



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DEL NOROESTE, S.C.

Programa de Estudios de Posgrado

ÍNDICE FORRAJERO, COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA Y PERFIL
DE ÁCIDOS GRASOS EN LA DIETA Y LECHE DE CABRAS EN
PASTOREO EN TRES TEMPORADAS DEL AÑO.

T E S I S

Que para obtener el grado de

Doctor en Ciencias

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

P r e s e n t a

Víctor Abrahán Salgado Beltrán

La Paz, Baja California Sur, marzo de 2022.

ACTA DE LIBERACIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 13:00 horas del día 24 del Mes de febrero de 2022, se procedió por los abajo firmantes, miembros de la Comisión Revisora de Tesis avalada por la Dirección de Estudios de Posgrado y Formación de Recursos Humanos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., a liberar la Tesis de Grado titulada:

"ÍNDICE FORRAJERO, COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA Y PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN LA DIETA Y LECHE DE CABRAS EN PASTOREO EN TRES TEMPORADAS DEL AÑO"

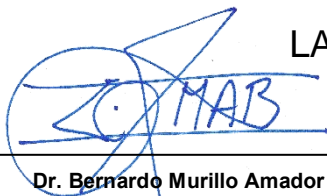
Presentada por el alumno:

Víctor Abrahán Salgado Beltrán

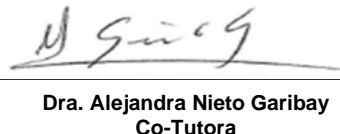
Aspirante al Grado de DOCTOR EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACIÓN EN **Agricultura Sustentable**

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

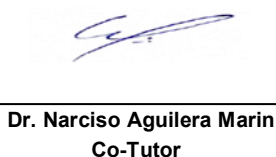
LA COMISIÓN REVISORA



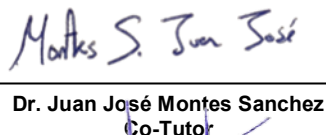
Dr. Bernardo Murillo Amador
Director de Tesis



Dra. Alejandra Nieto Garibay
Co-Tutora



Dr. Narciso Aguilera Marin
Co-Tutor



Dr. Juan José Montes Sanchez
Co-Tutor



Dr. Ricardo Ortega Pérez
Co-Tutor

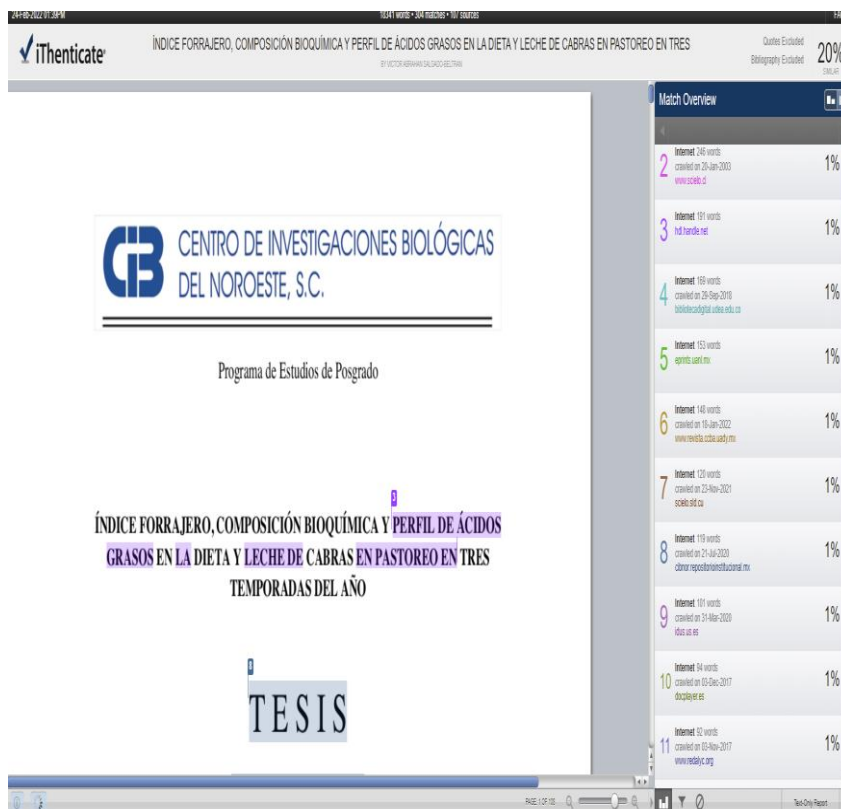


Dra. Gracia Alicia Gómez Anduro,
Directora de Estudios de Posgrado y
Formación de Recursos Humanos

La Paz, Baja California Sur, a 24 de febrero de 2022.

Los miembros del comité de tesis del (la) estudiante **VÍCTOR ABRAHÁN SALGADO BELTRÁN** del Programa de Doctorado en el Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales, revisamos el contenido de la tesis y otorgamos el Vo.Bo. dado que la tesis no representa un plagio de otro documento como lo muestra el reporte de similitud realizado:

- Herramienta antiplagio: iThenticate
 - Filtros utilizados: Citas y Bibliografía
 - Porcentajes de similitud: 20%
- Se muestra captura de pantalla

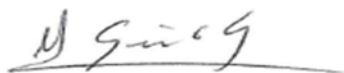


The screenshot shows the iThenticate interface with a 20% similarity score. The main text of the report reads: "ÍNDICE FORRAJERO, COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA Y PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN LA DIETA Y LECHE DE CABRAS EN PASTOREO EN TRES TEMPORADAS DEL AÑO". A "Match Overview" sidebar on the right lists 11 matches, each with a 1% similarity score. The matches include sources like "www.ncbi.nlm.nih.gov", "hdl.handle.net", "bibliotecadigital.uabae.edu.co", "aprimo.usant.mx", "www.researchgate.net", "sciendo.info", "obras-repositorio.institucional.mx", "idoc.ua.es", "docplayer.es", and "www.researchgate.net".

