



CENTRO DE INVESTIGACIONES
BIOLOGICAS DEL NOROESTE, S.C.

Programa de Estudios de Posgrado

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE FORRAJES DEL
AGOSTADERO Y SU RELACIÓN CON LA
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LECHE DE CABRAS
CRIOLLAS

TESIS

Que para obtener el grado de

Maestro en Ciencias

Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales
(Agricultura Sustentable)

Presenta

Noé de Jesús Medina Córdova

La Paz, Baja California Sur, abril de 2012

ACTA DE LIBERACION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las 10:00 horas del día 16 del mes de abril de 2012, se procedió por los abajo firmantes, miembros de la Comisión Revisora de Tesis avalada por la Dirección de Estudios de Posgrado del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., a liberar la Tesis de Grado titulada:

"COMPOSICIÓN QUÍMICA DE FORRAJES DEL AGOSTADERO Y SU RELACIÓN CON LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LECHE DE CABRAS CRIOLLAS"

Presentada por el alumno:

Noé de Jesús Medina Córdova

Aspirante al Grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACION DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACION EN Agricultura Sustentable

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron su **APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA


DR. BERNARDO MURILLO AMADOR
DIRECTOR DE TESIS


DR. JOSÉ LUIS ESPINOZA VILLAVICENCIO
CO-TUTOR


DR. NARCISO YSAC ÁVILA SERRANO
CO-TUTOR


DRA. ELISA SERVIERE ZARAGOZA,
DIRECTORA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

COMITÉ TUTORIAL

Dr. Bernardo Murillo Amador (Director de Tesis)

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, B.C.S.

Dr. José Luis Espinoza Villavicencio (Co-Tutor)

Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, B.C.S.

Dr. Narciso Ysac Ávila Serrano (Co-Tutor)

Universidad del Mar, Puerto Escondido, Oaxaca.

COMITÉ REVISOR DE TESIS

Dr. Bernardo Murillo Amador

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, B.C.S.

Dr. José Luis Espinoza Villavicencio

Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, B.C.S.

Dr. Narciso Ysac Ávila Serrano

Universidad del Mar, Puerto Escondido, Oaxaca.

JURADO DE EXAMEN DE GRADO

Dr. Bernardo Murillo Amador

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, B.C.S.

Dr. José Luis Espinoza Villavicencio

Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, B.C.S.

Dr. Narciso Ysac Ávila Serrano

Universidad del Mar, Puerto Escondido, Oaxaca.

Dra. Alejandra Nieto Garibay (Suplente)

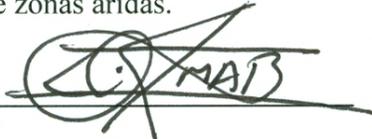
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, B.C.S.

RESUMEN

Para el consumo humano la calidad de cualquier alimento está en función de su aportación nutrimental, así como también el que posea efectos benéficos para la salud, por lo que la leche es uno de los alimentos más completos para el ser humano. La leche de cabra como sustituto de la tradicional leche de vaca, es fuente importante de energía, proteína de alta calidad, vitaminas y minerales, además es una estrategia útil para abordar el problema de la desnutrición, especialmente entre la población infantil. Considerando los sistemas de explotación para la producción caprina, se debe conocer con más detalle la capacidad de la vegetación nativa como especies forrajeras y su efecto sobre las características físico-químicas de la leche de cabra. El objetivo del presente trabajo fue determinar la composición química de especies forrajeras asociadas al agostadero de una zona semiárida y su relación con la composición química de la leche de cabras criollas en un sistema de explotación extensivo. El estudio se realizó en el rancho "El Bajío" ubicado en el ejido El Centenario, municipio de La Paz, Baja California Sur, con ganado caprino criollo en condiciones de producción extensivas. Durante 12 meses se colectaron muestras de forraje de las especies vegetales consumidas por las cabras, al mismo se tomaron muestras de leche de 15 cabras criollas clínicamente sanas y alimentadas en pastoreo bajo condiciones de agostadero. Los resultados mostraron un efecto significativo de los cambios estacionales del año sobre la composición química de las especies forrajeras del agostadero en la zona, haciendo evidente la presencia de dos épocas claramente diferenciadas, una de buena calidad forrajera, en las estaciones de otoño e invierno y otra de menor calidad forrajera durante primavera y verano, ambas estrechamente dependientes de la época de lluvias. A excepción del contenido de fibra cruda, la composición química de la leche de cabras mostró variación a través del año en todas variables evaluadas, lo cual es probable que se deba a los cambios en la composición química de las especies forrajeras del agostadero consumidas por las cabras a través del año. La primavera parece ser la estación más hostil del año para las cabras, debido a la escasez de agua y alimento disponible; sin embargo se observó una amplia utilización de flores de cactáceas y vainas, lo cual sólo se presentó en esta estación, evitando una disminución drástica en la composición nutritiva de la dieta. Las cabras en libre pastoreo seleccionaron y consumieron una dieta que fue variable en la composición de especies de plantas durante las estaciones.

PALABRAS CLAVE: análisis proximal, pastoreo extensivo, especies forrajeras, agostadero de zonas áridas.

Vo. Bo. _____



Dr. Bernardo Murillo Amador

Director de Tesis

ABSTRACT

For human consumption, the quality of any food is a function of nutrient input, as well as having beneficial health effects, so that milk is one of the most complete foods for humans. Goat's milk as a substitute for traditional cow's milk, is an important source of energy, high-quality protein, vitamins and minerals, and is a useful strategy to the problem of malnutrition, especially among children. Considering the operating systems for the goat production, one must know in detail the ability of native vegetation as forage species and their effect on physico-chemical characteristics of goat milk. The objective of this study was to determine the chemical composition of forage species associated with a semi-arid rangeland and its relationship to the chemical composition of goat milk in a native operating system extensively. The study was conducted at the ranch "El Bajio" located in the Ejido El Centenario, municipality of La Paz, Baja California Sur, with native goats under extensive production. During 12 months samples of plant species consumed by goats were collected, at the same period, samples of milk from 15 clinically healthy native goats fed on pasture under grazing conditions were collected. The results showed significant effect of seasonal changes of the year on the chemical composition of rangeland forage species in the area, being evident the presence of two distinct seasons, a good quality forage in autumn and winter and other lower-quality forage during spring and summer, both closely dependent on the rainy season. With the exception of crude fiber content, chemical composition of the milk of goats showed variation throughout the year in all variables assessed, which is likely due to changes in the chemical composition of rangeland forage species consumed by goats throughout the year. The spring season appears to be the most hostile of the year for goats, due to the water scarcity and food available, but there was a widespread use of cactus flowers and pods, which only appeared in this season, avoiding a decrease dramatically in the nutritional composition of the diet. Goats grazing freely selected and consumed a diet that was variable in the species composition of plants during the seasons.

KEY WORDS: proximal analysis, extensive grazing, forage species in arid rangeland.

DEDICATORIA

A mis dos grandes amores, mi compañera de vida Ana y mi mayor motivación Emiliano, quienes me han enseñado el verdadero valor de la vida.

A mis padres, Kiko y Maty, de quienes aprendí que está permitido caerse, pero que es obligatorio volver a levantarse.

A mis hermanos, Chema y Erik, a quienes amo y admiro con todo mi corazón.

A toda mi familia, porque a pesar de las distancias, siempre han estado a mi lado.

A todos mis amigos, por su gran cariño y apoyo y con quienes he pasado momentos que jamás olvidaré.

A la señora Ana María Onofre Ruelas, así como la familia Loyo Onofre, con quienes he compartido muchos bellos momentos.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo brindado a través de su programa de becas para la realización de este trabajo (Beca No. 211771).

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., sus autoridades y directivos, por el apoyo para realizar esta investigación a través de la línea estratégica de agrotecnología y recursos energéticos (ZA3) y por permitirme formar parte de una institución de tanto prestigio.

Al Dr. Bernardo Murillo Amador, por su amistad, disposición y el tiempo dedicado a mi formación profesional durante el transcurso de mis estudios de posgrado.

Al Dr. José Luis Espinoza Villavicencio y el Dr. Narciso Ysac Ávila Serrano, por su apoyo en estos dos años, asimismo por sus excelentes orientaciones académicas en mi formación como Ingeniero Zootecnista.

Al personal de la Dirección de Posgrado del CIBNOR, por su amabilidad y todas las facilidades brindadas durante mis estudios de posgrado.

Al Téc. Pedro Luna García, por su gran ayuda en la toma de muestras en campo y el transporte a la zona de estudio, así como su aporte y experiencia en la parte zootécnica del trabajo.

A la M.C. Sonia Guadalupe Rocha Meza e I.B.Q. María Dolores Rondero Astorga, por su gran disponibilidad y apoyo en el procesamiento de las muestras de forrajes de agostadero y leche de cabra durante el tiempo que estuve en el laboratorio de análisis químico proximal.

A la M.C. María del Carmen Mercado Guido y Lic. Lidia Hirales Lucero, por facilitarme el procesamiento y almacenaje de muestras y por todas sus enseñanzas durante el tiempo que trabajé en el laboratorio de fisiotecnia vegetal.

CONTENIDO

RESUMEN	I
ABSTRACT.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
CONTENIDO.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE TABLAS.....	VIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES.....	3
2.1 GENERALIDADES DE LA CABRA DOMÉSTICA	3
2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE CAPRINA	5
2.3 FLORA DE CLIMA SEMIÁRIDO	9
2.4 ESTRUCTURA DE UN ECOSISTEMA VEGETAL.....	11
2.5 RESTRICCIONES Y LIMITANTES DE LAS ZONAS ÁRIDAS.....	11
3. JUSTIFICACIÓN.....	13
4. OBJETIVO GENERAL	14
5. HIPÓTESIS.....	15
6. MATERIALES Y MÉTODOS	16
6.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	16
6.2. MUESTREO DE FORRAJES	16
6.3. MUESTREO DE LECHE.....	17
6.4. ANÁLISIS DE LABORATORIO.....	20
6.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	23
7. RESULTADOS	24
7.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA EN FORRAJES	24
7.1.1. <i>Proteína cruda</i>	24
7.1.2. <i>Extracto etéreo</i>	26
7.1.3. <i>Fibra cruda</i>	27
7.1.4. <i>Cenizas</i>	28
7.1.5. <i>Extracto libre de nitrógeno (ELN)</i>	30
7.1.6. <i>Energía Bruta</i>	31
7.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA EN LECHE	33
7.2.1. <i>Proteína cruda</i>	33
7.2.2. <i>Extracto etéreo</i>	34

7.2.3. <i>Fibra cruda</i>	34
7.2.4. <i>Cenizas</i>	35
7.2.5. <i>Extracto libre de nitrógeno (ELN)</i>	36
7.2.6. <i>Energía Bruta</i>	36
7.3. RELACIÓN ENTRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE FORRAJES DEL AGOSTADERO Y LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LECHE DE CABRA	37
7.3.1. <i>Proteína cruda</i>	37
7.3.2. <i>Fibra cruda</i>	39
7.3.3. <i>Energía</i>	40
7.3.4. <i>Lípidos</i>	41
8. DISCUSIÓN	43
9. CONCLUSIONES	47
10. LITERATURA CITADA	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cabras salvajes, antecesores cuya cruce dieron origen a la cabra domestica actual (<i>Capra hircus</i>).	5
Figura 2. Temperatura máxima, mínima y precipitación total durante el periodo en que se realizó el trabajo de investigación (agosto de 2010-agosto de 2011).	17
Figura 3. Cabras en busca de alimento por los diferentes senderos del agostadero.	18
Figura 4. Cabras consumiendo especies vegetales asociadas al agostadero de una zona semiárida de Baja California Sur.	18
Figura 5. Colecta de tejido vegetal de las diferentes especies asociadas al agostadero de una zona semiárida de Baja California Sur.	19
Figura 6. Colecta de leche en tubos Falcon mediante ordeño manual.	19
Figura 7. Relación entre el contenido de proteína en forrajes del agostadero y contenido de proteína en leche de cabras alimentadas con los forrajes del agostadero.	38
Figura 8. Relación entre el contenido de proteína cruda en forrajes del agostadero y contenido de grasa en leche de cabras alimentadas con los forrajes del agostadero.	39
Figura 9. Relación entre el contenido de fibra cruda en forrajes del agostadero y contenido de fibra cruda en leche de cabras alimentadas con los forrajes del agostadero.	40
Figura 10. Relación entre el contenido de energía en forrajes del agostadero y contenido de proteína cruda en leche de cabras alimentadas con los forrajes del agostadero.	41
Figura 11. Relación entre el contenido de lípidos en forrajes del agostadero y contenido de proteína cruda en leche de cabras alimentadas con los forrajes del agostadero.	42

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Composición de la leche caprina, comparada con la leche bovina y humana.....	6
Tabla II. Contenido estacional de proteína cruda de especies asociadas al agostadero semiárido en una zona del municipio de La Paz, B.C.S.	25
Tabla III. Contenido de proteína cruda entre las diferentes especies consumidas por caprinos criollos y asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.	25
Tabla IV. Contenido estacional de extracto etéreo de especies asociadas al agostadero semiárido en una zona del municipio de La Paz, B.C.S.	26
Tabla V. Contenido de extracto etéreo entre las diferentes especies consumidas por caprinos criollos y asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.	27
Tabla VI. Contenido estacional de fibra cruda de especies asociadas al agostadero semiárido en una zona del municipio de La Paz, B.C.S.	28
Tabla VII. Contenido de fibra cruda entre las diferentes especies consumidas por caprinos criollos y asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.	29
Tabla VIII. Contenido estacional de cenizas de especies asociadas al agostadero semiárido en una zona del municipio de La Paz, B.C.S.	29
Tabla IX. Contenido de cenizas entre las diferentes especies consumidas por caprinos criollos y asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.	30
Tabla X. Contenido estacional de extracto libre de nitrógeno de especies asociadas al agostadero semiárido en una zona del municipio de La Paz, B.C.S.	31
Tabla XI. Contenido de extracto libre de nitrógeno entre las diferentes especies consumidas por caprinos criollos y asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.	32
Tabla XII. Contenido de energía bruta entre las diferentes especies consumidas por caprinos criollos y asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.	33

Tabla XIII. Contenido de proteína cruda en leche de cabras criollas alimentadas en pastoreo extensivo con especies vegetales asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.	34
Tabla XIV. Contenido de extracto etéreo en leche de cabras criollas alimentadas en pastoreo extensivo con especies vegetales asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.	35
Tabla XV. Contenido de fibra cruda en leche de cabras criollas alimentadas en pastoreo extensivo con especies vegetales asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.	35
Tabla XVI. Contenido de cenizas en leche de cabras criollas alimentadas en pastoreo extensivo con especies vegetales asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.	36
Tabla XVII. Contenido de extracto libre de nitrógeno de leche de cabras criollas alimentadas en pastoreo extensivo con especies vegetales asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.	37
Tabla XVIII. Contenido de energía bruta en leche de cabras criollas alimentadas en pastoreo extensivo con especies vegetales asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.	37

1. INTRODUCCIÓN

Por mucho tiempo, la cabra le ha proveído al hombre de sus productos, que le han permitido a éste mejorar su bienestar y economía. Hoy en día es indudable la relevancia productiva y social de esta especie, principalmente para las clases sociales más desprotegidas del entorno rural (Cepeda, 2008).

En Baja California Sur, la crianza de cabras en general es marginal, los animales, regularmente criollos o cruza con razas lecheras y doble propósito, están circunscritos a áreas de poca importancia agrícola con sistemas de producción extensivos o semiintensivos, donde la alimentación se basa en el ramoneo y pastoreo, recorriendo extensas áreas para alimentarse de arbustos y pastos de calidad variable, y el producto principal suele ser la carne y la producción de leche para la elaboración de quesos (Cepeda, 2008).

