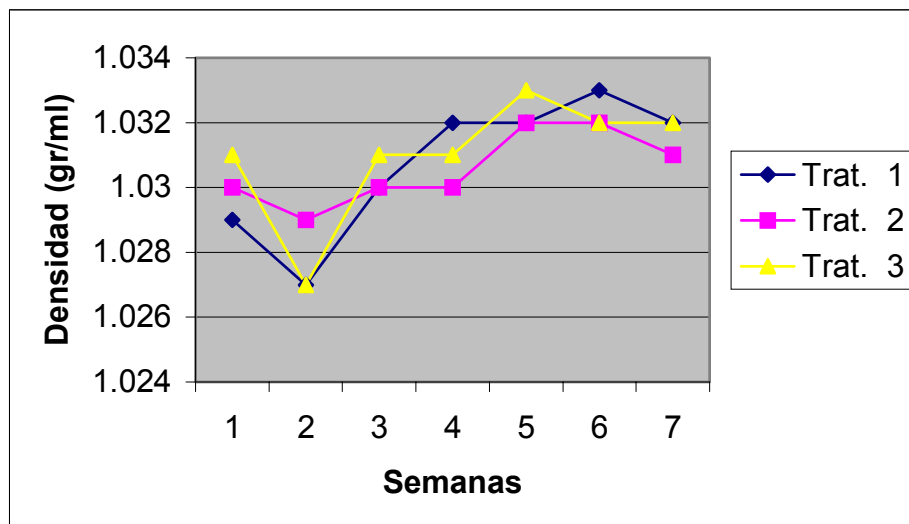


Figura 6. Densidad (gr/ml) presentada en la leche de las cabras de las cabras suplementadas con diferente nivel de grasa.

Acidez en la leche

La acidez en la leche (grados Dornic) tampoco se afectó ($P>0.05$) por los niveles de grasa en la dieta suplementaria. Quijano (1988), menciona que la acidez real está dada por la concentración de ácidos presentes en la leche, principalmente ácido láctico, el cual puede ser natural en la leche o microbiano, este último generado por la fermentación de la lactosa, este carbohidrato en la leche es relativamente constante y su concentración es similar entre razas (Soroa, 1974). Aunque existan (Figura 7) algunas variaciones estadísticamente no significativas, se pudo deber a la acidez de tipo microbiano anteriormente citada. Esto contrasta con el trabajo de Robinson y Burgess (1990), al trabajar con vacas lecheras a mitad de lactación suplementadas con forraje y adición de sebo, ya que encontraron que fue similar a la lactosa contenida en la leche.

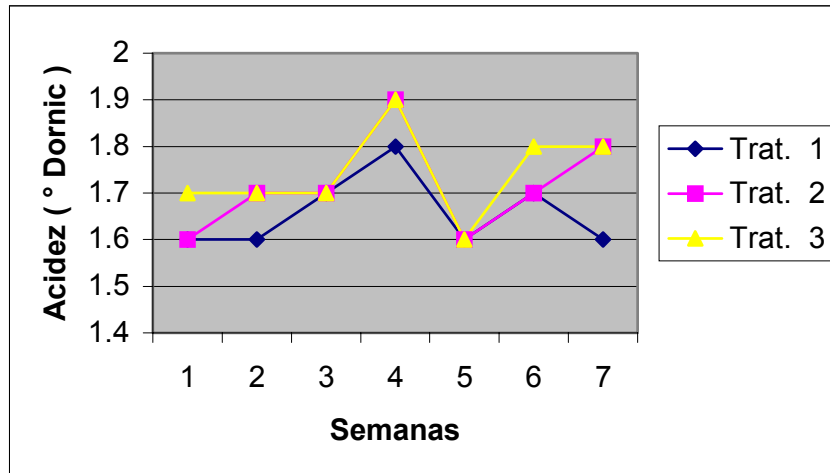


Figura 7. Grados Dornic en la Acidez presentada en la leche de las cabras.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

1. Las cabras lactantes en pastoreo aceptaron la suplementación con el nivel de 2% de sebo de res. En el tratamiento con nivel de 4% de sebo de res en algunas ocasiones no fue aceptado totalmente.
2. La adición de grasa animal en el suplemento de cabras en pastoreo, tuvo mayor efecto en los incrementos de peso que en la producción de leche de cabras.
3. El 2% de grasa de bovino mezclada con suplemento comercial para cabras en pastoreo extensivo resultó mejor que el 4% en los incrementos de
4. La adición de grasa en la suplementación de las cabras no afecta la composición físico-química de la leche.

RESUMEN

Con el fin de determinar la aceptación del sebo de res mezclado en suplemento comercial, se evaluó el efecto de tres niveles de grasa en la dieta de cabras lactantes en pastoreo, sobre los incrementos de peso, producción y composición de la leche.

Se utilizó un diseño completamente al azar, con igual número de repeticiones, con análisis de covarianza para evaluar incrementos de peso diario y producción diaria de leche, y composición físico-química de la leche donde la variable concomitante fue el peso inicial.