Firmas del comité



Dr. Bernardo Murillo Amador
Director de Tesis



Dra. Alejandra Nieto Garibay
Co-Tutora



Dr. Narciso Aguilera Marín
Co-Tutor



Dr. Ricardo Ortega Pérez
Co-Tutor



Dr. Juan José Montes Sanchez
Co-Tutor

Conformación de Comités

Comité Tutorial

Dr. Bernardo Murillo Amador
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
Director de Tesis

Dra. Alejandra Nieto Garibay
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
Co-Tutora

Dr. Narciso Aguilera Marín
Universidad de Concepción
Co-Tutor

Dr. Ricardo Ortega Pérez
Universidad Autónoma de Baja California Sur
Co-Tutor

Dr. Juan José Montes Sánchez
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
Co-Tutor

Comité Revisor de Tesis

Dr. Bernardo Murillo Amador
Dra. Alejandra Nieto Garibay
Dr. Narciso Aguilera Marín
Dr. Ricardo Ortega Pérez
Dr. Juan José Montes Sánchez

Jurado de Examen

Dr. Bernardo Murillo Amador
Dra. Alejandra Nieto Garibay
Dr. Narciso Aguilera Marín
Dr. Ricardo Ortega Pérez
Dr. Juan José Montes Sánchez

Suplentes

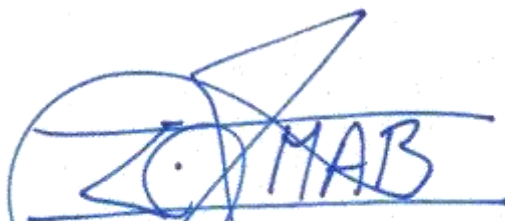
Dr. Héctor Cirilo Fraga Palomino
Dr. Andrés Orduño Cruz

Resumen

La producción de leche de cabra recientemente se ha incrementado; sin embargo, en el norte de México donde las cabras se adaptan a las condiciones climatológicas, se desconoce la calidad de su leche y especies que son consumidas por cabras en pastoreo en el área de estudio. El objetivo de esta investigación fue comparar la calidad de la leche de cabra durante tres temporadas del año y conocer las especies vegetales consumidas, así como su composición bioquímica y perfil de ácidos grasos. Se utilizaron cabras criollas en un sistema tradicional de pastoreo y cabras puras estabuladas. En el sistema de pastoreo extensivo se eligieron al azar cinco cabras de raza Criolla las cuales se alimentan de especies vegetales disponibles en la región, mientras que, en el sistema estabulado, se eligieron al azar cinco cabras de la raza Saanen y cinco de la raza Alpino-Francesa alimentadas a base de alfalfa y concentrado comercial (sorgo en grano, cascarilla de trigo, melaza, salvado de trigo y pasta de soya). Se calculó un Índice de Importancia Forrajera de acuerdo con el conocimiento de los rancheros sudcalifornianos, se midieron las variables contenido de grasa, sólidos no grasos, proteína, lactosa, sales, densidad, punto de congelación, conductividad y pH utilizando el dispositivo Lactoscan®, se obtuvieron los perfiles de ácidos grasos de la leche de cabra, así como de las principales especies vegetales consumidas. Respecto al Índice de Importancia Forrajera, las cinco especies con el mayor IIF son vinorama (*Acacia farnesiana*), palo zorrillo (*Cassia emarginata*), palo verde (*Cercidium floridum*), palo fierro (*Pithecollobium confine*) y palo eva (*Pithecellobium undulatum*), cuya característica particular es que todas pertenecen a la familia *Fabaceae*. Los resultados respecto a las temporadas del año en las tres razas muestreadas arrojan que el contenido de grasa, sólidos no grasos, proteína, lactosa y sales fueron estadísticamente superiores ($p \leq 0.05$) en las cabras cuya leche se muestreó en la temporada de lluvias, seguido por la leche muestreada en la temporada de sequía y transición. El perfil de ácidos grasos de la leche de cabras varío ($p \leq 0.05$) respecto la temporada del año, siendo sequía/lluvia donde se encontraron mayores valores. En cuanto al contenido de CLA se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) siendo mayor en las cabras en pastoreo.

Palabras clave: Leche, cabras, pastoreo, ácidos grasos, proteína.

ORCID: 0000-0001-5490-7503



Vo.Bo.

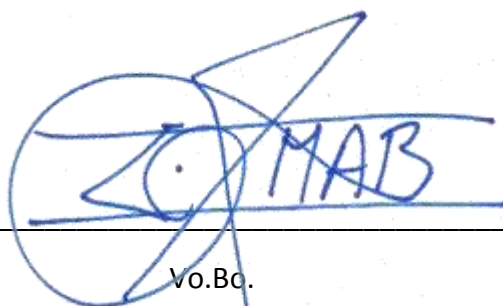
Dr. Bernardo Murillo Amador
Director de Tesis