La cabra criolla tiene un excelente desempeño comparada con otros rumiantes en condiciones adversas, lo cual se debe en primer lugar a su tamaño reducido, alta eficiencia digestiva, requerimientos metabólicos bajos, capacidad para reducir su metabolismo, eficiencia en la utilización y reciclaje de nitrógeno, así como en el aprovechamiento del agua (Silanikove, 2000).

La leche es uno de los alimentos más completos para el ser humano, es una fuente importante de nutrientes ricos en energía, proteína de alta calidad, así como vitaminas y minerales (Boza y Sanz-Sampelayo, 1997). La leche de pequeños rumiantes, es de particular interés económico en determinadas zonas del mundo. En los países en desarrollo, la producción de este tipo de leche ha llegado a ser una estrategia útil para abordar el problema de la desnutrición, especialmente entre la población infantil (Haenlein, 2004).

Carnicella *et al.* (2008) demostró que la relación forraje-concentrado afecta directamente tanto la producción como la concentración de grasa en la leche de cabras Maltesas, mostrando que una relación de 65% forraje y 35% concentrado, fue la que obtuvo mejores resultados en cuanto a la producción de grasa en la leche, esto posiblemente debido a que

las dietas altas en concentrado tienen un contenido bajo de fibra y una relación inadecuada de acetato-propionato.

Los factores nutricionales tales como la relación forraje-concentrado, la cantidad de proteína en la dieta, así como la cantidad y fuente de lípidos en la dieta, han recibido mucha atención durante los últimos años por su influencia sobre la composición de la leche; trabajos recientes han demostrado los modos de acción con los que suplementos de grasa causan una disminución en la concentración de proteínas. Cambios en la concentración de lactosa en la leche solo ocurren bajo situaciones extremas e inusuales de alimentación, pero la biología básica de la síntesis y regulación de lactosa aun ha sido poco explorada (Jenkins y McGuire, 2006).

En cuanto al efecto de la época del año sobre la composición de la leche, intervienen varios factores, como el nutricional asociado con la disponibilidad y calidad de alimento, la etapa de lactancia y factores patológicos relacionados con la incidencia de mastitis (Auld *et al.*, 1998).

La disponibilidad de alimento es el factor más importante que limita la producción en las regiones áridas y semiáridas, por lo tanto, la utilización de especies vegetales con características forrajeras que muestren mejorías en los rendimientos productivos es necesario para el desarrollo sostenible del sector agropecuario en estas zonas (Ortega-Pérez *et al.*, 2010).

La calidad del forraje disponible en el agostadero como fuente de alimento para la ganadería caprina en Baja California Sur se ve modificada a lo largo del año, distinguiéndose dos periodos, uno de alta calidad forrajera en otoño e invierno y otro de menor calidad en primavera y verano (Ramírez *et al.*, 2003).

El objetivo del presente trabajo fue determinar la composición química de especies forrajeras asociadas al agostadero de una zona semiárida y su relación con la composición química de leche de cabras criollas criadas en condiciones extensivas de explotación.

2. ANTECEDENTES

La FAO proyectaba para el año 2000, una demanda de leche de cabra de 242 millones de toneladas, contra una oferta de 177,6 millones de toneladas aproximadamente, producida en su mayoría en países tropicales en desarrollo. La leche de cabra representa el 2% de toda la leche comercializada a nivel mundial (Chacón-Villalobos, 2005).

Para el año 2010 la población nacional de caprinos ascendió a 8,993,221 cabezas (SIAP, 2011). De esta población Baja California Sur cuenta con 121,650 cabezas aproximadamente (SIAP, 2011). En cuanto a la producción de leche y carne de caprino en nuestro país, durante el 2010 ocuparon el segundo y quinto lugar respectivamente (SIAP, 2011). Estos alimentos y sus subproductos son la base de la alimentación de gran parte de la población mexicana, especialmente para las familias de escasos recursos. En la actualidad se encuentran en el mercado productos de origen caprino de alta calidad por los que se paga un precio elevado. Lo anterior indica la importancia de esta especie en cuanto a la producción de alimentos a nivel nacional.

En Baja California Sur, la crianza de cabras en general es marginal, los animales, regularmente criollos o cruza con razas lecheras y doble propósito, están circunscritos a zonas de poca importancia agrícola con sistemas de producción extensivos o semiextensivos, donde la alimentación se basa en el ramoneo y pastoreo, recorriendo extensas áreas para alimentarse de arbustos y pastos de calidad variable y el producto principal suele ser la carne y la producción de leche para la elaboración de quesos (Cepeda, 2008).

2.1 Generalidades de la cabra doméstica

Las cabras fueron domesticadas hace aproximadamente 7,500 años, los vestigios más antiguos de su origen la sitúan en las altas mesetas asiáticas, desde Turquía hasta el Tibet. Los principales antecesores, cuya cruce dieron origen a la cabra domestica actual (*Capra hircus*) son cabras salvajes como el Bezoar, el Markhor de la India y el Íbice de Europa

(Figura 1). Las cabras principalmente de raza Blanca Celtibérica y Castellana Extremeña, fueron introducidas a América Latina por los españoles, provenientes de las regiones de Granada, Murcia y Málaga. Las cabras tienen un marcado carácter lechero; en cuanto a su alimentación son muy selectivas y prefieren más las especies vegetales arbustivas, además, poseen una gran capacidad de aprovechamiento del agua. Los caprinos han jugado un papel muy importante en la subsistencia del hombre, con su carne y leche como fuente de alimentación, y su piel y pelo como vestimenta (Cepeda, 2008).

Las cabras se crían bajo un amplio rango de condiciones climáticas, el 88% de la población mundial se localiza en Asia y África, y en su mayoría en los trópicos y subtrópicos. En África, la mayor parte del ganado caprino se localiza en zonas agroecológicas áridas y semiáridas. En el Norte de México, Noreste de Brasil, las zonas áridas de la India, se presenta una situación similar, donde la cabra demuestra ser una especie muy adaptada a los ambientes hostiles (Alexandre y Mandonnet, 2005).

La cabra criolla tiene un excelente desempeño comparada con otros rumiantes en condiciones adversas. Lo cual se debe en primer lugar a su tamaño reducido, alta eficiencia digestiva, requerimientos metabólicos bajos, capacidad para reducir su metabolismo, eficiencia en la utilización y reciclaje de nitrógeno, así como en el aprovechamiento del agua, esto unido a su docilidad y alta capacidad de adaptación a una gran variedad de situaciones, tanto climáticas como de suelo, han permitido su amplia difusión, especialmente en lugares donde no es posible el desarrollo del ganado bovino (Silanikove, 2000).

Las estrategias de alimentación de la cabra la protegen de las fluctuaciones en la disponibilidad de alimento, esto debido a su comportamiento oportunista y selectivo. Estos animales utilizan una amplia gama de forrajes, seleccionando aquellos con mayor contenido de nutrientes (Shinde *et al.*, 2000). El comportamiento de la alimentación de las cabras ha sido bien descrito sobre los comederos y en condiciones de pastoreo. En comparación con otras especies de rumiantes, las cabras seleccionan su alimento marcadamente en los comederos así como en fracciones de la vegetación durante el pastoreo y tienden a rechazar

más que otros rumiantes si la disponibilidad de alimento es ilimitada (Morand-Ferh, 2003).



Figura 1. Cabras salvajes, antecesores cuya cruda dieron origen a la cabra domestica actual (*Capra hircus*).

2.2 Características de la leche caprina

En general, la secreción láctea de la glándula mamaria de los mamíferos es un líquido de composición compleja, de color blanquecino y opaco, con un pH cercano al neutro y de sabor dulce. Su propósito natural es la alimentación de la cría durante sus primeros meses de vida (Magariños, 2000). La leche es uno de los alimentos más completos para el ser humano, es una fuente importante de nutrientes ricos en energía, proteína de alta calidad, así como vitaminas y minerales (Boza y Sanz-Sampelayo, 1997).

La leche de pequeños rumiantes, es de particular interés económico en determinadas zonas del mundo. En los países en desarrollo, la producción de este tipo de leche ha llegado a ser una estrategia útil para abordar el problema de la desnutrición, especialmente entre la población infantil. La leche de cabra, al igual que la leche de búfala y oveja, se destina principalmente a la elaboración de quesos de diversas formas según los países y características de la población (Haenlein, 2004).

La leche de cabra tiene una densidad que varía entre 1.028 a 1.042 gramos por mililitro, dicha variación se debe principalmente al tipo y concentración de lípidos, así como de sólidos no grasos. Al poseer mayor contenido de solutos, la leche de cabra tiene un punto

de congelación más bajo que la leche de vaca (Boza y Sanz Sampelayo, 1997).

La leche de cabra posee un 13% más de calcio que la leche de vaca. Algunos autores reportan concentraciones de minerales para la leche de cabra de K 653-3055, Ca 807-1738, Mg 101-212, P 691-1641, Ni 0.09-1.06, Cr 0.023-0.162, Fe 0.91-1.335, Mn 0.032-0.473, Cu 0.081-0.937, Zn 1.48-4.93, Pb 0.11-0.45 y Cd 0.013-0.047 mg/100 g. La leche de cabra contiene la misma cantidad de ácido fólico que la leche humana y es muy rica en rivo flavina. La leche de cabra contiene cinco veces menos vitamina B12 que la leche de vaca, pero aporta el doble de vitamina A, es por ello que la leche de cabra carece de carotenoides, lo cual ocasiona que esta leche sea más blanca. Como se muestra en la tabla I, el contenido de lactosa es menor en la leche caprina que en la leche bovina y humana, lo cual está relacionado con que la leche caprina tiene menos problemas de intolerancia. La leche de cabra contiene menos caseína del tipo α -s1-caseína que la leche de vaca como sucede en la leche humana, caseínas que son las responsables de la mayoría de las alergias asociadas a la leche de vaca (Chacón-Villalobos, 2005).

Tabla I. Composición de la leche caprina, comparada con la leche bovina y humana.

Componente	Cabra	Vaca	Humana
Grasa (%)	3.8	3.67	3.6 - 4.4
Sólidos no grasos (%)	8.68	9.02	6.9
Lactosa (%)	4.08	4.48	6.92
Caseína (%)	2.47	2.63	0.4
Albúmina y globulinas (%)	0.43	0.60	0.7
Cenizas (%)	0.73	0.31	0.9
Vit. A (UI/g de grasa)	39	21	32
Vit. B1/tiamina (μ g/100ml)	68	45	17
Riboflavina (μ g/100ml)	210	159	26
Vit. C (mg ácido ascórbico/100ml)	2	2	3
Vit. D (UI/g de grasa)	0.7	0.7	0.3
Ca (%)	0.194	0.184	0.042
P (%)	0.27	0.234	0.060
Hierro (%)	0.07	0.06	0.2
Colesterol (mg/100 ml)	12	15	20
Calorías/100ml	70	69	68

Tomado de Cepeda (2008)

La materia grasa es la que más contribuye al contenido energético e influye en las propiedades físicas, características de procesamiento y calidad organoléptica de la leche y los productos lácteos; además, la materia grasa es la fracción más variable y su síntesis puede verse afectada por varios factores, principalmente nutricionales (Bauman *et al.*, 2001).

En la leche caprina el 95% de los lípidos totales está representado por triglicéridos, los fosfolípidos rondan entre los 30-40 mg/100 ml, y el colesterol 10 mg/100 ml. Una característica importante de la leche de cabra es el tamaño de los glóbulos de grasa, que son mucho más pequeños que los glóbulos de grasa de la leche de vaca, lo cual está relacionado con la ausencia de aglutinina, que es la proteína encargada de agrupar los glóbulos de grasa para formar estructuras más grandes, es por ello que al estar más dispersos, las enzimas digestivas pueden actuar con mayor eficiencia sobre estos glóbulos de grasa. La leche de cabra contiene más ácidos grasos de cadena corta, mediana y larga que la leche de vaca, así como también ácidos mono y poliinsaturados (Chacón-Villalobos, 2005).

La grasa láctea es posiblemente la más compleja de las grasas comestibles, en ella se han detectado cerca de 400 ácidos grasos (AG) con longitudes de cadena que van desde 2 (C2) hasta 28 (C28) átomos de carbono, incluyendo pares, impares, saturados, insaturados, *cis* y *trans* (Ledoux *et al.*, 2005). Los ácidos cáprico, mirístico, palmítico, esteárico y oleico representan alrededor del 75% del total de ácidos grasos de la leche (Moate *et al.*, 2007). Las grasas animales contienen más ácidos grasos saturados que las vegetales y el aceite de pescado, los cuales oscilan entre el 70-75% del total de los ácidos grasos en la leche de cabra (Moate *et al.*, 2007).

El ácido oleico (C18:1 *cis*9) es el principal ácido graso monoinsaturado en la leche, presentando concentraciones de 15-21% del total de ácidos grasos. Por otra parte, existen otros monoinsaturados, como el C14:1 y C16:1, pero en concentraciones mucho menores (1 y 1.5%, respectivamente) (Bauman y Griinari, 2003). Chilliard *et al.* (2003) indicaron que el 15.5% de la cantidad total de C18:1 es la configuración *trans*, de estos, el ácido vaccénico (C18:1 *trans*11) es el isómero más importante, con valores de 30-60% del total de esos isómeros. Alonso *et al.* (1999) informaron que la cantidad total de C18:1 en la leche

de cabra de rebaños comerciales representa un 2.1% del contenido total de grasa.

Los PUFA en la leche de rumiantes se encuentran en muy bajas concentraciones e incluyen al ácido linoleico (C18:2 *cis*9 *cis*12) con 1.2-1.7% y al ácido α -linolénico (C18:3 *cis*9 *cis*12 *cis*15) con niveles de 0.9-1.2% (Park y Pariza, 2007), estos dos ácidos grasos son esenciales, es decir, que no pueden ser sintetizados por el organismo en los humanos, por ende sus concentraciones dependerán de la cantidad que se ingiera en la dieta; en este concepto también se engloban los derivados de estos ácidos grasos, como el ácido eicosapentanoico (EPA, C20:5) y docosahexanoico (DHA, C22:6) (Wolf *et al.*, 1995).

Los ácidos grasos ramificados juegan un papel importante en el desarrollo de las características organolépticas de los productos lácteos (Chilliard y Lamberet, 2001). Massart-Leën *et al.* (1981) identificaron y cuantificaron numerosos ácidos grasos de este tipo en la leche de cabra, todos ellos tenían más de 11 átomos de carbono, después Ha y Lindsay (1991) identificaron más de 20 ácidos grasos ramificados en quesos caprinos, algunos con cadena menor a 10 carbonos, se reportó también que son prácticamente inexistentes en la leche bovina. De estos, los más importantes en términos cuantitativos (> 0.1%) fueron las *iso* y *anteiso* C15:0 (0.13 y 0.21%), *iso* y *anteiso* C17:0 (0.35 y 0.43%) e *iso* C16:0 (0.25%), estos resultados de Gönc *et al.* (1979) fueron confirmados por Massart-Leën *et al.* (1981) y Wolf (1995) para la leche de cabra, quienes hicieron hincapié que en la amplia gama de componentes ramificados, los distintos a los ácidos grasos *iso* y *anteiso*, se producen principalmente con la sustitución del metilo en el C4 y C6, lo cual se presenta en la grasa láctea caprina frecuentemente.

Los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) al no ser sintetizados por los tejidos en el rumiante (Chilliard *et al.*, 2000), su concentración en la leche y carne dependerá de la cantidad que escapa de la biohidrogenación ruminal y que es absorbida en el intestino delgado (Chilliard *et al.*, 2000; Wattiaux y Grummer, 2001).

Carnicella *et al.* (2008) demostró que la relación forraje-concentrado afecta directamente tanto la producción como la concentración de grasa de la leche de cabras Maltesas, mostrando que una relación de 65% forraje y 35% concentrado, fue la que obtuvo mejores

resultados en cuanto a la producción de grasa en la leche, esto posiblemente debido a que las dietas altas en concentrado tienen un contenido de fibra bajo y una relación inadecuada de acetato-propionato. Los factores nutricionales tales como la relación forraje-concentrado, la cantidad de proteína en la dieta, así como la cantidad y fuente de lípidos en la dieta, han recibido mucha atención durante los últimos años por su influencia sobre la composición de la leche; trabajos recientes han demostrado los modos de acción con los que suplementos de grasa causan una disminución en la concentración de proteínas. Cambios en la concentración de lactosa en la leche solo ocurren en situaciones extremas e inusuales de alimentación, pero la biología básica de la síntesis y regulación de lactosa aun ha sido poco explorada (Jenkins y McGuire, 2006).