Se asignaron 24 cabras al azar para conformar los tratamientos de 8 repeticiones. Los tratamientos fueron: T1(0% de sebo y sin suplementar), T2 (2% de sebo + 500 g de suplemento comercial/animal/día) y T3 (4% de sebo + 500 g de suplemento comercial/animal/día). La suplementación se realizó diariamente con su respectiva pre-adaptación. Diariamente se ordeñaron las cabras y cada semana se pesaron los animales para determinar la producción de las cabras individualmente; además se tomó una muestra homogénea de la leche por cada tratamiento para posteriormente analizarla en el laboratorio.

El peso inicial como covariable afectó el peso (kg) final promedio de las cabras. No hubo efecto ($P>0.05$) en la producción de leche.

En el análisis de la leche, en cuanto a la composición físico – química, no hubo ningún efecto significativo de los niveles de grasa en la dieta sobre el porcentaje de proteína, grasa, sólidos no grasos, acidez y densidad de la leche de las cabras lactantes en pastoreo .

Es conveniente la suplementación con sebo de res en las cabras lactando en pastoreo.

LITERATURA CITADA

- Agraz, G. A. 1989. Caprinotecnia III. Editorial Limusa. México. p. p. 2053 – 2055, 2245 - 2249, 2259, 2264-2265.
- Arbiza, A. S. I. 1986. Producción de Caprinos. Editorial AGT. México. p. p. 313 - 317.
- Baldi, A. F. Cheli, C. Corino, V. Dell'Orto and F. Polidori. 1992. Effects of feeding calcium salts of long chain fatty acids on milk, milk composition and plasma parameters of lactating goats. *Small Rumin. Res.* 6 (4): 303-310.
- Barajas, C. R. y A. L. R. Flores. 1993. Efecto de tres tipos de grasa sobre la digestibilidad aparente de dietas para borregos. *Memorias del VI Congreso Nacional de Producción Ovina*. Cd. Valles, San Luis Potosí, México. p. p. 42 - 46.
- Barajas, C. R., A. L. R. Flores, J. E. C. Domínguez, J. F. Obregón, A. B. Félix, A. A. Román y E. G. Vásquez. 1994. Efecto de la adición de sebo a dietas conteniendo pulido de arroz sobre la digestión y respuesta productiva en rumiantes. *Memorias V Reunión Bienal de Nutrición Animal*. GNMNA, UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. p. p. 14 -18.
- Bartocci, S., G. M. Terzano and A. Borghese. 1990. Protected fats for lactating goats. *Nutr. Abst. Rev.* 60(8): 626. Abstracts 4389.

- Cantú, G. J., C. Rimoldi, R. N. M. Gómez y H. I. Guajardo. 1996. Energía en la reproducción animal. Memorias del Seminario Internacional de Actualización de Nutrición y Reproducción. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. p. 64.
- Chalupa, W., B. Rickabaugh, D. S. Kronfeld and D. Skland. 1986. Rumen fermentation *in-vitro* as influenced by long chain fatty acids. J. Dairy Sci. 67:1439 -1444.
- Church, D.C. y W. G. Pond. 1996. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Editorial Limusa. México. p. p. 42, 115-128, 237 - 256, 303 - 304, 333.
- CETENAL. 1977. Cartas de climas; clave G14 – C33 y G14 – C43; escala: 1:50000; color: varios. Comisión de Estudios del Territorio Nacional Secretaria de la Presidencia. México.
- De Alba J. 1980. Alimentación del Ganado en América Latina. 2 edición. Prensa Médica Mexicana. México. p. p. 23, 311-112.
- Donker, G. H. and G. D. Marx. 1980. Sodium bicarbonate in diets for milking dairy cows. J. Dairy Sci. 63(6):931 – 935.
- Fuentes, R. J. M. y B. Ortiz de la R. 1994. Degradabilidad ruminal de grasas de sobrepaso. Agraria 10(2):166 -171.
- Gagliostro, G. A. and Y. Chilliard. 1992. Protected lipid utilization in dairy cow nutrition. Effects on milk yield and composition, and on intake of dry matter and energy. Nutr. Abst. Rev. 64(6):403. Abstracts 2912.

- Gall, C. y G. L. A. Mena. 1977. Producción Caprina y Ovina. División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas Departamento de Zootecnia. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, Nuevo León. México. p. p. 2 - 3, 17, 24 -26, 36, 59 - 61.
- Huffman, R. P., R. A. Stock, M. H. Sindt and D.H. Chain. 1992. Effect of fat type and forage level on performance of finish cattle. J. Anim. Sci. 70:3889 - 3898.
- INEGI. 1994. Resultados del VII Censo Agrícola – Ganadero. Tomo II. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática Aguascalientes, Ags. México. p. p. 610 – 624.
- López T, R. y L. S. Vargas. 1991. Investigaciones en Caprinos en el Norte de México. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México. p. p. 11-13, 48-54, 101, 102.
- López T., R., E. R. García y O. J. Acosta. 1994. Efecto de la proteína y grasa sobrepasantes en el comportamiento y calidad de la canal de vaquillas y toretes. Memorias de la V Reunión Bienal de Nutrición Animal. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. p. 216.
- Lozano, G. M., A. R. Lozano y J. J. Espinoza. 1988. Utilización de subproductos de origen animal en la alimentación pecuaria. Memorias de la Segunda Reunión Bianual de Nutrición Animal. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. s. p.
- Lu, C. D. 1993. Implication of feeding isoenergetic diets containing animal fat on milk composition of Alpine does during early lactation. J. Dairy Sci. 76 (4): 1137-1147.