Summary

Goat milk production has recently increased; however, in northern Mexico where goats are adapted to the climatic conditions, the quality of their milk and the species consumed by grazing goats in the study area are unknown. The objective of this research was to compare the quality of goat milk during three seasons of the year and to know the plant species consumed, as well as their biochemical composition and fatty acid profile. Creole goats in a traditional grazing system and pure goats in stalls were used. In the extensive grazing system, five creole goats were randomly selected to feed on plant species available in the region, while in the stall system, five Saanen and five Alpine-French goats were randomly selected to feed on alfalfa and commercial concentrates (grain sorghum, wheat hulls, molasses, wheat bran and soybean paste). A Forage Importance Index was calculated according to the knowledge of the Southern Californian farmers, the variables fat content, non-fat solids, protein, lactose, salts, density, freezing point, conductivity, and pH were measured using the Lactoscan® device, and the fatty acid profiles of the goat's milk were obtained, as well as the main plant species consumed. With respect to the Forage Importance Index, the five species with the highest IIF were vinorama (*Acacia farnesiana*), palo zorrillo (*Cassia emarginata*), palo verde (*Cercidium floridum*), palo fierro (*Pithecollobium confine*) and palo eva (*Pithecollobium undulatum*), whose particular characteristic is that they all belong to the Fabaceae family. The results with respect to the seasons of the year in the three breeds sampled show that fat, non-fat solids, protein, lactose, and salts contents were statistically higher ($p \leq 0.05$) in goats whose milk was sampled in the rainy season, followed by milk sampled in the dry and transition seasons. The fatty acid profile of goat milk varied ($p \leq 0.05$) with respect to the season of the year, being drought/rainy where higher values were found. As for CLA content, a significant difference was found ($p \leq 0.05$), being higher in goats under grazing.

Key words: Milk, goats, grazing, fatty acids, protein.

ORCID: 0000-0001-5490-7503



Vo.Bc.
Dr. Bernardo Murillo Amador
Director de Tesis

Dedicatoria

A mis Padres Elvira Beltrán Tamayo y Bruno Salgado Beltrán, por siempre apoyarme en todos los momentos de mi vida. Gracias por estar en los momentos difíciles, sobre todo en los de enfermedad, si logro esto, es gracias a Ustedes.

A mi querido tío Raúl Jerónimo Salgado Beltrán, por siempre estar orgulloso de mis estudios y darme ánimos.

Agradecimientos

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste por todo el apoyo brindado durante mis estudios de Doctorado. A la Dirección de Posgrado (Dra. Gracia Alicia Gómez Anduro, Lic. Osvelia Ibarra Morales, Lic. Leticia González Rubio Rivera, Tania Verónica Núñez Valdez y Lic. Horacio Sandoval Gómez) por el apoyo y orientación cada que lo necesité.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada 329528 de Doctorado y la beca para mi estancia de investigación en la Universidad de Concepción en Chile.

Al Dr. Bernardo Murillo Amador mi Director de Tesis. Gracias por siempre apoyarme y tenerme paciencia, que aún sin conocerlo antes me abrió las puertas de su oficina y estuvo al pendiente de mí siempre.

A mi Comité Tutorial, Dra. Alejandra Nieto Garibay, Dr. Ricardo Ortega Pérez, Dr. Juan José Montes Sánchez, por apoyarme cada que los necesité.

Al Dr. Narciso Aguilera Marín y la Dra. Luvia Guedes por recibirme con los brazos abiertos durante mi estancia en la Universidad de Concepción en Chile, gracias por abrirme las puertas de su Laboratorio, pero sobre todo por abrirme las puertas de su casa y hacerme sentir como en la mía. Al Dr. Luis Bustamante por su valioso apoyo y paciencia para ayudarme con mis muestras en su laboratorio en la Universidad de Concepción.

Al Dr. José Ángel Armenta Quintana de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, gracias por apoyarme y dejarme correr mis muestras en su Laboratorio.

Agradezco a todos los técnicos del CIBNOR que me apoyaron en los muestreos, M. en C. Álvaro González Michel, Pedro Luna García, Raymundo Ceceña Núñez y M. en C. Rigoberto López Amador.

Al M.V.Z. José Manuel Melero Astorga, por facilitarme las cabras estabuladas en su rancho y permitirme obtener las muestras de leche y forraje.

A todos mis maestros de todos los niveles, desde preescolar hasta doctorado, gracias por haber sido parte de mi formación académica.

Contenido

Resumen	i
Summary	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Contenido	v
Lista de figuras	vii
Lista de tablas	viii
Abreviaturas	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
2.1 Leche de cabra	3
2.2 Alimentación de cabras en pastoreo	4
2.3 Ácidos grasos	5
2.3.1 Digestión ruminal y sus implicaciones en el contenido lipídico de la leche	5
2.3.2 Origen del ácido linoleico conjugado en los rumiantes	7
2.3.3 Efecto del ácido linoleico conjugado en la salud humana	8
2.3.3.1 Efectos hipocolesterolémicos	8
2.3.3.2 Efectos en el sistema inmune	8
2.3.3.3 Efectos anti carcinogénicos	8
2.3.3.4 Efectos antioxidantes	9
2.3.3.5 Efectos sobre el peso corporal	9
3. JUSTIFICACIÓN	10
4. HIPÓTESIS	11
5. OBJETIVOS	12
5.1 Objetivo general	12
5.2 Objetivos particulares	12
6. MATERIAL Y MÉTODOS	13
6.1 Objetivo específico 1. Determinar mediante un índice de importancia forrajera, el uso y valor alimenticio de las plantas silvestres que consumen las cabras en un sitio de la zona de amortiguamiento Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna, Baja California Sur	13
6.1.1 Área de estudio	13
6.1.2 Índice de importancia forrajera	14
6.1.3 Diseño del índice de importancia forrajera	17
6.1.4 Análisis estadísticos	19
6.2 Objetivo específico 2. Evaluar en tres temporadas del año (seco, lluvia y transición), la composición bioquímica, minerales y ácidos grasos insaturados de los tejidos vegetales consumidos por las cabras y el balance de sus requerimientos nutricionales en hembras lactando en el sitio de estudio	20
6.2.1 Obtención de muestras	20
6.2.2 Composición bioquímica	21
6.2.3 Composición mineral	22
6.2.4 Ácidos grasos de muestras vegetales	22