Jahreis *et al.* (1997) determinaron el efecto de la época del año y los sistemas de explotación en las granjas, sobre la variación en la composición de la leche. En los animales estabulados el contenido de ácidos grasos saturados fue elevado, mientras que los contenidos de ácidos grasos *trans* y linoleico fueron significativamente mayores en los animales pastoreados durante el año, la variación mayor se registró en el ácido palmítico.

Se han reportado incrementos en la proporción de ácidos grasos de cadena larga en la leche y calostro durante los meses templados, los cuales se atribuyen a efectos de la dieta o a la reducción de la síntesis de ácidos grasos C4:0-C14:0 en la glándula mamaria, debido a la reducción en la ingesta y la subsecuente producción menor de precursores de ácidos grasos de cadena corta en el rumen (Palmquist *et al.*, 1993).

2.3 Flora de clima semiárido

La flora en los desiertos extremadamente áridos es escasa, no obstante, cuando es estudiada tiende a variar en número y diversidad. Las comunidades de plantas desérticas tienen ciertas características particulares, las cuales pueden compartir con la vegetación de algunas otras regiones. Las principales características de la mayoría de las comunidades son 1) una baja, pero desigual estatura, 2) áreas abiertas y 3) mezcla de formas disimilares. Las plantas que son subordinadas tales como las suculentas, arbustos espinosos, herbáceas perennes,

epífitas y lianas, son de baja estatura en respuesta a lo disperso de la vegetación (Delgadillo, 1998).

Los arbustos coexisten con los pastos, y su abundancia relativa varía frecuentemente en respuesta a ciertos factores como cambios en la estación lluviosa, el pastoreo y la superficie del suelo. Los arbustos son plantas leñosas o parcialmente leñosas, usualmente con alturas menores a 50 cm. Las plantas suculentas que almacenan agua y en roseta tales como *Dasyilirion* sp., son especies distinguidas de la vegetación que forma parte de las zonas áridas y semiáridas (Slauson, 2002). Con frecuencia los pastizales están distribuidos de tal manera que forman parches sobre el paisaje, a diferencia de los grandes pastizales en las planicies y praderas del este de los Estados Unidos de América. Las formas complejas del terreno y los mosaicos geológicos alimentan una gran variedad de contactos entre los bosques, chaparrales, pastizales y matorrales desérticos (McPherson, 1995).

La vegetación de los matorrales desérticos recibe lluvia en verano e invierno. Sobre el área del Desierto Sonorense la precipitación en la temporada de lluvias de verano por lo general excede a la de la temporada de invierno; sin embargo la probabilidad de que llueva en verano e invierno es similar. Los matorrales desérticos usualmente experimentan sequías en primavera e inicios de verano, seguido por un incremento de lluvias el resto del verano o hasta inicios de otoño. En regiones como Durango, México, tienen sequías cortas de primavera y las lluvias de verano ocurren a inicios de mayo. En contraste, en los pastizales de las planicies y la gran cuenca al este y al norte, típicamente experimentan picos de lluvia en primavera y otoño (McClaran, 1995).

En Baja California Sur se distinguen dos periodos, uno de alta calidad forrajera en otoño e invierno, y otro de menor calidad en primavera y verano (Ramírez *et al.*, 2003). El mismo clima puede soportar árboles, pastizales, sabanas, arbustos; dependiendo del tipo de suelo y la topografía. Los diferentes historiales de disturbios por fuego y la ganadería contribuyen a la complejidad en la distribución de la vegetación (York, 1997).

La evaluación de la vegetación para un amplio rango de propósitos incluye: 1) descripción en términos de su contenido florístico como cobertura, contenido de materia seca y calidad

de la materia seca, 2) valoración de los cambios en la vegetación a través de cambios en el manejo o por variaciones en el clima, 3) determinación de la habilidad de la vegetación para proveer alimento para diferentes tipos de rumiantes (Mannetje y Jones, 2000). El método usado para evaluar la vegetación varía dependiendo del objetivo. Por ejemplo, la contribución de una especie en la composición botánica puede estar medida en términos de producción, cobertura basal, densidad o frecuencia de ocurrencia. Si la medición de la vegetación está relacionada con la determinación animal actual, entonces la composición botánica puede ser valorada en términos de la contribución en peso de materia seca para pastura. Si el énfasis está en los cambios botánicos de largo plazo, entonces las mediciones de la cobertura basal, densidad y frecuencia pueden proveer información debido a que es menos dependiente de los cambios a corto plazo por diferencias en las lluvias o presión de pastoreo (Mannetje y Jones, 2000).

2.4 Estructura de un ecosistema vegetal

La estructura vegetal del agostadero se refiere a la distribución y arreglo de las partes de las plantas que se encuentran por encima de superficie terrestre dentro de una comunidad. Por lo general, en los estudios realizados sobre crecimiento del agostadero, se ha puesto énfasis en la caracterización de la estructura vegetal dentro de la copa, usada para obtener estimaciones confiables de las variables de la comunidad, tales como densidad de hoja por estrato horizontal o índice de hoja (Laca y Lamaire, 2000).

Los métodos para estudiar la estructura del agostadero toman en cuenta dos aspectos muy importantes: 1) la estructura del agostadero es el resultado de una serie de parámetros basados en la morfogénesis de las plantas y determina las tasas de flujo de tejidos y nutrientes en ecosistemas de pastizales, 2) los comportamientos tanto verticales como horizontales de la estructura del agostadero son relevantes por el espacio tan limitado en la interacción planta-animal y porque los grandes mamíferos seleccionan los forrajes vertical y horizontalmente (Laca y Lamaire, 2000).

2.5 Restricciones y limitantes de las zonas áridas

Las zonas agroecológicas se clasifican de acuerdo a la duración de la temporada de lluvias,

lo cual determina los diferentes sistemas de producción animal, el en caso de los caprinos son, 1) trashumante, 2) nomádico y 3) comunidades sedentarias. En las regiones subhúmedas, la principal limitante para el ganado está más relacionada con la calidad que con la cantidad de forraje. En los trópicos existen factores importantes que influyen en la producción de leche, ganancia de peso y reproducción, como lo es el estrés calórico como resultado de cambios drásticos en las funciones biológicas causados por el incremento considerable en la pérdida de iones y agua. Durante los meses cálidos también se incrementan los problemas de salud causados por la multiplicación rápida de parásitos tanto internos como externos, que a la vez conllevan a la presencia de una gran cantidad de enfermedades (Alexandre y Mandonnet, 2005).

En las zonas áridas y semiáridas, el contenido energético de los forrajes es limitado. Aunque los pastos son productivos debido a que utilizan la vía fotosintética C4 que les provee eficiencia en el uso de agua y nutrientes, su alto contenido de elementos estructurales de baja digestibilidad los limita en cuanto a su valor nutritivo, por lo tanto, los sistemas de producción basados en el pastoreo conllevan a tener animales con bajos rendimientos productivos (Alexandre y Mandonnet, 2005).

La utilización de árboles y arbustos como fuente de alimento posee un potencial alto, en muchas zonas áridas y semiáridas del mundo como la sabana africana, noreste de Brasil, noroeste de México y algunas regiones de la India. El ramoneo constituye la principal parte de la dieta de la cabra a lo largo del año. Esto podría explicar el por qué las cabras son los rumiantes más utilizados en sistemas de producción extensivos en ambientes hostiles. La subalimentación es el factor más común que afecta la eficiencia productiva del ganado en condiciones de producción extensivas. En el agostadero, la calidad y cantidad de alimento disponible varía significativamente con el clima, lo que conduce a una nutrición inadecuada del rebaño. El forraje de la mayoría de los agostaderos que posee el potencial para la crianza de ganado caprino consiste en hojas de árboles y arbustos así como pastos nativos durante la temporada de lluvias, así como follaje de árboles y arbustos durante la temporada de sequía (Ramírez, 1999).

3. JUSTIFICACIÓN

La leche de cabra como sustituto de la tradicional leche de vaca ha comenzado a merecer la atención de gobiernos y entidades privadas. El interés radica en la potencialidad que tiene este producto como fuente importante de energía, proteína de alta calidad, vitaminas y minerales, además que puede ser una estrategia útil para abordar el problema de la desnutrición, especialmente entre la población infantil. Por otro lado, la leche caprina y sus derivados son una alternativa para personas que presentan intolerancia a los lácteos de origen bovino. Este alimento es también una opción para dinamizar las economías regionales. Considerando los sistemas de explotación para la producción caprina predominantes en la actualidad, suena interesante conocer con más detalle la capacidad de la vegetación nativa como especies forrajeras y su efecto sobre las características químicas de la leche caprina, que a la vez está asociada con ciertos beneficios nutrimentales, así como en el desarrollo de alimentos funcionales y productos derivados con características sensoriales demandadas por consumidores.

4. OBJETIVO GENERAL

Determinar la composición química de especies forrajeras asociadas al agostadero de una zona semiárida y su relación con la composición química de la leche de cabras criollas en un sistema de explotación extensivo.

Objetivos particulares

- Determinar estacionalmente la composición química de especies forrajeras que consume el ganado caprino criollo y que se asocian al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.
- Determinar la composición química de leche de cabras criollas que consumen especies forrajeras asociadas al agostadero semiárido del municipio de La Paz, B.C.S.
- Relacionar la composición química de las especies forrajeras del agostadero con la composición química de la leche de cabras criollas en un sistema extensivo y alimentadas de especies forrajeras del agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.

5. HIPÓTESIS

Si la composición química de las especies forrajeras del agostadero semiárido difiere entre especies y entre estaciones, se espera también una variabilidad en la composición química de la leche de cabras criollas alimentadas con estas especies forrajeras.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Localización del área de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en el periodo de septiembre de 2010 a agosto de 2011 en el rancho “El Bajío” ubicado en el ejido El Centenario, en el municipio de La Paz, Baja California Sur, en las coordenadas geográficas 24°04'41.30” N, 110°32'10.50” O, a un costado del kilómetro 28.5 de la carretera transpeninsular al norte de la ciudad de La Paz, capital del Estado de Baja California Sur (DGTENAL, 1980). Las temperaturas máximas, mínima, media y la precipitación total registrada durante el periodo que se realizó el trabajo fueron, 39.0° C, 8.0° C, 22.8° C y 53 mm, respectivamente (Fig. 2). El rancho cuenta con ganado caprino criollo, en condiciones de producción extensiva. En este tipo de explotación se realiza un ordeño manual por la mañana, posteriormente los animales son liberados al agostadero, en donde recorren grandes distancias en busca de fuentes de agua y alimento, casi exclusivamente hojas y frutos de plantas nativas. Por la tarde los animales regresan al rancho, si es necesario se llevan a cabo practicas sanitarias, en su mayoría curativas y no preventivas. No existe manejo reproductivo, no hay control de los empadres y el mejoramiento genético se limita al intercambio de sementales con productores caprinos de la zona.

6.2. Muestreo de forrajes

Durante 12 meses (un muestreo por mes) se colectaron muestras de especies vegetales consumidas por las cabras y que se asocian al agostadero semiárido del predio. Estas muestras se agruparon acorde a las cuatro estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno) con el fin de presentar los resultados por estaciones. Después de la ordeña, las cabras hembras lactantes se liberaban al agostadero (Fig. 3), las cuales caminaban por los senderos de éste en busca de comida. En este recorrido, al menos dos personas iban detrás de los animales anotando y colectando muestras de especies vegetales que consumían. Cuando la mayoría de las cabras elegían una especie vegetal en particular para consumirla

(Fig. 4), se tomaban tres muestras de las partes consumidas, las cuales se colocaban en bolsas de papel (Fig. 5) para después trasladarlas al laboratorio de análisis proximal.

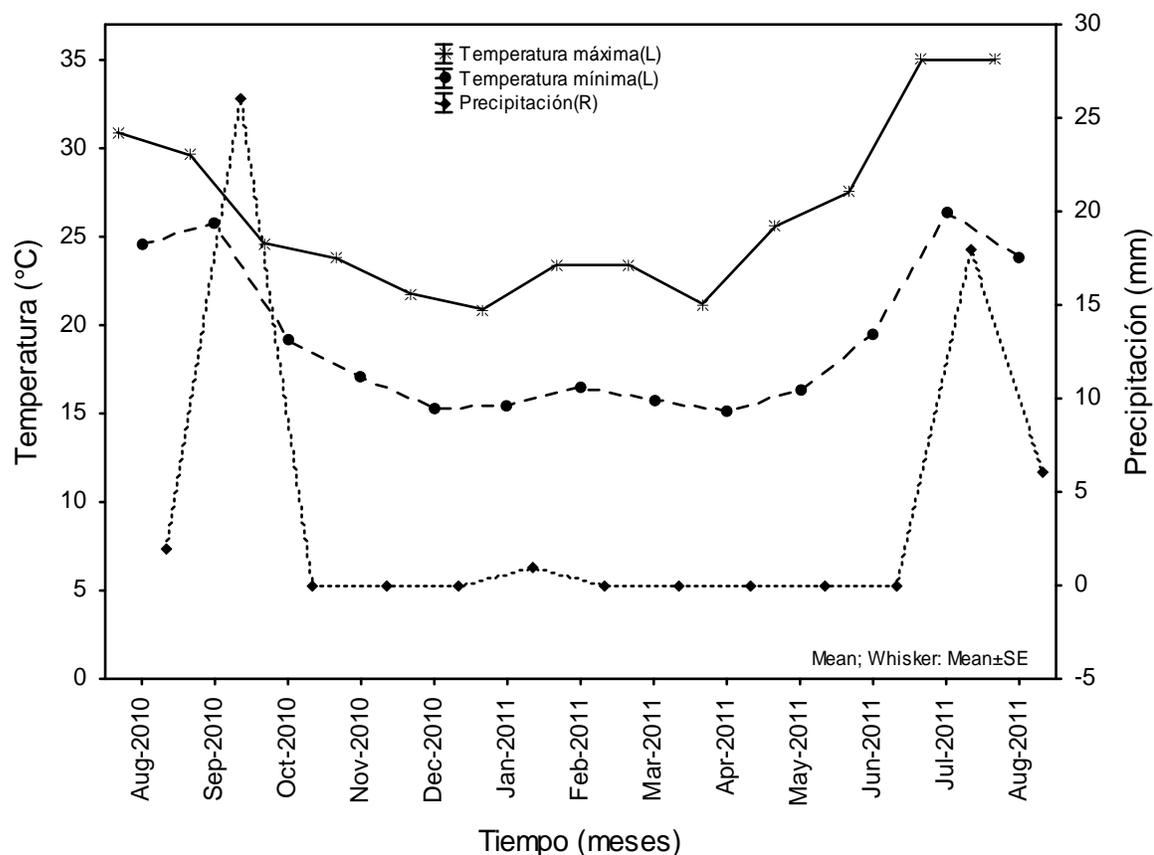


Figura 2. Temperatura máxima, mínima y precipitación total durante el periodo en que se realizó el trabajo de investigación (agosto de 2010-agosto de 2011).

6.3. Muestreo de leche

Durante 12 meses (un muestreo por mes) se colectaron muestras de leche (10 ml) en tubos Falcón estériles (Fig. 6) de 15 cabras criollas clínicamente sanas y alimentadas en pastoreo bajo condiciones de agostadero. Las muestras se obtuvieron por la mañana mediante ordeño manual, eliminando el primer “chorro” de leche, con previo aseo de la ubre, para evitar contaminación por tierra o heces. Las cabras se seleccionaron de acuerdo al número de partos (2 a 5) y su edad comprendía entre los 2 y 4 años.