- Mayén, M. J. 1989. Explotación Caprina. Editorial Trillas. México. p. p. 44 - 45, 99-100.
- Maynard, L. A. y J. K. Loosli. 1975. Nutrición Animal. Tercera edición. Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana. México, p. p. 89 -97, 102-104.
- Mendoza H, J. M. 1983. Diagnóstico climático para la zona de influencia inmediata de la UAAAN. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 615.
- Morrison, F. B. 1980. Alimentos y Alimentación del Ganado. Tomo I. Editorial UTEHA. México. p. p. 8-9, 31-32.
- Ngidi, M. E., S. C. Loerch, F. L. Fluharthy and D. L. Palmquist. 1990. Effects of calcium soaps of long-chain fatty acids on feedlot performance, carcass characteristics and ruminal metabolism of steers. J. Anim. Sci. 68(8): 2555 - 2566.
- NRC.1981. Nutrient Requirements of Goats. National Academy Press. Washinton, D.C. p. p. 10-12.
- Ortíz, B., R. Peraza, F. E. Gamboa y J. M. Fuentes. 2000. Efecto del uso de grasa de origen animal sobre el consumo y digestibilidad en ovinos de pelo. Memorias del VIII Congreso Internacional de Nutrición Animal. Sesión de Carteles. Nutrición de Rumiantes. Chihuahua, Chihuahua. México. p. p. 39, 40.

- Perry, W. T. 1984. *Animal Life-Cycle Feeding and Nutrition*. Animal feeding and Nutrition. A series of Monographs. Academic Press, Inc. (London). Orlando Florida. U. S. A. p. p. 9-14.
- Ploumi, K., S. Belibasaki and G. Triantaphyllidis. 1998. Some factors affecting daily milk and composition in a flock of Chios ewes. *Small Rumin. Res.* 28: 89 -92.
- Porter, J. W. 1981. *Leche y Productos Lácteos*. Editorial Acribia. Zaragoza, España. p. 15
- Quijano G., H. 1988. *Manual de Laboratorio de Industrias Pecuarias*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. p. p. 2 – 12.
- Ramírez L. R. G. 1989. *Estudios Nutricionales de las Cabras en el Noreste de México (Segunda parte)*. UANL. San Nicolás de los Garza, N. L., México. p. p. 39-40.
- Robinson, P. H and P. L. Burgess. 1990. Energy supplementation of high forage diets for mid-lactation dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 70 (3):867-874.
- Schauff, D. J., J. P. Elliott, J. H. Clark and J. K. Drackley. 1992. Effects of feeding lactating dairy cows diets containing whole soybeans and tallow. *J. Dairy Sci.* 75 (7):1923-1935.
- Soroa, J. M. P. 1974. *Industrias Lácteas*. Quinta Edición. Editorial AEDOS. Barcelona, España. p. p. 23, 29, 33, 34.

- Teh, T. H., L. T. Trung, Z. H. Jia, T. A. Gipson, K. B. Ogden and T. F. Sweeney. 1994. Varying amount of rumen-inert fat for high producing goats in early lactation. *J. Dairy Sci.* 77 (1): 253-258.
- Villalobos, G. C. 2000. Interrelación de suplementos proteicos y energéticos con la calidad del forraje de animales en pastoreo. Memoria del VIII Congreso Internacional de Nutrición Animal. Chihuahua, Chihuahua. México. p. p. 5, 6, 18, 19.
- Weisbjerg, M. R., T. Hvelplund and C. F. Børsting. 1992a. Digestibility of fatty acids in the gastrointestinal tract of dairy cows fed with tallow or saturated fat rich in stearic acid or palmitic acid. *Nutr. Abst. Rev.* 63 (6):377. Abstracts 2870.
- Weisbjerg, M. R., C. F. Børsting and T. Hvelplund. 1992b. Fatty acid metabolism in the digestive tract of lactating cows fed tallow in increasing amounts at two feed levels. *Nutr. Abst. Rev.* 63 (6):377. Abstracts 2872.
- Zinn, R. A. 1989. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for steers: Feedlot cattle growth and performance. *J. Anim. Sci.* 67:1029-1037.
- Zinn, R. A. 1993. Detrimental effects of excessive dietary fat. *Research Update* 5(3) University of California, Davis, U.S.A.