6.3 Objetivo específico 3. Determinar la calidad de la leche y la concentración de ácidos grasos insaturados en leche de cabras en pastoreo extensivo en el sitio de estudio	22
6.3.1 Muestras de leche.....	22
6.3.2 Calidad de la leche	23
6.3.3 Ácidos grasos de muestras de leche.....	24
7. RESULTADOS	25
7.1 Determinar mediante un índice de importancia forrajera, el uso y valor alimenticio de las plantas silvestres que consumen las cabras en un sitio de la zona de amortiguamiento Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna, Baja California Sur	25
7.1.1 Datos socioeconómicos	25
7.1.1.1 Características socioeconómicas de los entrevistados.....	25
7.2 Índice de importancia forrajera.....	26
7.2.1 Subíndices	27
7.3 Evaluar en tres temporadas del año (seco, lluvia y transición), la composición bioquímica, minerales y ácidos grasos insaturados de los tejidos vegetales consumidos por las cabras y el balance de sus requerimientos nutricionales en hembras lactando en el sitio de estudio.....	30
7.3.1 Análisis bromatológicos y minerales de especies vegetales consumidas por las cabras.....	30
7.4 Calidad de la leche	32
7.4.1 Efecto de temporadas del año en la calidad de la leche de cabras.....	32
7.4.2 Efecto de razas (anidado en temporadas del año) en la calidad de la leche de cabras.....	32
7.5 Determinar la calidad de la leche y la concentración de ácidos grasos insaturados en leche de cabras en pastoreo extensivo en el sitio de estudio	35
7.6 Perfil de ácidos grasos de especies vegetales consumidas por cabras en un sistema en pastoreo y en la dieta de animales estabulados	35
8. DISCUSIÓN	37
8.1 Índice de importancia Forrajera	37
8.2 Análisis bromatológicos y minerales de especies vegetales consumidas por las cabras.....	39
8.3 Calidad de la leche de cabra	39
8.3.1 Efecto de temporadas del año en la calidad de la leche de cabras.....	39
8.3.2 Efecto de razas (anidado en temporadas del año) en la calidad de la leche de cabras.....	40
8.4 Perfil de ácidos grasos en la leche de cabras criollas en pastoreo en tres temporadas del año	41
9. CONCLUSIONES	43
10. LITERATURA CITADA	45
11. ANEXOS	53
Anexo A.-Artículo publicado: Especies consumidas por cabras en la Sierra La Laguna, Baja California Sur	53
Anexo B.-Artículo aceptado con correcciones: Comparing milk quality in three seasons: Creole grazing goats versus stabled Saanen and French-Alpine goats.....	68
Anexo C.-Artículo para someter: Composición bioquímica y mineral de especies vegetales consumidas por cabras en pastoreo en tres temporadas del año	85

Lista de figuras

Figura 1. Localización de las rancherías donde se aplicaron las encuestas con caprinocultores..	13
Figura 2. Cuestionario diseñado para determinar el índice de importancia forrajera.....	16
Figura 3. Muestras vegetales consumidas por las cabras.....	21
Figura 4. Temperaturas promedio y precipitaciones en el área de estudio.....	23

Lista de tablas

Tabla 1. Categorización y valores asignados a cada respuesta por cada subíndice.	19
Tabla 2. Índice de Importancia Forrajera, índices utilizados para calcularlo y nombres de especies vegetales que consumen los caprinos en una zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur.	29
Tabla 3. Composición bioquímica de las especies vegetales consumidas por temporada.	30
Tabla 4. Composición mineral de las especies vegetales consumidas por las cabras en cada temporada del año.	30
Tabla 5. Composición bioquímica por especie consumida por las cabras en pastoreo.	31
Tabla 6. Contenido mineral de especies vegetales consumidas por cabras en pastoreo.	32
Tabla 7. Efecto de temporadas del año en la calidad de la leche de cabras criollas en un sistema tradicional de pastoreo extensivo y dos razas de cabras puras, Saanen y Alpino-Francesa en un sistema estabulado.	34
Tabla 8. Efecto de razas (cabras criollas en un sistema tradicional de pastoreo extensivo y cabras puras, Saanen y Alpino-Francesa en un sistema estabulado) considerando las temporadas del año.	34
Tabla 9. Perfil de ácidos grasos de leche de cabra por temporada del año expresado en porcentaje.	36
Tabla 10. Perfil de ácidos grasos de leche de cabra por sistema de producción expresado en porcentaje.	36
Tabla 11. Perfil de ácidos grasos de especies vegetales consumidas por cabras en tres temporadas del año expresado en porcentaje.	36
Tabla 12. Perfil de ácidos grasos de especies vegetales consumidas por cabras en dos sistemas de producción expresado en porcentaje.	36

Abreviaturas

AGCL: Ácidos grasos de cadena corta

AGS: Ácidos grasos

ATV: Acido transvacenico

BF3: Trifloruro de boro

CA: Categoría alimentaria

CLA: Ácido linoleico conjugado

ICC: Índice de condiciones climatológicas

IEC: Índice de época de consumo

IFU: Índice de frecuencia de uso

IIF: Índice de importancia forrajera

IM: Índice de mención

IOC: Índice de órganos comestibles

IP: Índice de preferencia

IPA: Índice de percepción de abundancia

MEOH: Metanol

NaCl: Cloruro de sodio

NaOH: Hidróxido de sodio

1. INTRODUCCIÓN

Las cabras (*Capra hircus*) son de las primeras especies ganaderas que se domesticaron aproximadamente hace 10,000 años y constituyen parte del progreso histórico de la civilización humana. Una variedad de factores, naturales y artificiales (cambios ambientales, migración humana e influencia socio económica) han dado lugar a la diversidad fenotípica de las cabras (FAO, 2013). Existen más de 300 razas que agrupan 1400 millones de individuos en el mundo (Zhang *et al.*, 2011). Están distribuidas en diferentes áreas ecológicas, mayormente concentradas en zonas de los trópicos, regiones secas y países en desarrollo. La especie se ha utilizado para para la obtención de leche, carne, lana y piel principalmente.