Figura 3. Cabras en busca de alimento por los diferentes senderos del agostadero.



Figura 4. Cabras consumiendo especies vegetales asociadas al agostadero de una zona semiárida de Baja California Sur.



Figura 5. Colecta de tejido vegetal de las diferentes especies asociadas al agostadero de una zona semiárida de Baja California Sur.

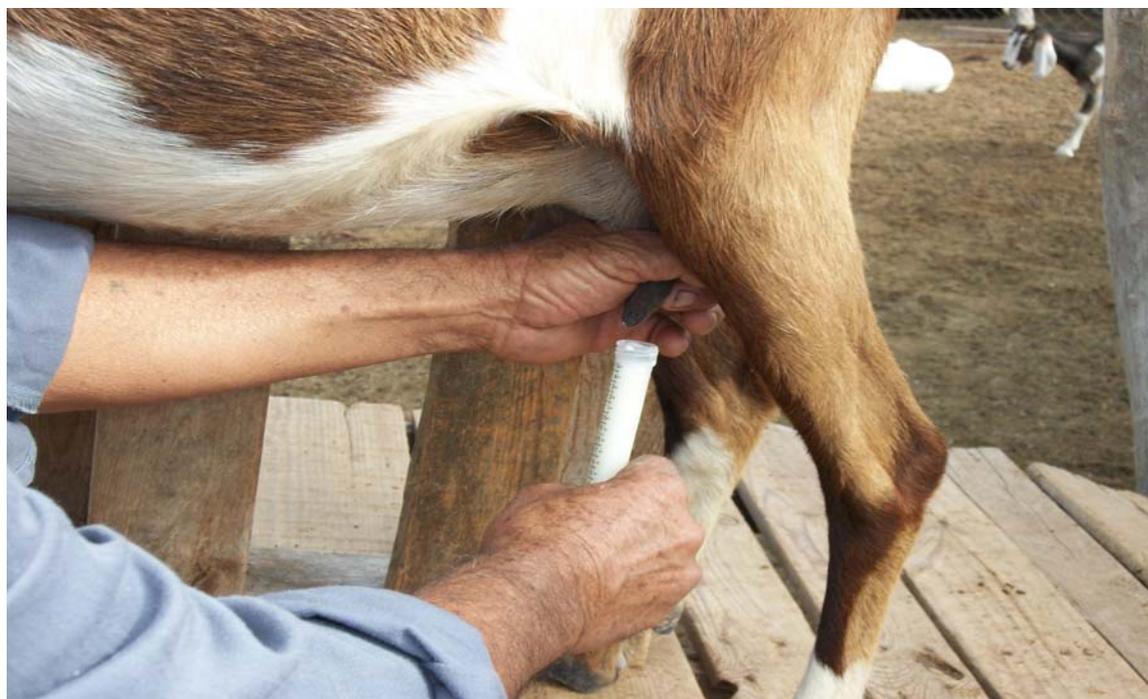


Figura 6. Colecta de leche en tubos Falcon mediante ordeño manual.

6.4. Análisis de laboratorio

- a) Determinación de cenizas: para la determinación de cenizas, se utilizó el material residual de la determinación de humedad la cual se colocó en una cápsula de porcelana previamente puesta a peso constante, después se la incineró en la mufla a 600° C durante 5 horas. Por último se retiró la cápsula, se dejó enfriar en un desecador y se pesó.
- b) Determinación de proteína cruda: esta se realizó mediante el método Microkjeldahl-Tecator el cual se divide en dos partes, digestión y destilación. Para la primera se pesó 0.1 g de muestra y se colocó en los tubos de digestión Kjeldahl; se pesaron 0.1 g de EDTA cuyo contenido de nitrógeno es conocido, para usarlo como estándar en el proceso de digestión, se adicionó a cada uno de los tubos una pastilla catalizadora K_2SO_4 y $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$, se añadieron 3 ml de ácido sulfúrico concentrado a cada uno de los tubos. Una vez que el digestor alcanzó los 420° C aproximadamente, se ubicó la gradilla con los 40 tubos con muestra a digerir colocando la tapa de succión (exahustor) sobre la boca de los tubos y se encendió el scrubber. Se registró el tiempo de 25 minutos con el timer. Se mantuvo el flujo máximo de succión por 5 min. Una vez transcurrido este tiempo se ajustó la intensidad de succión de manera tal que la nube de condensación del ácido se mantuvo más o menos a 3/4 de la altura del tubo. Una vez que la muestra se tornó verde cristalina, indicó que la digestión finalizó, el tiempo en que esto sucedió varió de acuerdo la cantidad de proteína que contenía cada muestra. Después se retiraron los tubos del digestor y se dejaron enfriar las muestras con la tapa de succión aún puesta. Para el proceso de destilación se verificó que todos los recipientes periféricos del destilador automático FossTecatorR Mod. 2300 tuvieran sus respectivas soluciones (agua destilada, solución receptora, álcali y ácido para titulación) en cantidad suficiente. Se encendió el destilador, después el equipo realizó un autoensayo, posteriormente se presionó el botón de arranque y se eligió el programa correspondiente. A continuación se colocó el tubo, se bajó la puerta de seguridad y el equipo inició la destilación. Ya que se determinó el estándar, con las flechas del panel de control se seleccionó la opción del análisis a realizar: % de Nitrógeno, % de proteína, mg de proteína, mg de nitrógeno. Después se inició con el análisis de las muestras. Se embonó el tubo correctamente para evitar escurrimientos y la

pérdida de la muestra. Una vez que las muestras se destilaron, se procedió al lavado del equipo.

- c) Determinación de lípidos: se realizó a través del método de Soxtec Avanti (AOAC, 1980), para lo cual se utilizaron vasos de aluminio puestos a peso constante, se pesaron las muestras en cartuchos utilizando una balanza analítica, posteriormente se colocaron los cartuchos en una gradilla para colocarlos manualmente en el aparato. Se colocaron los vasos de aluminio con 80 ml de éter de petróleo, después se inició el programa. Este consiste en 15 minutos de inmersión, 40 minutos de goteo del solvente, 10 de recuperación del solvente y 5 minutos de presecado. Posteriormente se retiraron los vasos del equipo y se colocaron en la campana durante 5-10 min, con la finalidad de que se evapore el solvente remanente. Después se colocaron los cartuchos en la gradilla para ponerlos a secar a 103°C / 1 hora. Posteriormente se tomaron con pinzas cada uno de los vasos y se colocaron en la estufa a 103°C /2 horas. A continuación utilizando pinzas se sacaron los vasos de la estufa y se colocaron en el desecador 30 min para que enfríen, se pesaron y por diferencia de peso se encontró el porcentaje de lípidos de la muestra.
- d) Determinación de fibra cruda: se pesaron 2 g de muestra, previamente desengrasada, en el crisol de extracción, se colocaron con cuidado los crisoles en el equipo FIBERTEC, se calentó a ebullición el H_2SO_4 al 1.25% (0.255 N) y se agregó -con ayuda del embudo- 150 ml a cada crisol y 5 gotas de octanol (antiespumante). Se encendió el equipo y se colocó la perilla de control de temperatura en seis. Cuando empezó a hervir, se bajó la perilla de control de temperatura a cuatro y se dejó hervir por 30 minutos. Después se redujo la temperatura a cero (0), se conectó la bomba de vacío y la primera palanca en filtrado. Inmediatamente después se inició el filtrado con el primer crisol y así se continuó con los siguientes. Posteriormente se enjuagó con agua destilada caliente, se hicieron tres lavados con 50 ml de agua cada lavado, con la bomba manual se tomaron los 50 ml y se adicionó en cada crisol, se conectó la bomba de vacío y se filtró. Se repitió este paso tres veces hasta completar los lavados. Después se calentó a ebullición el NaOH 1.25 % (0.255 N) y se agregó -con ayuda del embudo- 150 ml a cada crisol y 5 gotas de octanol (antiespumante). Posteriormente a los lavados con agua destilada hirviendo, se realizó un lavado con 50 ml de alcohol, se conectó la bomba de vacío y se filtró. Después se

pusieron los crisoles a secar en la estufa a 130°C por 2 horas, se dejaron enfriar 20 minutos en el desecador y se pesaron. Posteriormente se pusieron los crisoles en la mufla a 520° C por 30 minutos, después se pasaron a la estufa a 130° C por 20 minutos, se dejaron enfriar otros 20 minutos en el desecador y se pesaron.

- e) Determinación de extracto libre de nitrógeno (E.L.N.): se hizo mediante la sumatoria de los valores porcentuales determinados para la humedad, proteína cruda, lípidos (extracto etéreo), fibra cruda y ceniza y substrayendo el total de 100.
- f) Determinación de energía bruta: para este proceso se utilizó un calorímetro adiabático, que mide el calor que desprenden las sustancias biológicas al quemarse completamente al ser "oxidadas por el oxígeno". Primeramente las muestras se molieron en un molino de cuchillas con criba de 1 mm. El tamaño de la muestra fue de 1 g (pastilla). La pastilla se puso en la estufa por un tiempo de 12 h a 70° C. Posteriormente se pesó 1 g de muestra sobre un crisol de acero inoxidable, después se ataron las puntas de un trozo de alambre de níquel-cromo de 10 cm de longitud a los extremos horadados de los electrodos de la cabeza de la bomba calorimétrica. Enseguida se colocaron con mucho cuidado el crisol con la pastilla de muestra sobre el soporte que forman los propios electrodos, procurando que este quedara ligeramente inclinado; después se acomodó el alambre, ayudándose con unas pinzas, de tal modo que este (alambre) toque ligeramente a la muestra. Posteriormente se colocó la cabeza de la bomba sobre el cilindro de la misma, al que se le pusieron 0.5 ml de agua destilada en su interior, se deslizó la cabeza al interior del cilindro hasta que topó; a continuación se colocó el empaque de hule, el aro metálico y la tapa. Después se colocó la bomba sobre las pinzas sujetadoras de mesa y se cerró la válvula de escape de la misma. Se conectó el cople terminal de la manguera del tanque de oxígeno a la válvula emisora de oxígeno de la bomba. Se abrió la llave del tanque de oxígeno tan solo 1/4 de vuelta; en este momento se presionó la tecla fill O₂. Muy lentamente se abrió la llave de paso con lo que la aguja del manómetro grande (el que tiene el letrero atmospheres) comenzó a moverse; con la llave de paso se controló la velocidad de llenado de la bomba calorimétrica de tal modo que este fue muy lento y tardara al menos 1 minuto hasta llegar a 30-35 atmósferas. Al momento que se llenó la bomba calorimétrica con oxígeno, se cerró la llave de paso firmemente y luego la del

tanque de oxígeno; se liberó la presión residual en la manguera empujando hacia abajo la palanca negra colocada justo abajo de la llave de paso del mismo color. A continuación se separó el cople de la válvula de llenado de oxígeno. Se tomó la bomba calorimétrica con las pinzas sujetadoras y se colocaron dentro de la cubeta, previamente llena con exactamente $2,000 \pm 0.5$ gramos de agua destilada y se colocó dentro de la "chaqueta" del calorímetro. Después se sumergió la bomba calorimétrica en agua de la cubeta, usando las pinzas especiales, se escurrió bien después de quitarlas para no extraer agua. Luego se conectaron los electrodos del calorímetro en la cabeza de la bomba. Posteriormente se cerró el calorímetro, se incluyeron los datos y se inició el proceso, colocando en pantalla un aviso de pre-periodo, aproximadamente 5 min después inició la ignición y pasó al pos-periodo, donde tardó alrededor de 5 a 10 min dando fin a la determinación y apareciendo en pantalla la cantidad de cal/g de la muestra. Al final se quitó el crisol metálico; con una piceta de agua destilada se enjuagó el interior de la cabeza de la bomba y los electrodos, se colocó la cabeza de la bomba sobre el soporte y se eliminó el alambre de níquel-cromo que quedaron después de la combustión. Los líquidos de lavado de las partes de la bomba calorimétrica se titularon con solución de carbonato de sodio 0.725 N usando naranja de metilo como indicador y se tomó la lectura. Al final se realizó una corrección de calorías con el valor del alambre quemado en la combustión y lo que se consumió de álcali.

6.5. Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza de una vía para cada una de las variables independientes relacionadas con la composición química de forrajes y de leche de cabras. Para forrajes se consideraron dos fuentes de variación, que fueron las estaciones del año y las especies vegetales del agostadero, mientras que para leche, se consideró como fuente de variación los meses de muestreo. Cuando se detectaron diferencias significativas entre las fuentes de variación se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tukey ($p=0.05$). Para determinar la relación entre la composición química de las especies forrajeras estudiadas con la composición química de la leche de cabra, se realizó un análisis de correlación de Pearson. Los análisis se realizaron con el programa de cómputo Statistica v. 10.0 para Windows (StatSoft, Inc., 2011).

7. RESULTADOS

La composición botánica de la dieta de las cabras estuvo conformada por distintas especies vegetales a través del año, consumiendo significativamente más árboles y arbustos no leguminosos, seguido por árboles y arbustos leguminosos, hierbas, pastos y cactus. Se muestrearon un total de 17 especies; *Prosopis* spp., *Cercidium floridum*, *Cercidium praecox*, como árboles y arbustos leguminosos, *Jatropha cinérea*, *Bursera microphyla*, *Cyrtocarpa edulis*, *Bursera hindsiana*, *Sphaeralcea coulteri*, *Fouquieria diguetii*, *Colubrina glabra*, *Melochia tomentosa*, como árboles y arbustos no leguminosos, *Amaranthus palmeri*, *Portulaca oleracea*, como hierbas, *Aristida* sp., *Cenchrus ciliaris*, como pastos y *Stenocereus thurberi*, *Pachycereus pringlei*, como cactáceas.

7.1. Composición química en forrajes

7.1.1. Proteína cruda

Se observaron diferencias significativas en esta variable entre las estaciones del año y entre las especies del agostadero. En la tabla II se muestra la variación a través de las estaciones del año en el contenido de proteína cruda (PC) en la dieta de cabras criollas alimentadas en un sistema de producción extensivo, mostrando una mayor cantidad de proteína durante la estación de verano, seguido por otoño, invierno y con una cantidad menor en primavera.

Los valores del contenido de PC entre especies se presentan en la tabla III donde se aprecia el contenido mayor en *Parkinsonia florida*, mientras que el contenido menor se presentó en *Jatropha cinerea*, seguido por la mezcal de hojarasca de esta y otras especies y de pasto buffel.

Tabla II. Contenido estacional de proteína cruda de especies asociadas al agostadero semiárido en una zona del municipio de La Paz, B.C.S.

Estación	Proteína cruda (%)
Primavera	11.9 ^{bc}
Verano	15.7 ^a
Otoño	12.6 ^b
Invierno	12.4 ^b
<i>P</i>	0.004

*Medias con diferente literal indica diferencia estadística (Tukey $P=0.05$).

Tabla III. Contenido de proteína cruda entre las diferentes especies consumidas por caprinos criollos y asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.