López *et al.* (2011) comentan sobre los sistemas de producción campesina y en especial de caprinos, que existe una ausencia para dar un valor agregado a los productos que producen. En lugar de contar un número pequeño de animales, pero de alta producción, prefieren tener un número mayor de animales de los cuales se desconoce su producción. En ambos casos se requiere tener acceso al uso de tecnologías, así como al mercado donde se comercializan sus productos.

En México, estas especies se explotan en sistemas de producción ganaderos tradicionales, donde la ganadería extensiva ocupa una superficie de 4.7 millones de hectáreas, con un número considerable de familias que se dedican a esta actividad, representada por más de 261,100 productores y un valor total del inventario ganadero en 2,211 millones de pesos (INEGI, 2017). En Baja California Sur, la población total de caprinos es de 120,177 cabezas, de las cuales, el 86 % está concentrada en los municipios de Comondú, La Paz y Mulegé, principalmente, siendo el municipio de Comondú con la cantidad mayor de animales que representa el 36 % del total de cabezas reportadas (SIAP, 2017).

Los elementos que componen la leche determinan su valor nutricional, sus propiedades y su valor como materia prima para obtener productos y subproductos derivados de la leche. La leche de cabra tiene diversos efectos nutricionales; a través de los efectos positivos en la salud humana desde el comienzo de la civilización (Flores Córdova *et al.*, 2009).

La calidad de la leche de cabra no solo depende de la raza, sino que también es influenciada por el tipo de alimento que ingieren los animales; cantidad de fibra, nivel de proteína, adicción de suplementos y la relación concentrado-forraje (Bedolla, 2012).

En el agostadero árido y semi árido las características fisicoquímicas del suelo y variables climáticas se interrelacionan (Fernández-Illescas y Rodríguez-Iturbe, 2004; Snyder y Tartowski, 2006; Debra *et al.*, 2009), estableciendo el tipo y concentración química de la vegetación, que a su vez influyen en los nutrimentos disponibles de la dieta seleccionada por los caprinos en pastoreo (Skarpe *et al.*, 2007; Yayneshet *et al.*, 2008). Lo anterior se manifiesta en la producción y composición de la leche de cabra, condicionando una variabilidad dentro de un mismo año y entre épocas climáticas (Mellado *et al.*, 2006; Richardson y Hahn, 2007; Guevara *et al.*, 2009).

El objetivo de esta investigación fue evaluar la composición bioquímica y perfil de ácidos grasos en la dieta y leche de cabras en pastoreo, en tres temporadas del año.

2. ANTECEDENTES

2.1 Leche de cabra

La leche es el líquido que segregan las hembras, cuyas características son; color blanco cremoso, de consistencia líquida, de olor y sabor característicos. Es alta en nutrientes y de fácil contaminación si no se maneja de una correcta manera. Los efectos que influyen para que varíe la composición de la leche de cabra son la raza, condiciones climatológicas, ubicación geográfica, estado de salud del animal, tiempo de lactancia (Park *et al.*, 2007).

La leche de cabra está constituida por proteínas, grasas, carbohidratos, sales y otros ingredientes. Los elementos que conforman la leche de cabra determinan su calidad nutricional y su valor como materia prima para la elaboración productos alimenticios. En esto influyen varios factores como la raza, la duración de la lactancia tiempo, número de partos, estación del año, clima y alimentación. Es una suspensión de material proteico del suero que consiste en una solución que contiene principalmente lactosa y sales minerales (Ortega *et al.*, 2011).

La leche de cabra es una gran alternativa para el consumo humano, ya que es similar. El sabor de esta leche es similar a la leche de vaca, los valores de hierro, proteína, grasas, vitamina C y D son iguales; presenta un alto contenido de calcio, potasio, manganeso y fósforo, así como de vitaminas A y B. La leche es indicada para personas con problemas intestinales. La comunidad médica internacional valora la leche de cabra ya que este logra revertir problemas alérgicos en niños, siendo un 7% de la población mundial (Fuenmayor, 2012).

La leche ha sido importante en la nutrición durante siglos, principalmente debido a su valor nutricional alto determinado por su composición química variada. Se utiliza en la nutrición infantil pero también es popular entre los consumidores adultos, es una buena fuente de proteína de calidad alta, grasa fácilmente digerible, lactosa, minerales (calcio), vitaminas y otros compuestos bioactivos (Kiczorowska *et al.*, 2017).

Es un alimento funcional y se utiliza como materia prima para la elaboración de quesos finos. La funcionalidad de la leche se debe a la mejor digestibilidad de la grasa contenida en la misma, así como la concentración menor de proteínas alergénicas, por lo tanto, el potencial alergénico se reduce comparándola con la leche de vaca (Gomes *et al.*, 2015).

2.2 Alimentación de cabras en pastoreo

En los ecosistemas áridos del mundo, los arbustos generalmente proporcionan una amplia variedad de recursos disponibles. Entre ellos, el uso de biomasa alimenticia es de vital importancia para la producción animal (Domínguez *et al.*, 2003).

La nutrición adecuada de las cabras en crecimiento es esencial para asegurar la productividad futura de los rebaños de cabras lecheras. El déficit o exceso de nutrientes durante el crecimiento tiene un efecto negativo en las características productivas de las hembras en la madurez (Owens *et al.*, 1993). Se sabe que las cabras de pastoreo utilizan una variedad de ramoneo y especies herbáceas, son capaces de seleccionar dietas con calidad nutricional alta (Ramírez *et al.*, 1993).

Los patrones de alimentación de las cabras en pastoreo muestran una selección que muestra la disponibilidad estacional y palatabilidad relativa, pero el mecanismo por el cual las cabras monitorean los cambios en el contenido nutricional de los forrajes y ajustan su valor en diferentes estados fenológicos requiere más investigación. Además, no está claro cuales características físicas específicas y compuestos químicos son utilizados por las cabras para asociar las propiedades sensoriales de los piensos con valor nutritivo. A pesar de esto, es difícil con animales en pastoreo determinar todas las variables que influyen en la elección de alimentos (Mellado, 2016).

El consumo total de materia seca de una cabra se encuentra entre los límites físicos y fisiológicos dictados por la capacidad del tracto gastrointestinal y los requerimientos energéticos diarios. Los efectos de llenado digestivo pueden estar asociados con los carbohidratos estructurales en la dieta y la saciedad metabólica esta con los niveles de energía de la dieta. El consumo mínimo de forraje requerido para mantener la salud del rumen es bajo, pero el consumo máximo de alimento puede estar determinado por el nivel de fibra detergente neutro en la dieta (Martínez *et al.*, 2012).

Las investigaciones sobre forrajes se han centrado en la evaluación de proteínas y energía, y sólo unas pocas evaluaciones cuantitativas se han hecho acerca de la contribución mineral a los animales de producción. Las concentraciones de minerales en las plantas ramoneadoras se ven afectadas por las condiciones climáticas (Ramírez *et al.*, 2005).

2.3 Ácidos grasos

Los ácidos grasos son componentes esenciales de la dieta de los humanos y son importantes en su metabolismo y crecimiento (Talpur, 2007). Actualmente, se reconoce que la dieta de los rumiantes influye directamente en la presencia y concentración de ácidos grasos (AG's) de la leche (Sanz *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2009; Nelson y Martini, 2009; Savoini *et al.*, 2010). También la diversidad y concentración de AG's insaturados presentes en la leche están condicionados a la biohidrogenación ruminal de los AG's de la dieta y a los AG's sintetizados de novo por la glándula mamaria (Palmquist, 2006). En los caprinos, estos últimos incluso pueden variar por el tipo y nivel de grasa o aceite de la dieta consumida (Kitessa *et al.*, 2001). Algunos ácidos grasos son más prevalentes en especies específicas de rumiantes, tal es el caso del ácido caprioico (6:0), ácido caprílico (8:0) y ácido cáprico (10:0) cuyos nombres derivan de la palabra en latín "caper", que significa cabra, debido a su olor característico y se encuentran en mayores proporciones en leche de cabra (Vieitez *et al.*, 2017).

Actualmente, el concepto moderno del estudio de los ácidos grasos insaturados en rumiantes se orienta principalmente hacia la lipogénesis y metabolismo de estos ácidos, a factores hereditarios que determinan la síntesis de novo en la glándula mamaria y a los factores nutricionales que influyen en la transferencia de ácidos grasos de la dieta sobre la composición y concentración de ácidos grasos en leche y carne (Palmquist, 2006; Woodsa y Fearonb. 2009).

2.3.1 Digestión ruminal y sus implicaciones en el contenido lipídico de la leche

La digestión de los lípidos en los rumiantes difiere con los monogástricos, esto debido a la microbiota ruminal que genera cambios en los nutrientes de la dieta, ya sea lípidos y sustratos lipogénicos. Las bacterias del rumen son las principales responsables de la biohidrogenación ruminal, proceso de conversión de los ácidos grasos insaturados de la dieta (ácidos oleico – C18:1 cis-9-, linoleico –C18:2 cis-9,cis12- y α - linolénico –C18:3 cis-9,cis-12,cis-15-) se transforman en ácido esteárico (C18:0) por hidrogenación del doble enlace (Or-Rashid *et al.*, 2009). La ruta bioquímica de la biohidrogenación se define para cada ácido graso insaturado, pero comparte a C18:1 trans-11 como principal producto de preformación de C18:0 (Bodas *et al.*, 2010). El proceso de biohidrogenación no es completamente eficiente y se producen ácidos grasos mono y poliinsaturados (isómeros geométricos y posicionales, cis y trans, del ácido oleico, linoleico y α -linolénico) en los diferentes pasos de cada una de las vías. La presencia de

estos ácidos grasos en la grasa de la leche está asociada con los ácidos grasos insaturados ingeridos en la dieta animal (Martínez Marín *et al.*, 2015).