Especie	Nombre científico	Órgano muestreado/consumido	Proteína cruda (%)
Lomboy	<i>Jatropha cinerea</i>	Hoja	6.0 ⁱ
Lomboy, torote, pasto	<i>Jatropha</i> sp., <i>Bursera</i> sp., <i>Aristida</i> sp.	Hoja/tallo	6.2 ⁱ
Buffel	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Hoja/tallo	6.8 ⁱ
Pitahaya	<i>Stenocereus thurberi</i>	Flor	7.4 ^{hi}
Cardón	<i>Pachycereus pringlei</i>	Flor	9.8 ^{efghi}
Torote	<i>Bursera microphyla</i>	Hoja	10.6 ^{efghi}
Ciruelo	<i>Cyrtocarpa edulis</i>	Hoja	12.2 ^{efghi}
Copal	<i>Bursera hindsiana</i>	Hoja	12.8 ^{efghi}
Mal de ojo	<i>Sphaeralcea coulteri</i>	Hoja	13.0 ^{defghi}
Palo adán	<i>Fouquieria diguetii</i>	Hoja	14.4 ^{defgh}
Palo colorado	<i>Colubrina glabra</i>	Hoja	14.9 ^{defgh}
Malva	<i>Melochia tomentosa</i>	Hoja	15.9 ^{defg}
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	Hoja/tallo	16.8 ^{bcdfg}
Concentrado lechero	NA	NA	17.1 ^{abcdefg}
Mezquite	<i>Prosopis</i> spp.	Vaina	18.0 ^{abcd}
Alfalfa/grama	<i>Medicago sativa/Cynodon</i> <i>dactylon</i>	Hoja/tallo	20.1 ^{abcd}
Palo verde	<i>Cercidium floridum</i>	Hoja	20.5 ^{abc}
Mezquite	<i>Prosopis</i> spp.	Hoja	21.8 ^{ab}
Quelite	<i>Amaranthus palmeri</i>	Hoja/tallo	22.3 ^{ab}
Palo brea	<i>Cercidium praecox</i>	Hoja	24.5 ^a
<i>P</i>	--	--	0.0001

*Medias con diferente literal indica diferencia estadística (Tukey $P=0.05$). NA= no aplica.

7.1.2. Extracto etéreo

Se presentaron diferencias significativas en esta variable entre las estaciones del año y entre las especies del agostadero. En la tabla IV se observa la variación del extracto etéreo a través de las estaciones del año mostrándose una cantidad mayor en invierno, seguido en orden descendente por otoño, verano y con valores inferiores la estación de primavera. Los valores de extracto etéreo entre especies se presentan en la tabla V donde se muestra que el contenido mayor lo presentó la especie conocida como ciruelo silvestre, mientras que los valores inferiores los mostraron las especies de pasto buffel, verdolaga y flor de pitahaya.

Tabla IV. Contenido estacional de extracto etéreo de especies asociadas al agostadero semiárido en una zona del municipio de La Paz, B.C.S.

Estación	Extracto etéreo (%)
Primavera	1.7 ^{cd}
Verano	1.8 ^c
Otoño	2.4 ^{ab}
Invierno	2.6 ^a
<i>P</i>	0.0004

*Medias con diferente literal indica diferencia estadística (Tukey $P=0.05$).

Tabla V. Contenido de extracto etéreo entre las diferentes especies consumidas por caprinos criollos y asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.

Especie	Nombre científico	Órgano muestreado/consumido	Extracto etéreo (%)
Lomboy	<i>Jatropha cinerea</i>	Hoja	2.6 ^{bcd}
Lomboy, torote, pasto	<i>Jatropha</i> sp., <i>Bursera</i> sp., <i>Aristida</i> sp.	Hoja/tallo	1.1 ^{def}
Buffel	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Hoja/tallo	0.9 ^f
Pitahaya	<i>Stenocereus thurberi</i>	Flor	0.8 ^f
Cardón	<i>Pachycereus pringlei</i>	Flor	1.7 ^{bcdef}
Torote	<i>Bursera microphyla</i>	Hoja	1.8 ^{bcdef}
Ciruelo	<i>Cyrtocarpa edulis</i>	Hoja	3.9 ^a
Copal	<i>Bursera hindsiana</i>	Hoja	1.8 ^{bcdef}
Mal de ojo	<i>Sphaeralcea coulteri</i>	Hoja	2.2 ^{bcdef}
Palo adán	<i>Fouquieria diguetii</i>	Hoja	2.9 ^{abc}
Palo colorado	<i>Colubrina glabra</i>	Hoja	1.9 ^{bcdef}
Malva	<i>Melochia tomentosa</i>	Hoja	2.2 ^{bcdef}
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	Hoja/tallo	0.9 ^f
Concentrado lechero	NA	NA	1.9 ^{bcdef}
Mezquite	<i>Prosopis</i> spp.	Vaina	2.1 ^{bcdef}
Alfalfa/grama	<i>Medicago sativa/Cynodon dactylon</i>	Hoja/tallo	1.4 ^{bcdef}
Palo verde	<i>Cercidium floridum</i>	Hoja	2.8 ^{bc}
Mezquite	<i>Prosopis</i> spp.	Hoja	2.9 ^{abc}
Quelite	<i>Amaranthus palmeri</i>	Hoja/tallo	1.0 ^{ef}
Palo brea	<i>Cercidium praecox</i>	Hoja	2.0 ^{bcdef}
P	--	--	0.0001

*Medias con diferente literal indica diferencia estadística (Tukey $P=0.05$). NA= no aplica.

7.1.3. Fibra cruda

Se encontraron diferencias significativas entre las estaciones del año y entre las especies del agostadero. En la tabla VI se observa la variación en el contenido de fibra cruda de las especies forrajeras a través de las estaciones del año, observándose que el contenido mayor se presentó en las estaciones de primavera y otoño, seguidas por verano y con valores inferiores invierno. Los valores de fibra cruda entre especies se presentan en la tabla VII donde se observa que la cantidad mayor de fibra fue para pasto buffel, flor de cardón, hoja y vaina de mezquite, mientras que el contenido menor se presentó en el concentrado lechero, el cual es un producto comercial que se utiliza cuando en el agostadero no existe suficiente alimento para las cabras.

Tabla VI. Contenido estacional de fibra cruda de especies asociadas al agostadero semiárido en una zona del municipio de La Paz, B.C.S.

Estación	Fibra cruda (%)
Primavera	18.1 ^a
Verano	14.1 ^{ab}
Otoño	15.7 ^a
Invierno	12.0 ^b
<i>P</i>	0.003

*Medias con diferente literal indica diferencia estadística (Tukey $P=0.05$).

7.1.4. Cenizas

Se presentaron diferencias significativas en esta variable entre las estaciones del año y entre las diferentes especies asociadas al agostadero. En la tabla VIII se aprecia que las especies mostraron un contenido mayor de cenizas en la estación de otoño, seguido por la estación de invierno, mientras que en las estaciones de verano y primavera las especies presentaron un contenido menor. Los valores de cenizas entre especies se presentan en la tabla IX, donde se muestra que verdolaga mostró el contenido mayor de cenizas, seguido por lomboy y copal, mientras que las especies flor de cardón, concentrado lechero (producto comercial) y vaina de mezquite, mostraron el contenido menor en esta variable.

Tabla VII. Contenido de fibra cruda entre las diferentes especies consumidas por caprinos criollos y asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.

Especie	Nombre científico	Órgano muestreado/consumido	Fibra cruda (%)
Lomboy	<i>Jatropha cinerea</i>	Hoja	17.1 ^{bc}
Lomboy, torote, pasto	<i>Jatropha</i> sp., <i>Bursera</i> sp., <i>Aristida</i> sp.	Hoja/tallo	14.5 ^{cde}
Buffel	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Hoja/tallo	26.0 ^a
Pitahaya	<i>Stenocereus thurberi</i>	Flor	11.0 ^{efghi}
Cardón	<i>Pachycereus pringlei</i>	Flor	24.9 ^a
Torote	<i>Bursera microphyla</i>	Hoja	6.5 ^{ghi}
Ciruelo	<i>Cyrtocarpa edulis</i>	Hoja	10.6 ^{efghi}
Copal	<i>Bursera hindsiana</i>	Hoja	11.2 ^{efgh}
Mal de ojo	<i>Sphaeralcea coulteri</i>	Hoja	13.5 ^{cdefgh}
Palo adán	<i>Fouquieria diguetii</i>	Hoja	8.3 ^{fghi}
Palo colorado	<i>Colubrina glabra</i>	Hoja	6.8 ^{ghi}
Malva	<i>Melochia tomentosa</i>	Hoja	15.3 ^{cd}
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	Hoja/tallo	13.6 ^{cdef}
Concentrado lechero	NA	NA	3.7 ⁱ
Mezquite	<i>Prosopis</i> spp.	Vaina	21.7 ^{ab}
Alfalfa/grama	<i>Medicago sativa/Cynodon dactylon</i>	Hoja/tallo	24.4 ^a
Palo verde	<i>Cercidium floridum</i>	Hoja	9.7 ^{efghi}
Mezquite	<i>Prosopis</i> spp.	Hoja	23.9 ^a
Quelite	<i>Amaranthus palmeri</i>	Hoja/tallo	13.0 ^{cdefgh}
Palo brea	<i>Cercidium praecox</i>	Hoja	11.2 ^{defgh}
<i>P</i>	--	--	0.0001

*Medias con diferente literal indica diferencia estadística (Tukey $P=0.05$). NA= no aplica.

Tabla VIII. Contenido estacional de cenizas de especies asociadas al agostadero semiárido en una zona del municipio de La Paz, B.C.S.

Estación	Cenizas (%)
Primavera	11.2 ^b
Verano	11.3 ^b
Otoño	15.1 ^a
Invierno	12.8 ^{ab}
<i>P</i>	0.0004

*Medias con diferente literal indica diferencia estadística (Tukey $P=0.05$).

Tabla IX. Contenido de cenizas entre las diferentes especies consumidas por caprinos criollos y asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.

Especie	Nombre científico	Órgano muestreado/consumido	Cenizas (%)
Lomboy	<i>Jatropha cinerea</i>	Hoja	19.7 ^b
Lomboy, torote, pasto	<i>Jatropha</i> sp., <i>Bursera</i> sp., <i>Aristida</i> sp.	Hoja/tallo	11.9 ^{cdefg}
Buffel	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Hoja/tallo	12.9 ^{cdefg}
Pitahaya	<i>Stenocereus thurberi</i>	Flor	11.1 ^{cdefg}
Cardón	<i>Pachycereus pringlei</i>	Flor	5.8 ^{fg}
Torote	<i>Bursera microphyla</i>	Hoja	14.6 ^{cd}
Ciruelo	<i>Cyrtocarpa edulis</i>	Hoja	10.9 ^{cdefg}
Copal	<i>Bursera hindsiana</i>	Hoja	14.8 ^c
Mal de ojo	<i>Sphaeralcea coulteri</i>	Hoja	13.3 ^{cdefg}
Palo adán	<i>Fouquieria diguetii</i>	Hoja	10.8 ^{cdefg}
Palo colorado	<i>Colubrina glabra</i>	Hoja	13.3 ^{cdef}
Malva	<i>Melochia tomentosa</i>	Hoja	10.9 ^{cdefg}
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	Hoja/tallo	26.1 ^a
Concentrado lechero	NA	NA	5.6 ^{fg}
Mezquite	<i>Prosopis</i> spp.	Vaina	8.2 ^{fg}
Alfalfa/grama	<i>Medicago sativa</i> / <i>Cynodon</i> <i>dactylon</i>	Hoja/tallo	11.3 ^{cdefg}
Palo verde	<i>Cercidium floridum</i>	Hoja	12.9 ^{cdefg}
Mezquite	<i>Prosopis</i> spp.	Hoja	8.2 ^{defg}
Quelite	<i>Amaranthus palmeri</i>	Hoja/tallo	14.7 ^c
Palo brea	<i>Cercidium praecox</i>	Hoja	9.2 ^{cdefg}
P	--	--	0.0001

*Medias con diferente literal indica diferencia estadística (Tukey $P=0.05$). NA= no aplica.

7.1.5. Extracto libre de nitrógeno (ELN)

Se presentaron diferencias significativas en esta variable entre las estaciones del año y entre las especies. En la tabla X se muestra que el contenido mayor lo presentaron las especies en la estación de invierno, siendo estadísticamente iguales a esta estación, las estaciones de primavera y verano, mientras el valor inferior de esta variable fue para la estación de otoño. Los valores del extracto libre de nitrógeno entre especies se muestran en la tabla XI, observándose que el concentrado lechero mostró el contenido mayor de ELN, seguido por flor de pitahaya y hojarasca de lomboy, torote y pasto. El contenido menor lo presentaron las especies torote, mezquite (hoja), grama/alfalfa y verdolaga.

Tabla X. Contenido estacional de extracto libre de nitrógeno de especies asociadas al agostadero semiárido en una zona del municipio de La Paz, B.C.S.

Estación	Extracto libre de nitrógeno (%)
Primavera	57.2 ^a
Verano	57.0 ^a
Otoño	49.2 ^b
Invierno	60.2 ^a
<i>P</i>	0.000002

*Medias con diferente literal indica diferencia estadística (Tukey $P=0.05$).

7.1.6. Energía Bruta

Sólo se presentaron diferencias significativas en esta variable entre las especies no así entre estaciones del año. En la tabla XII se muestra el contenido de energía bruta de forrajes del agostadero consumidos por el ganado caprino, observándose que este fue mayor en el concentrado lechero (producto comercial), seguido por mezquite (hoja y vaina), mientras que el contenido menor se presentó en la especie conocida como torote.

Tabla XI. Contenido de extracto libre de nitrógeno entre las diferentes especies consumidas por caprinos criollos y asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.

Especie	Nombre científico	Órgano muestreado/consumido	Extracto libre de nitrógeno (%)
Lomboy	<i>Jatropha cinerea</i>	Hoja	54.7 ^{abcd}
Lomboy, torote, pasto	<i>Jatropha</i> sp., <i>Bursera</i> sp., <i>Aristida</i> sp.	Hoja/tallo	66.3 ^{ab}
Buffel	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Hoja/tallo	53.3 ^{abcd}
Pitahaya	<i>Stenocereus thurberi</i>	Flor	69.6 ^{ab}
Cardón	<i>Pachycereus pringlei</i>	Flor	57.8 ^{abcd}
Torote	<i>Bursera microphylla</i>	Hoja	46.0 ^d
Ciruelo	<i>Cyrtocarpa edulis</i>	Hoja	62.3 ^{abc}
Copal	<i>Bursera hindsiana</i>	Hoja	59.5 ^{abc}
Mal de ojo	<i>Sphaeralcea coulteri</i>	Hoja	58.0 ^{abcd}
Palo adán	<i>Fouquieria diguetii</i>	Hoja	63.6 ^{abc}
Palo colorado	<i>Colubrina glabra</i>	Hoja	63.1 ^{abc}
Malva	<i>Melochia tomentosa</i>	Hoja	55.6 ^{abcd}
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	Hoja/tallo	42.7 ^d
Concentrado lechero	NA	NA	71.7 ^a
Mezquite	<i>Prosopis</i> spp.	Vaina	53.4 ^{abcd}
Alfalfa/grama	<i>Medicago sativa/Cynodon dactylon</i>	Hoja/tallo	42.8 ^d
Palo verde	<i>Cercidium floridum</i>	Hoja	54.1 ^{abcd}
Mezquite	<i>Prosopis</i> spp.	Hoja	43.2 ^d
Quelite	<i>Amaranthus palmeri</i>	Hoja/tallo	49.0 ^{bcd}
Palo brea	<i>Cercidium praecox</i>	Hoja	53.0 ^{abcd}
P	--	---	0.0000001

*Medias con diferente literal indica diferencia estadística (Tukey $P=0.05$). NA= no aplica.

Tabla XII. Contenido de energía bruta entre las diferentes especies consumidas por caprinos criollos y asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.