Los microorganismos del rumen sintetizan ácidos grasos de cadena media y larga, especialmente cadenas ramificadas (iso y anteiso) y carbonos impares, a partir de los ácidos grasos volátiles producidos durante la fermentación de los carbohidratos y los aminoácidos en el alimento ingerido (Fievez *et al.*, 2012). Los ácidos grasos impares lineales (ej. C13:0, C15:0, C17:0) se sintetizan de novo, utilizando ácido propiónico como sustrato. C15:0 y C17:0 también pueden derivarse por la α -oxidación bacteriana de C16:0 y C18:0, respectivamente. Los ácidos grasos ramificados iso de cadena par son sintetizados a partir del ácido isobutírico, mientras que los iso y anteiso de cadena impar son producidos cuando los sustratos empleados son los ácidos isovalérico y 2-metil-butírico, respectivamente (Vlaeminck *et al.*, 2006). Los bajos puntos de fusión de los ácidos grasos impares y ramificados significan que se integran preferentemente en la membrana celular microbiana para mantener la fluidez (Or-Rashid *et al.*, 2007) y sus respectivas proporciones en los lípidos microbianos que llegan al intestino delgado, pueden considerarse un reflejo de las poblaciones microbianas del rumen (Vlaeminck *et al.*, 2006).

Después de ser absorbidos en el intestino delgado, la mayoría de los ácidos grasos se incorporan sin cambios a la grasa de la leche, pero ocurre Δ -9 desaturación de ácidos grasos impares de cadena lineal y el alargamiento de los ácidos grasos impares lineales y ramificados (Fievez *et al.*, 2012), así como Δ -9 desaturación de ácidos grasos trans monoinsaturados, especialmente C18:1 trans-11 (Grinari *et al.*, 2000; Bernard *et al.*, 2010; Bichi *et al.*, 2012).

El aporte del consumo de la grasa láctea a la dieta humana ha desarrollado un interés en años recientes porque en diversos estudios *in vitro*, *in vivo* y con modelos animales señalan pueden tener efectos benéficos a la salud humana. (Shingfield *et al.*, 2008). Al ácido vaccénico (C18:1trans-11), además de ser precursor del ácido ruménico (C18:2 cis-9,trans-11), se le atribuyen efectos benéficos sobre contraer enfermedades cardiovasculares (Field *et al.*, 2009). Algunos ácidos grasos tienen diversos efectos benéficos, incluyendo regulación de la acumulación de grasa corporal, protección frente a aterosclerosis y efectos anti carcinogénicos (Parodi, 2006).

2.3.2 Origen del ácido linoleico conjugado en los rumiantes

Se dice que el ácido linoleico conjugado C18:2 cis9-trans11 (ALC c9t11), el ácido transvaccénico (ATV) y algunos ácidos grasos de cadena larga (AGCL) n-3 de la leche de rumiantes, tienen efectos beneficiosos para la salud humana. Así, ALC y ATV, son resultado del consumo de ácidos grasos (AG) insaturados y de la extensión de la biohidrogenación ruminal, mientras que (AGCL) n-3 se toman de la dieta y de evitar a la biohidrogenación. La cantidad que presenta la leche de cabra se debe a la composición de la dieta de los animales (Palmquist, 2007).

El contenido de ALC c9t11 en la leche, es superior en animales que consumen dietas altas en forraje, dependiendo de la variedad de alimento suministrado, obteniendo más en animales en pastoreo que animales estabulados (Mohammed et al., 2006). Los efectos de las especies vegetales consumidas sobre los niveles de ALC c9t11 en leche, podría explicarse por el consumo de ácido linolénico ingerido en la dieta, su posterior transformación en ATV (C18:1 trans11) como resultado de la biohidrogenación a nivel de rumen y la siguiente conversión a ALC c9t11, por actividad de la enzima mamaria delta-9 desaturasa (Lourenco et al., 2010).

Se estima que más del 74 % de ALC c9t11 en la grasa de la leche es sintetizado a través de la actividad de la enzima delta-9 desaturasa (Bichi et al., 2012); por lo tanto, para aumentar el nivel de ALC en la leche es necesario incrementar el flujo de ATV desde el rumen.

Debido a que el ALC debido a que el ácido linoleico conjugado se encuentra en una cantidad muy baja en el alimento que ingieren los animales, significa que ellos son los que cambian el ácido linoleico en alguno de los isómeros del ALC. Este mecanismo ocurre en el rumen, en la biohidrogenación del ácido linoleico. Dentro de la rica y diversa flora microbiana del rumen, es la bacteria identificada como *Butyrivibrio fibrisolvens*, quien, al transformar al ácido linoleico a ácido graso monoinsaturado, genera como intermediario del proceso a los diferentes isómeros del ALC (Kim et al., 2000). Debido a su origen en el rumen al ALC se le nombra ácido ruménico (Kramer et al., 1998). El ácido vaccénico (18:1, 11t) es generado por la hidrogenación del ácido linoleico en el rumen. Este ácido graso puede ser desaturado en el carbono 9 por las enzimas desaturasas intestinales y/o hepáticas de los rumiantes, transformándose en ALC (forma 9c-11t). Esto explica porque los mamíferos no rumiantes contienen ALC (Yurawecz et al., 1998). El

consumo de carne y leche de rumiantes que contienen ácido vaccénico, será transformado a ALC por el organismo, amentando el aporte de ALC.

En los tejidos animales, el ALC se distribuye en los fosfolípidos, especialmente en la fosfatidiletanolamina y de alguna manera participa en la determinación de las propiedades químicas y biológicas de las membranas celulares (fluidez, permeabilidad, transmisión de señales, entre otros) (Sébédio *et al.*, 1998). Cuando el nivel de ácido linoleico es elevado, sobre el 5% del aporte graso, se pudiera encontrar ALC en el hígado, pulmones, músculos y grasa. En humanos se han encontrado presencia de ALC en leche o plasma sanguíneo. En la leche, el isómero con mayor nivel es el 9c-11t, cuyos valores fluctúan entre 0.15-0.22 %. Se ha encontrado el isómero 7t-9c en la leche humana, en el suero sanguíneo humano el isómero 9c-11t llega a constituir hasta entre 0.4-0.5 % del total de los lípidos circulantes. Los niveles de ALC en los humanos son muy variables, ya que depende el tipo de dieta que lleven las personas y del tipo de dieta que haya llevado los animales (Kramer *et al.*, 1998).