Especie	Nombre científico	Órgano muestreado/consumido	Energía bruta (cal/g)
Lomboy	<i>Jatropha cinerea</i>	Hoja	3441.5 ^{cdefg}
Lomboy, torote, pasto	<i>Jatropha</i> sp., <i>Bursera</i> sp., <i>Aristida</i> sp.	Hoja/tallo	3641.7 ^{cdefg}
Buffel	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Hoja/tallo	3855.2 ^{cdef}
Pitahaya	<i>Stenocereus thurberi</i>	Flor	3252.8 ^{efg}
Cardón	<i>Pachycereus pringlei</i>	Flor	3277.9 ^{efg}
Torote	<i>Bursera microphyla</i>	Hoja	3084.6 ^g
Ciruelo	<i>Cyrtocarpa edulis</i>	Hoja	4116.3 ^{bcdef}
Copal	<i>Bursera hindsiana</i>	Hoja	3900.7 ^{cdef}
Mal de ojo	<i>Sphaeralcea coulteri</i>	Hoja	4257.5 ^{abcdefg}
Palo adán	<i>Fouquieria diguetii</i>	Hoja	4160.8 ^{bcdef}
Palo colorado	<i>Colubrina glabra</i>	Hoja	3926.0 ^{bcdef}
Malva	<i>Melochia tomentosa</i>	Hoja	4140.1 ^{bcdef}
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	Hoja/tallo	3655.0 ^{cdefg}
Concentrado lechero	NA	NA	5593.0 ^a
Mezquite	<i>Prosopis</i> spp.	Vaina	4655.4 ^{abcd}
Alfalfa/grama	<i>Medicago sativa/Cynodon dactylon</i>	Hoja/tallo	3804.5 ^{cdefg}
Palo verde	<i>Cercidium floridum</i>	Hoja	4180.5 ^{bcdef}
Mezquite	<i>Prosopis</i> spp.	Hoja	4821.7 ^{ab}
Quelite	<i>Amaranthus palmeri</i>	Hoja/tallo	3387.2 ^{cdefg}
Palo brea	<i>Cercidium praecox</i>	Hoja	4454.8 ^{abcd}
P	--	---	0.0000001

*Medias con diferente literal indica diferencia estadística (Tukey $P=0.05$). NA= no aplica.

7.2. Composición química en leche

7.2.1. Proteína cruda

Se presentaron diferencias significativas para esta variable a través del periodo de tiempo de muestreo. En la tabla XIII se muestra que el contenido mayor de PC se presentó en la leche muestreada en el mes de diciembre (invierno), seguido por el mes de abril (primavera), mientras que el contenido fue menor en la leche colectada en los meses de enero, febrero, marzo (invierno/primavera), julio y agosto (verano).

7.2.2. Extracto etéreo

Se presentaron diferencias significativas en el periodo de tiempo de muestreo de la leche. En la tabla XIV se observa que el contenido mayor fue en el mes de agosto, seguido por junio, septiembre (verano) y enero (invierno). La leche colectada en los meses de diciembre (invierno) y abril (primavera) mostró un contenido menor

7.2.3. Fibra cruda

No se presentaron diferencias significativas en esta variable en el periodo de tiempo de muestreo de la leche; sin embargo, se observa que en los meses de abril y mayo (primavera) los contenidos fueron mayores, mientras que en septiembre (verano), octubre, noviembre y diciembre (otoño) los valores fueron inferiores (Tabla XV).

Tabla XIII. Contenido de proteína cruda en leche de cabras criollas alimentadas en pastoreo extensivo con especies vegetales asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.

Tiempo (meses)	Proteína cruda (%)
Enero	32.4 ^d
Febrero	30.2 ^d
Marzo	31.8 ^d
Abril	37.7 ^b
Mayo	35.0 ^d
Junio	35.2 ^{cd}
Julio	33.2 ^d
Agosto	28.6 ^d
Septiembre	35.6 ^{cd}
Octubre	35.7 ^{cd}
Noviembre	35.8 ^c
Diciembre	38.5 ^a
<i>P</i>	0.001

*Medias con diferente literal indica diferencia estadística (Tukey $P=0.05$).

Tabla XIV. Contenido de extracto etéreo en leche de cabras criollas alimentadas en pastoreo extensivo con especies vegetales asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.

Tiempo (meses)	Extracto etéreo (%)
Enero	32.6 ^b
Febrero	24.1 ^f
Marzo	23.6 ^f
Abril	18.2 ^h
Mayo	28.7 ^d
Junio	32.7 ^b
Julio	30.4 ^c
Agosto	34.7 ^a
Septiembre	32.6 ^b
Octubre	27.7 ^e
Noviembre	22.7 ^g
Diciembre	18.5 ^h
<i>P</i>	0.0001

*Medias con diferente literal indica diferencia estadística (Tukey $P=0.05$).

Tabla XV. Contenido de fibra cruda en leche de cabras criollas alimentadas en pastoreo extensivo con especies vegetales asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.

Mes	Fibra cruda (%)
Enero	0.020 ^a
Febrero	0.040 ^a
Marzo	0.070 ^a
Abril	0.117 ^a
Mayo	0.103 ^a
Junio	0.067 ^a
Julio	0.060 ^a
Agosto	0.017 ^a
Septiembre	0.007 ^a
Octubre	0.008 ^a
Noviembre	0.010 ^a
Diciembre	0.003 ^a
<i>P</i>	0.067

*Medias con diferente literal indica diferencia estadística (Tukey $P=0.05$).

7.2.4. Cenizas

Se presentaron diferencias estadísticas significativas en esta variable entre el periodo de muestreo. En la tabla XVI se observa que la leche colectada en el mes de abril, seguido por

mayo (primavera) mostró valores superiores, mientras que estos valores disminuyeron en los meses de enero (invierno), junio, agosto y septiembre (verano).

Tabla XVI. Contenido de cenizas en leche de cabras criollas alimentadas en pastoreo extensivo con especies vegetales asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.

Tiempo (meses)	Cenizas (%)
Enero	5.0 g
Febrero	6.2 de
Marzo	6.7 bcd
Abril	8.6 a
Mayo	7.3 b
Junio	5.3 fg
Julio	6.4 cde
Agosto	5.3 fg
Septiembre	5.3 fg
Octubre	5.9 ef
Noviembre	6.4 cde
Diciembre	7.1 bc
P	<0.0001

*Medias con diferente literal indica diferencia estadística (Tukey $P=0.05$).

7.2.5. Extracto libre de nitrógeno (ELN)

Esta variable mostró diferencias significativas en el periodo de tiempo de muestreo de la leche en las cabras criollas. La tabla XVII muestra que en el mes de febrero (invierno), seguido del mes de marzo (invierno/primavera) el contenido de ELN se incrementó, mientras que este se redujo en los meses de mayo (primavera), junio y septiembre (verano).

7.2.6. Energía Bruta

Se presentaron diferencias significativas en esta variable entre los diferentes periodos de muestreo. La tabla XVIII muestra la variación a través del año en el contenido de energía bruta en la leche de cabras, observándose un contenido mayor durante el mes de agosto, seguido por junio (verano), mientras que estos valores disminuyeron en los meses de abril (primavera) septiembre (verano/otoño) y octubre (otoño).

Tabla XVII. Contenido de extracto libre de nitrógeno de leche de cabras criollas alimentadas en pastoreo extensivo con especies vegetales asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.

Tiempo (meses)	Extracto libre de nitrógeno (%)
Enero	30.0 ^{de}
Febrero	39.6 ^a
Marzo	37.8 ^b
Abril	35.3 ^c
Mayo	28.9 ^e
Junio	25.7 ^e
Julio	30.0 ^{de}
Agosto	31.3 ^d
Septiembre	26.4 ^e
Octubre	30.8 ^{de}
Noviembre	35.1 ^c
Diciembre	36.0 ^c
<i>P</i>	<i>0.0001</i>

*Medias con diferente literal indica diferencia estadística (Tukey $P=0.05$).

Tabla XVIII. Contenido de energía bruta en leche de cabras criollas alimentadas en pastoreo extensivo con especies vegetales asociadas al agostadero semiárido de una zona del municipio de La Paz, B.C.S.

Tiempo (meses)	Energía bruta (cal/g)
Enero	5393.4 ^e
Febrero	5212.0 ^f
Marzo	5262.7 ^f
Abril	4937.3 ^g
Mayo	5502.6 ^d
Junio	5873.5 ^b
Julio	5660.5 ^c
Agosto	5983.7 ^a
Septiembre	4716.9 ^g
Octubre	4714.7 ^g
Noviembre	5412.9 ^e
Diciembre	5139.3 ^f
<i>P</i>	<i>0.0001</i>

*Medias con diferente literal indica diferencia estadística (Tukey $P=0.05$).

7.3. Relación entre la composición química de forrajes del agostadero y la composición química de leche de cabra

7.3.1. Proteína cruda

La figura 7 muestra la relación entre la proteína cruda (PC) de los forrajes del agostadero

con la proteína cruda de leche de cabras alimentadas con estos forrajes. Se observa que existe una correlación lineal significativa ($r=0.49$; $p=0.002$; $n=36$) entre ambas variables, ya que al incrementarse el contenido de proteína cruda de los forrajes del agostadero, también se incrementa el contenido de proteína cruda de la leche de cabras.

La figura 8 muestra la relación entre la proteína cruda (PC) de los forrajes del agostadero con el contenido de grasa de leche de cabras alimentadas con estos forrajes. Se observa que la relación entre ambas variables, la relación es negativa y no significativa ($r=-0.22$; $p=0.19$; $n=36$); sin embargo, se observa una tendencia donde al incrementarse el contenido de proteína cruda de los forrajes del agostadero, el contenido de grasa de la leche de cabras disminuye.

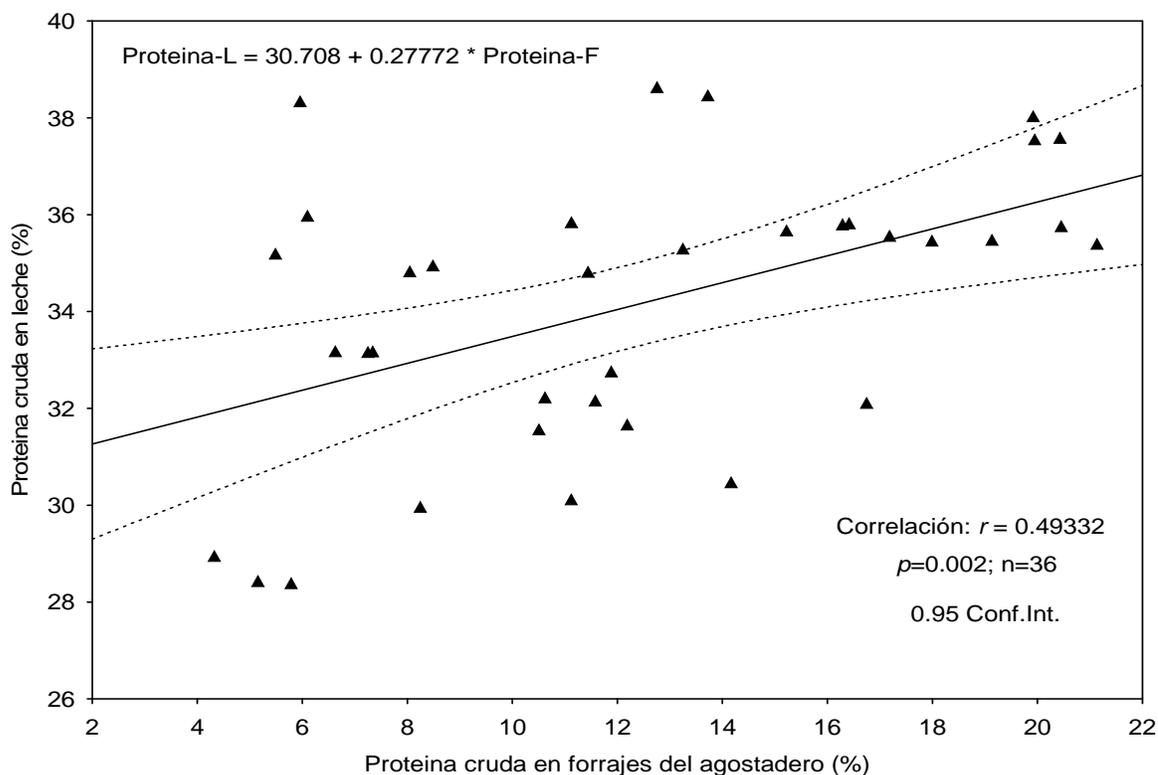


Figura 7. Relación entre el contenido de proteína en forrajes del agostadero y contenido de proteína en leche de cabras alimentadas con los forrajes del agostadero.

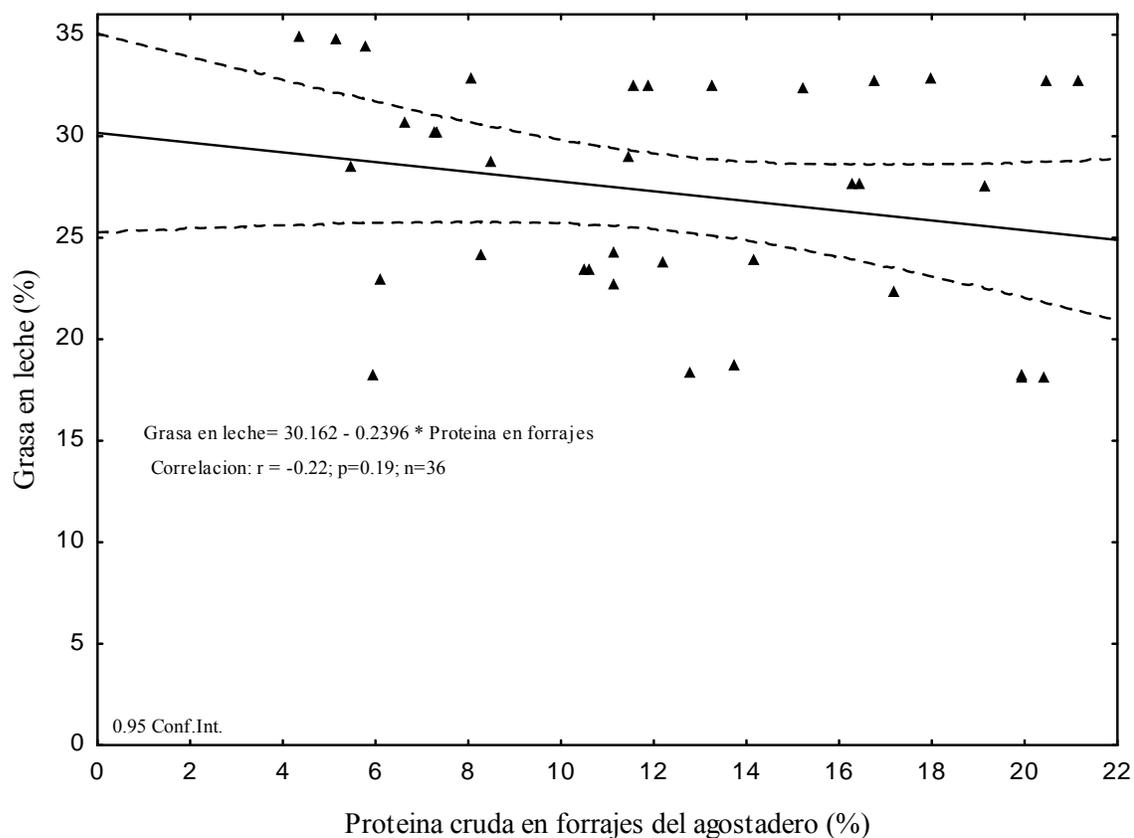


Figura 8. Relación entre el contenido de proteína cruda en forrajes del agostadero y contenido de grasa en leche de cabras alimentadas con los forrajes del agostadero.

7.3.2. Fibra cruda

La figura 9 muestra la relación entre la fibra cruda de los forrajes del agostadero y la fibra cruda de leche de cabras alimentadas con estos forrajes. Se observa que existe una correlación lineal significativa ($r=0.45$; $p=0.005$; $n=36$) entre ambas variables, ya que al incrementarse el contenido de fibra cruda de los forrajes del agostadero, también se incrementa el contenido de fibra cruda de la leche de cabras.

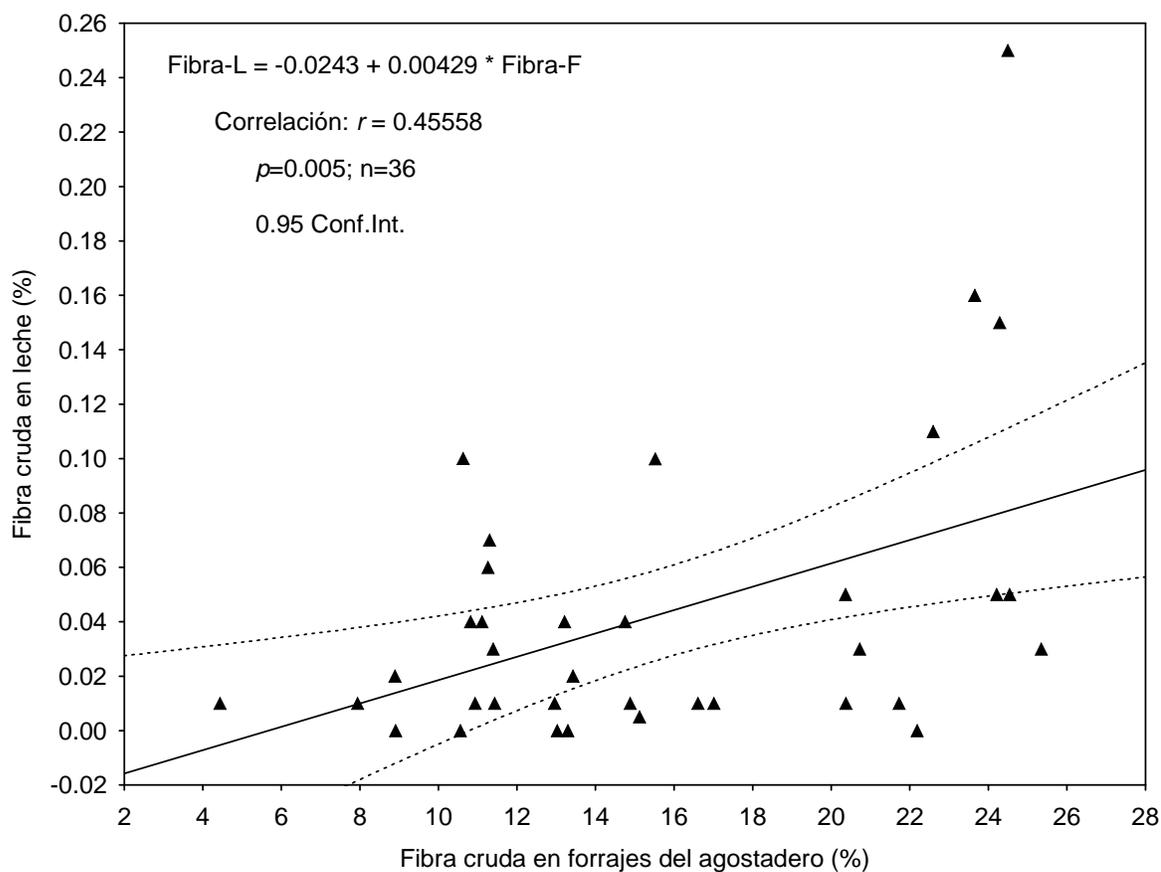


Figura 9. Relación entre el contenido de fibra cruda en forrajes del agostadero y contenido de fibra cruda en leche de cabras alimentadas con los forrajes del agostadero.

7.3.3. Energía

La figura 10 muestra la relación entre el contenido de energía de los forrajes del agostadero y la proteína cruda de leche de cabras alimentadas con estos forrajes. Se observa que existe una correlación negativa no significativa ($r = -0.13$; $p = 0.44$; $n = 36$) entre ambas variables; sin embargo, la tendencia es que al incrementarse la energía en los forrajes del agostadero, el contenido de proteína cruda de la leche de cabras disminuye.

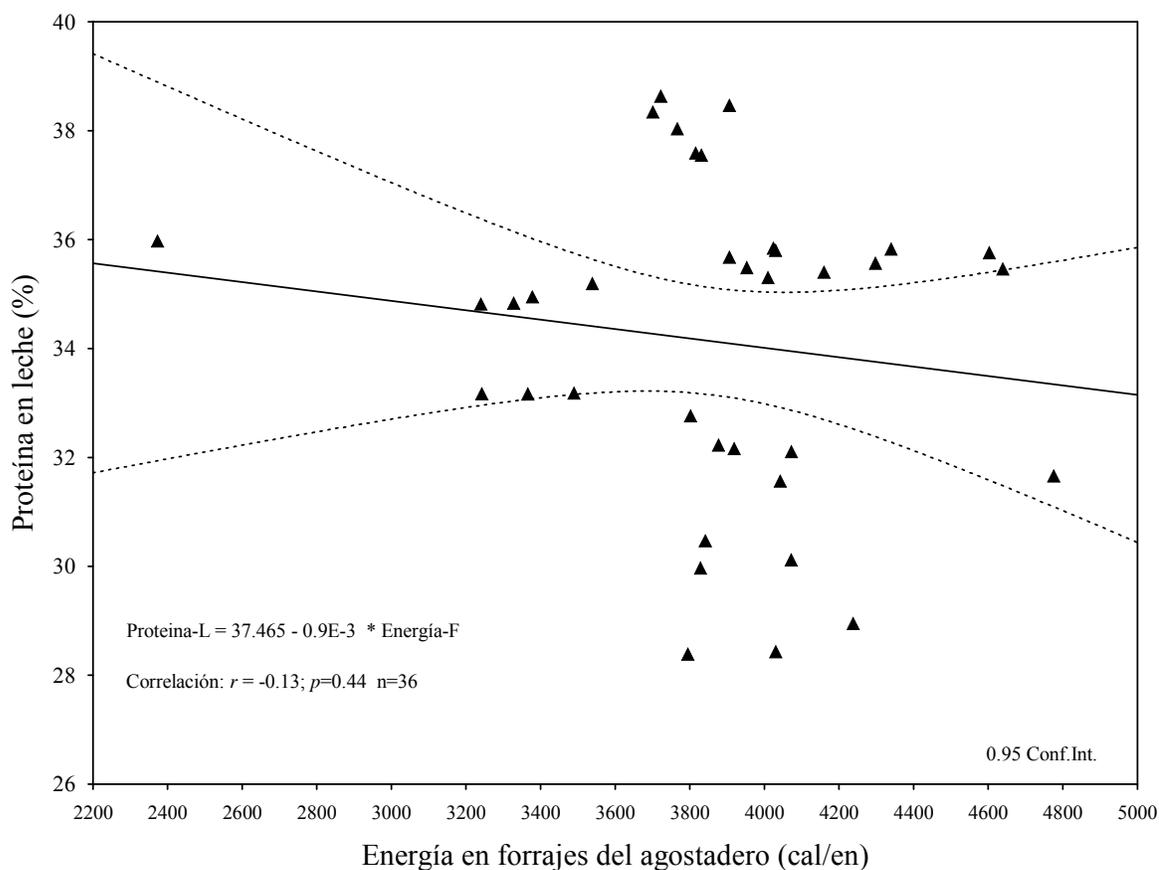


Figura 10. Relación entre el contenido de energía en forrajes del agostadero y contenido de proteína cruda en leche de cabras alimentadas con los forrajes del agostadero.

7.3.4. Lípidos

La figura 11 muestra la relación entre el contenido de lípidos de los forrajes del agostadero y la proteína cruda de leche de cabras alimentadas con estos forrajes. Se observa que existe una correlación positiva no significativa ($r = 0.45$; $p = 0.005$; $n = 36$) entre ambas variables; sin embargo, la tendencia es que al incrementarse el contenido de lípidos de los forrajes del agostadero, también se incrementa el contenido de proteína cruda de la leche de cabras.

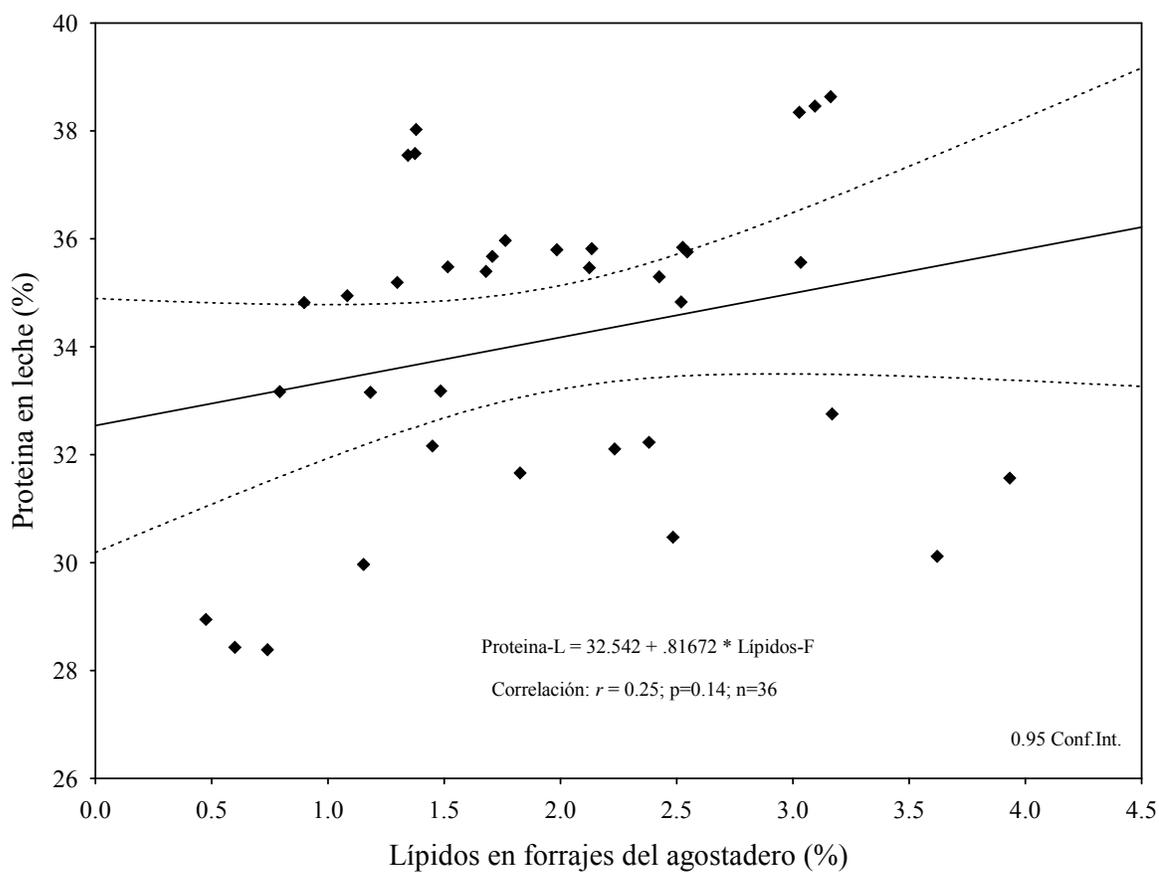


Figura 11. Relación entre el contenido de lípidos en forrajes del agostadero y contenido de proteína cruda en leche de cabras alimentadas con los forrajes del agostadero.

8. DISCUSIÓN

El contenido de proteína cruda (PC) en la dieta de las cabras osciló a lo largo del año, siendo a finales de verano, otoño e invierno cuando se presentó un contenido mayor de proteína, mientras que durante la primavera y la mayor parte del verano fue cuando el contenido de proteína en la dieta seleccionada por las cabras mostró valores inferiores, resultado que coincide con lo reportado por Ramírez-Orduña *et al.* (2003) quienes en diez especies de plantas nativas de Baja California Sur, encontraron dos periodos, uno de buena calidad forrajera representada por valores nutricionales de especies leguminosas durante las estaciones de otoño e invierno y otro periodo de menor calidad forrajera, el cual esta representado por especies no leguminosas, durante las estaciones de primavera y verano. Durante este último periodo el contenido de PC en las leguminosas es casi el doble que en las no leguminosas. Estos resultados se asemejan a los encontrados en este estudio, donde los cambios de incrementos abruptos de PC de la dieta se deben a la presencia de hierbas y brotes tiernos en la época húmeda. El nivel de PC seleccionado por las cabras en este estudio fue adecuado para satisfacer los requerimientos de un animal de 35 kg de peso vivo y 25 g/d de ganancia, consumiendo 1.08 kg/d de MS, conteniendo 9.16% de PC con una proteína de sobrepeso del 40% (NRC, 2007). La variación en el contenido de PC en la leche de las cabras fue similar a la del forraje, presentándose los contenidos mayores durante el otoño y principios de invierno, mientras que los contenidos menores se presentaron durante la primavera y verano, a excepción del mes de abril donde la leche mostró un contenido alto de proteína debido a que en ese mes, las cabras no se alimentaron de las especies del agostadero, sino que su alimentación fue con forraje comercial producto de la mezcla de heno de alfalfa con grama (zacate bermuda) y concentrado lechero comercial. La respuesta en el contenido de proteína en la leche puede estar relacionada con la variación tanto de proteína como de lípidos en la dieta a través del año, el cual fue similar al presentar contenidos mayores en otoño e invierno. Los efectos de la alimentación sobre la concentración de proteína son menores que los observados en la concentración de grasa, pero está claramente establecido que existe una relación directa con el consumo de energía (Emery, 1978; Depeters y Cant, 1992; Phillips, 2001). La energía de la dieta puede

aumentar al incrementarse el consumo de concentrado o bien, mejorando la calidad del forraje (Phillips, 2001). El mismo autor señala que en términos generales, un aumento de 10 MJ en el consumo de energía metabolizable (2,4 Mcal, aproximadamente) tiene una respuesta de 0.6 g/kg más de proteína en la leche; sin embargo, la respuesta es curvilínea, por lo tanto en altos niveles energéticos la respuesta es menor. Por otro lado, DePeters y Cant (1992) en una revisión sobre el tema señalan que existe una correlación positiva entre el consumo de energía y la concentración proteica de la leche, incrementándose el nivel de proteína 0.015 unidades porcentuales por cada megacaloría incrementada en la energía neta. Tanto Phillips (2001) como DePeters y Cant (1992) coinciden que éste aumento en la concentración proteica va acompañado de un aumento en la producción de leche.

En otros dos estudios se evaluó el efecto del incremento de almidón en el concentrado. En el primer estudio se prepararon cinco concentrados con niveles crecientes de almidón de 50 a 384 g/kg de MS. En el segundo estudio se prepararon tres concentrados, también con niveles crecientes de almidón (22.5 a 273 g/kg de MS), el alimento base fue ensilaje de pradera. En ambos estudios se observó un incremento de la proteína láctea. En el primero se incrementó de 32 a 33.6 g/kg de leche, en el segundo experimento se incrementó de 32.3 a 33.5 g/kg de leche. No se tuvo un efecto significativo en la producción ni en el consumo de ensilaje; sin embargo el contenido de grasa disminuyó (Keady *et al.*, 1999).

Robinson (2000) señala que el aumento de la PC en la leche, producto de aumentar el consumo de energía se debe a los cambios asociados a la fermentación ruminal, existiendo un aumento en los nutrientes digestibles de absorción intestinal, o bien por un mayor flujo de proteína bacteriana desde el rumen al intestino. Cabe señalar que los resultados del presente estudio no coinciden con los reportados por los autores anteriores, ya que la proteína de la leche de cabra se correlacionó de forma negativa y no significativa (Fig. 10) con el contenido de energía de las especies vegetales asociadas al agostadero. DePeters y Cant (1992) indican que el efecto del incremento de la proteína en la dieta no es tan claro o es mínimo y se observa una respuesta mejor ante restricciones previas del animal, lo cual coincide con lo reportado por Sutton (1989). Por su parte, Castillo *et al.* (2001) señalan que existe un incremento pequeño pero significativo de la producción de leche (1.4 L/día) al

aumentar la proteína de la dieta, pero la respuesta en concentración y producción de proteína no es tan evidente, además se observó un efecto negativo al aumentar el nitrógeno excretado por las heces y orina. Sutton *et al.* (1996) citado por Beever *et al.* (2001) diseñaron un estudio para determinar el efecto de la interacción de la proteína y la energía, encontrando que a igual consumo de energía, el aumento del consumo de proteína resultó en un incremento pequeño de la producción de leche y un aumento de 2.3 g/kg en la concentración de proteína. Sin embargo, se redujo la concentración de grasa láctea. Al reducir el consumo de energía (manteniendo la proteína), se observó una caída en la producción de leche en 1.5 L/día; sin embargo, la concentración de proteína se incrementó en 1.6 g/kg. Estos resultados se asemejan a los encontrados en este estudio donde el contenido de grasa en la leche disminuyó en los periodos en que el contenido de proteína en la dieta se encontraba más alto. Bauman (2000) señala que en general la respuesta a la suplementación proteica tienen como efecto aumentar la producción de proteína en la leche, esto cuando el aporte de proteína microbiana o bypass es inadecuado, pero la respuesta es poco importante o no hay respuesta con hembras bien alimentadas. Con respecto al contenido de lípidos en la dieta en la cual se presentaron los mayores porcentajes en invierno, otoño y finales de verano, NRC (2001) señala que la suplementación con grasa a dietas de vacas lactantes produce una disminución de la concentración proteica en la leche, también señalan que la fracción nitrogenada que más se ve afectada es la caseína. No obstante DePeters y Cant (1992) mencionan que a pesar de la disminución en la concentración de caseína, frecuentemente se observa un aumento en la producción diaria de proteína, producto de un aumento en el consumo de energía neta de lactancia, lo que se traduce en una producción mayor de leche. Esto difiere de los resultados obtenidos en el presente estudio, donde se observó una correlación positiva (no significativa) entre el aumento del contenido de lípidos en la dieta y el aumento en el contenido de proteína en la leche (Fig. 11).

Los minerales se determinan mediante el contenido de cenizas. Los más importantes son el calcio, fósforo, sodio, potasio y cloro. En pequeñas cantidades se encuentran presentes hierro, yodo, cobre, manganeso y zinc. Así pues, en el presente estudio, en el caso de la

leche el mayor contenido de cenizas se exhibió durante la primavera, y los valores mas bajos se presentaron durante el verano. Para el caso del forraje el mayor contenido de cenizas se presento durante el otoño seguido por la estación de invierno, mientras que en las estaciones de verano y primavera las especies presentaron un contenido menor. Estos resultados se asemejan a lo reportado por Ramírez-Orduña *et al.* (2005), donde menciona que durante la primavera y verano fue cuando los niveles de Ca, K, Mg, Cu, Mn y Zn en la dieta de las cabras estuvieron mas bajos, no cubriendo en el caso del Ca, K, Mg, Cu y Zn los niveles mínimos requeridos para caprinos criollos en crecimiento. Lo cual confirma en buena manera la revisión hecha por Haenlein *et al.* (2007), sobre la deficiencia potencial de minerales (Ca, Cu, K, Mg) para pequeños rumiantes en el noreste de México, destacando algunas semejanzas en las deficiencias del potencial aporte mineral del suelo local a las plantas en condiciones de pastoreo extensivo.

9. CONCLUSIONES

- Se observó un efecto significativo de los cambios estacionales del año sobre la composición química de las especies forrajeras del agostadero en la zona, en donde la proteína cruda, cenizas, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno fueron los componentes que presentaron diferencia significativa entre estaciones, haciendo evidente la presencia de dos épocas claramente diferenciadas, una de buena calidad forrajera, en las estaciones de otoño e invierno y otra de menor calidad forrajera durante primavera y verano, ambas estrechamente dependientes de la época de lluvias. Para el caso de la energía bruta, hubo variación a lo largo del año, pero sólo se presentaron diferencias significativas en esta variable entre las especies forrajeras, no así entre las estaciones.
- A excepción del contenido de fibra cruda, la composición química de la leche de cabras mostró variación a través del año en todas variables evaluadas, lo cual es probable que se deba a los cambios en la composición química de las especies forrajeras del agostadero consumidas por las cabras a través del año.
- La primavera parece ser la estación más hostil del año para las cabras, debido a la escasez de agua y alimento disponible; sin embargo se observó una amplia utilización de flores de cactáceas y vainas, lo cual sólo se presentó en esta estación, evitando una disminución drástica en la composición nutritiva de la dieta.
- Las cabras en libre pastoreo seleccionaron y consumieron una dieta que fue variable en la composición de especies de plantas durante las estaciones; asimismo, se observó que el valor nutritivo de la dieta se mantuvo dentro de un rango promedio suficiente para proporcionar los requerimientos mínimos de energía y proteína para mantenimiento.
- Debido a la poca utilización de la vegetación nativa presente en la región, se hacen necesarios más estudios para descubrir las formas más adecuadas en que se pueden aprovechar los recursos vegetales presentes. Por otra parte, promover el desarrollo de la

vegetación utilizada por los rumiantes y controlar los individuos que no son utilizados puede ser una forma de mejorar la calidad del agostadero.

- A corto plazo se puede sugerir la suplementación de proteína y energía en la estación deficiente para mejorar la productividad del hato caprino. La suplementación de Cu y Zn en todas las estaciones y de Ca en la estación de verano, es una recomendación necesaria para propiciar un mejoramiento en el comportamiento de la producción, se recomienda realizar una mezcla de sales minerales encontradas como deficientes e incluir minerales que son siempre escasos como Na, Cl, P y K.

10. LITERATURA CITADA

- Alderman, G. 1998. Responses in the yield of milk constituents to the intake of nutrients by dairy cows. CABI Publishing. Serie B. Vol. 68. 96 p.
- Alexandre, G., Mandonnet, N. 2005. Goat meat production in harsh environments. *Small Ruminant Research*. 60:53-66.
- Alonso, L., Fontecha, J., Lozada, L., Fraga, M. J., Juarez, M. 1999. Fatty acid composition of caprine milk: major, branched-chain, and trans fatty acids. *J Dairy Sci*. 82:878-884.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1980. Official methods of analysis, 13th edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., 1108 p.
- Auldish, M.J., Walsh, B.J., Thomson, N.A. 1998. Seasonal and lactational influences on bovine milk composition in New Zealand. *J Dairy Res*. 65:401-411.
- Bauman, D. E. 2000. Regulation of nutrient partitioning during lactation: homeostasis and homeorhesis revisited. In: Cronjé, P. (Ed.). *Ruminant Physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction*. CABI Publishing. Londres, Inglaterra. 474 p.
- Bauman, D. E., Corl, B. A., Baumgard, L. H., Griinari, J. M. 2001. Conjugated linoleic acid and the dairy cow. En: Garnsworthy, P.C., Wiseman, J. (Eds.) *Recent Advances in Animal Nutrition*, Editorial Nottingham Univ. Press, Nottingham, Inglaterra. 250 pp.
- Bauman, D. E., Griinari, J. M. 2003. Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Ann Rev Nut*. 23:203-227.
- Beever, D., Sutton, J. y Reynolds, C. 2001. Increasing the protein content of cow's milk. *The Australian Journal of Dairy Technology*. 56(2):138-149.
- Boza, J., Sanz-Sampelayo, M. R. 1997. Aspectos nutricionales de la leche de cabra. *Ann Acad Cienc Vet*. 10:109-139.
- Castillo, A., Kebreab, E., Beever, D., Barbi, J., Sutton, J., Kirby, H. y France, J. 2001. The effect of protein supplementation on nitrogen utilization in lactating dairy cows fed grass silage diets. *Journal of animal Science*. 79 (1):247-253.
- Carnicella, D., Dario, M., María Consuelo Caribe Ayres, Laudadio, V., Dario, C. 2008. The effect of diet, parity, year and number of kids on milk yield and milk composition in Maltese goat. *Small Ruminant Research*. 77:71-74.
- Cepeda, P. R. 2008. Producción de Caprinos: un enfoque técnico y social. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz B.C.S., México. 281 pp.
- Chacón-Villalobos, A. 2005. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. *Agron. Mesoam*. 16:239-252.

- Chilliard, Y., Ferlay, A., Mansbridge, R. M. Doreau, M. 2000. Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. *Ann Zootech.* 49:181-205.
- Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J., Lamberet, G. 2003. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *J. Dairy Sci.* 86:1751-1770.
- Chilliard, Y., Glasser, F., Ferlay, A., Rouel, J., Doreau, M. 2007. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. *Eur J Lipid Sci Technol.* 109:828-855.
- Chilliard, Y., Lamberet, G. 2001. Biochemical characteristics of goat milk lipids and lipolytic system. A comparison with cows and human milk. Effect of lipid supplementation. En: Freund, G. (Ed.). *Goat milk quality, raw material for cheesemaking.* Institut Technique des Produits Laitiers Caprins. Surgères, Francia. pp. 114.
- Delgadillo, J. 1998. *Florística y ecología del norte de Baja California Sur.* Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B.C. pp. 255-265.
- DePeters, E. y Cant, J. 1992. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: a review. *Journal of Dairy Science.* 75(8):2043-2070.
- Elgersma, A., Tamminga, S., Ellen, G. 2006. Modifying milk composition through forage. *Anim Feed Sci Tech.* 131:207-225.
- Emery, R. 1978. Feeding for increased milk protein. *Journal of Dairy Science.* 61(6):825-828.
- Gönc, R., Schmidt, R., Renner, E. 1979. Investigations on the fatty acid pattern of buffaloes and goats milk. *Milchwissenschaft* 34:684-686.
- Ha, J. K., Lindsay, R. C. 1991. Contributions of cows, sheeps, and goats milks to characterizing branched chain fatty acids and phenolic flavors in varietal cheeses. *J Dairy Sci.* 74:3267-3274.
- Haenlein, G.F.W. 2004. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Res.* 51:155-163.
- Haenlein, G.F.W. y Ramírez, R.G. 2007. Potential mineral deficiencies on arid rangelands from small ruminants with special reference to Mexico. *Small Rumin. Res.* 68:35:41.
- Jahreis, G., Fritsche, J., Steinhart, H. 1997. Conjugated linoleic acid in milk fat: High variation depending on production system. *Nutr Res.* 17:1479-1484.
- Jenkins, T. C., Wallace, R. J., Moate, P. J., Mosley, E. E. 2008. Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. *Journal of Animal Science.* 86:397-412.

- Jenkins, T. C., McGuire, M. A. 2006. Major advances in nutrition: impact on milk composition. *Journal of Dairy Science*. 89:1302-1310.
- Keady, T., Mayne, C. y Fitzpatrick, D. 1999. The effects of concentrate energy source on milk composition of lactating dairy cattle offered grass silages. *Proceedings of an Occasional Meeting on Milk Composition, British Society of Animal Science, Belfast*. p. 20.
- Kemp, P., Lander, D. J. 1984. Hydrogenation in vitro of α -linolenic acid to stearic acid by mixed cultures of pure strains of rumen bacteria. *Journal of General Microbiology*. 130:527-533.
- Kemp, P., Lander, D. J., Gunstone, F. D. 1984a. The hydrogenation of some cis- and trans-octadecenoic acids to stearic acid by a rumen *Fusocillus* sp. *British Journal of Nutrition*. 52:165-170.
- Laca, E. A., Lemaire, G. 2000. Measuring sward structure. In: *Field and laboratory methods for grassland and animal production research*, Mannetje L't, Jones RM (Eds.). CAB International. New York, USA. pp 103-122.
- Ledoux, M., Chardigny, L. M., Darbois, M., Soustre, Y., Sébédio, J. L., Laloux, L. 2005. Fatty acid composition of French butters, with a special emphasis on conjugated linoleic acid (CLA) isomers. *J. Food Comp. Anal.* 18:409-425.
- Lennarz, W. J. 1966. Lipid metabolism in the bacteria. *Adv. Lipid Res.* 4:175-225.
- Magariños, H. 2000. *Producción higiénica de la leche cruda. Producción y Servicios Incorporados S.A., Guatemala*, 96 pp.
- Mannetje, L. T., Jones, R. M. 2000. Grassland vegetation and its measurement. In: *field and laboratory methods for grassland and animal production research*, Mannetje L't d Jones RM (Eds.). CAB International. New York, USA. pp 1-13.
- Massart-Leñ, A. M., De Pooter, H., Decloedt, Schamp, M. N. 1981. Composition and variability of the branchedchain fatty acid fraction in the milk of goats and cows. *Lipids*. 16:286-292.
- McClaran, M. P. 1995. Desert grassland and desert. In: M. P. McClaran and T. R. van Devender (Eds.). *The Desert Grassland*. P. 1. The University of Arizona Press, Tucson, TX.
- McGuire, M. A., McGuire, M. K. 2000. Conjugated linoleic acid (CLA): A ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. *Journal of Animal Science*. 77:1-8.
- McPherson, A. 2000. Trace-mineral status of forages. In: *forage evaluation in ruminant nutrition*. D. I. Givens, E. Owen, R. F. E. Axford, H. M. Omed (Eds.) CAB International, London. pp. 345.

- Moate, P. J., Chalupa, W., Boston, R. C., Lean, I. J. 2007. Milk fatty acids. I. Variation in the concentration of individual fatty acids in bovine milk. *J Dairy Sci.* 90:4730-4739.
- Morand-Fehr, P. 2003. Dietary choice of goats at the trough. *Small Ruminant Research* 49:231-239.
- National Research Council (NRC). 2001. Nutrient requirements of dairy cattle, seventh revised Edition. National academy press. Washington, Estados Unidos de América. 381 p.
- Ortega-Pérez, R., Murillo-Amador, B., Espinoza-Villavicencio, J. L., Palacios-Espinosa, A., Carreón-Palau, L., Palacios-Mechetnov, E., Plascencia-Jorquera, A. 2010. Composición química y concentración de precursores de ácido ruménico y vaccénico en forrajes alternativos para la alimentación de rumiantes en ecosistemas áridos. *Trop Subtrop Agroeco.* 13:33-45.
- Palmquist, D.L., Beaulieu, A.D., Barbano, D.M. 1993. Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J Dairy Sci.* 76:1753-1771.
- Park, Y., Pariza, M. W. 2007. Mechanisms of body fat modulation by conjugated linoleic acid. *Food Res Int.* 40:311-23.
- Phillips, C. 2001. Principles of cattle production. CABI Publishing. Londres, Inglaterra. 288 p.
- Ramírez, R. G. 1999. Feed resources and feeding techniques of small ruminants under extensive management conditions. *Small Rumin. Res.* 34:215-230.
- Ramírez-Orduña, R., Ramírez, R. G., Gómez, M. M., Armenta-Quintana, J. A., Ramírez-Orduña, J. M., Cepeda-Palacios, R., Ávila-Sandoval, J. M. 2003. Seasonal dynamics of ruminal crude protein digestion of browse species from Baja California Sur, México. *Interciencia.* 28:408-414.
- Ramírez-Orduña, R., Ramírez, R. G., González-Rodríguez H, Haenlein W. 2005. Mineral content of browse species from Baja California Sur, Mexico. *Small Rumin. Res.* 57:1-10.
- Robinson, P. 2000. Manipulating Milk Protein Production and Level in Lactating Dairy Cows. *Advance in Dairy Technology.* Vol. 12.
- Slauson, L. A. 2002. Effects of fire on the reproductive biology of *Agave palmeri* (Agavaceae). *Madroño.* 49:1-11.
- SIAP. 2011. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>
- Silanikove, N., 2000. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Rumin. Res.* 35:181-193.

- Shinde, A. K., Sankhyan, S. K., Bhatta, R., Verma, D. L. 2000. Seasonal changes in nutrient intake and its utilization by range goats in a semi-arid region of India. *J. Agric. Sci.* 135:429-436.
- StatSoft Inc. 2001. *Statistica*. System reference. StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA. 1098 p.
- Sutton, J. 1989. Altering milk composition by feeding. *Journal of Dairy Science*. 75(10): 2801-2814.
- York, D. 1997. A fire ecology study of Sierra Nevada foothill basaltic mesa grassland. *Madroño*. 44:374-383.
- Wattiaux, M. A., Grummer, R. R. 2001. Metabolismo de lípidos en vacas lecheras. *Esenciales lecheras capítulo 4, nutrición y alimentación*. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Pp. 13-16.
- Wolf, R. L. 1995. Content and distribution of trans 18:1 acids in ruminant milk and meat fats. Their importance in European diets and their effect on human milk. *JAOCS*. 72:259-272.