2.3.3 Efecto del ácido linoleico conjugado en la salud humana

2.3.3.1 Efectos hipocolesterolémicos

El ACL demostró en algunos estudios su efecto para disminuir valores de colesterol en el plasma sanguíneo, muy similar a los resultados con omega -3, aunque el ALC no pertenece a esta serie de ácidos grasos. La información recopilada sugiere que el ALC disminuiría la capacidad antioxidante del plasma, esta es una actividad que puede estar relacionada de alguna manera con el efecto anti-aterogénicos. Se han realizado estudios en conejos, demostraron que la adición de ALC disminuyó el colesterol en el plasma sanguíneo (Field *et al.*, 2009).

2.3.3.2 Efectos en el sistema inmune

Los efectos del ALC sobre el sistema inmunitario son principalmente la estimulación que ejerce en la síntesis de IgA, IgG, IgM y una reducción significativa de los niveles de IgE, esto atribuye efectos benéficos en alergias alimentarias (Jaudszus *et al.*, 2016).

2.3.3.3 Efectos anti carcinogénicos

Los efectos anticarcinogénicos del ALC probablemente estén mejor documentados y, a diferencia de estudios anteriores, están respaldados por estudios realizados en humanos. De los diversos tipos de cáncer para los que se han estudiado los efectos de ALC, sus acciones sobre el cáncer de mama parecen ser de suma importancia. El ALC es más efectivo para prevenir este

tipo de cáncer que el ácido oleico, linoleico y que los ácidos grasos omega-3 eicosapentaenoico y docosahexaenoico. El efecto profiláctico parece depender de la dosis, que se ha estudiado en rangos de aporte de ALC desde un 0.05 hasta un 2 %. El ALC tiene efecto benéfico ya que inhibió la presencia de cáncer de piel en ratas (Arab *et al.*, 2016).

2.3.3.4 Efectos antioxidantes

De los efectos benéficos del ALC, los antioxidantes son la menos clara ya que esta depende del modelo de estudio. Diversos estudios demostraron que el ALC tiene facultad para atrapar radicales libres, a lo que se atribuye a un efecto antioxidante (Yu, 2001).

2.3.3.5 Efectos sobre el peso corporal

La disminución de peso corporal será el efecto que tendría un impacto nutricional mayor dentro de los beneficios del ACL. Sin embargo, no existe sustento científico sólido de estos efectos. Estudios en ratas demostraron que la administración en la dieta de ALC sugeriría una disminución del tejido adiposo en los animales. Esto debido a que el ALC produciría la activación de la lipólisis, probablemente por una activación de la beta oxidación mitocondrial (Kim *et al.*, 2016).

3. JUSTIFICACIÓN

La caprinocultura representa una opción viable sobre todo en las regiones áridas y semi áridas del mundo, debido a la gran adaptabilidad de las cabras a estos ecosistemas. Sin embargo, se desconocen los valores de su producción en cuanto a calidad de leche y especies vegetales que consumen en pastoreo y su aporte nutricional.

4. HIPÓTESIS

La composición química de la vegetación que compone la dieta de las cabras cambia de manera estacional, por lo que se espera que la composición bioquímica, el tipo y concentración de ácidos grasos insaturados difiera estacionalmente en la leche de cabra.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Determinar la relación de la composición bioquímica y concentración de ácidos grasos insaturados en la dieta y leche de cabras criollas en pastoreo extensivo en tres temporadas del año.

5.2 Objetivos particulares

1. Determinar mediante un índice de importancia forrajera, el uso y valor alimenticio de las plantas silvestres que consumen las cabras en un sitio de la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna, Baja California Sur.
2. Evaluar en tres temporadas del año (seco, lluvia y transición), la composición bioquímica, minerales y ácidos grasos insaturados de los tejidos vegetales consumidos por las cabras y el balance de sus requerimientos nutricionales en hembras lactando en el sitio de estudio.
3. Determinar la calidad de la leche y concentración de ácidos grasos insaturados en leche de cabras en pastoreo extensivo en tres temporadas del año (seco, lluvia y transición) en el sitio de estudio.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 Objetivo específico 1. Determinar mediante un índice de importancia forrajera, el uso y valor alimenticio de las plantas silvestres que consumen las cabras en un sitio de la zona de amortiguamiento Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur

6.1.1 Área de estudio

Se realizaron encuestas a caprinocultores cuya explotación caprina se realiza en pastoreo extensivo dentro del área de estudio (Fig. 1), en el sur de la Delegación de Todos Santos en el Municipio de La Paz en Baja California Sur. Las rancherías donde se aplicaron las encuestas a sus pobladores fueron Los Sanjuanes, El Mezquitillo, San Miguel, El Refugio, San Andrés, El Tunal, El Aguaje, El Palmar de los Pérez, San Rafael, El Aguajito, Remudadero, Santa Cecilia y El Rinconcito. Se cuenta con vegetación predominante de selva baja caducifolia, caracterizada por la presencia de tepeguaje (*Lysiloma microphylla*), lomboy (*Jatropha cinérea*), palo colorado (*Colubrina viridis*), palo blanco (*Lysiloma candidum*), uña de gato (*Mimosa distachya*), pino amarillo (*Chloroleucon mangense*), copal (*Bursera epinnata*), palo adán (*Fouquieria diguetii*), palo de arco (*Tecoma stans*), lomboy colorado (*Jatropha vernicosa*) (León et al., 2012).

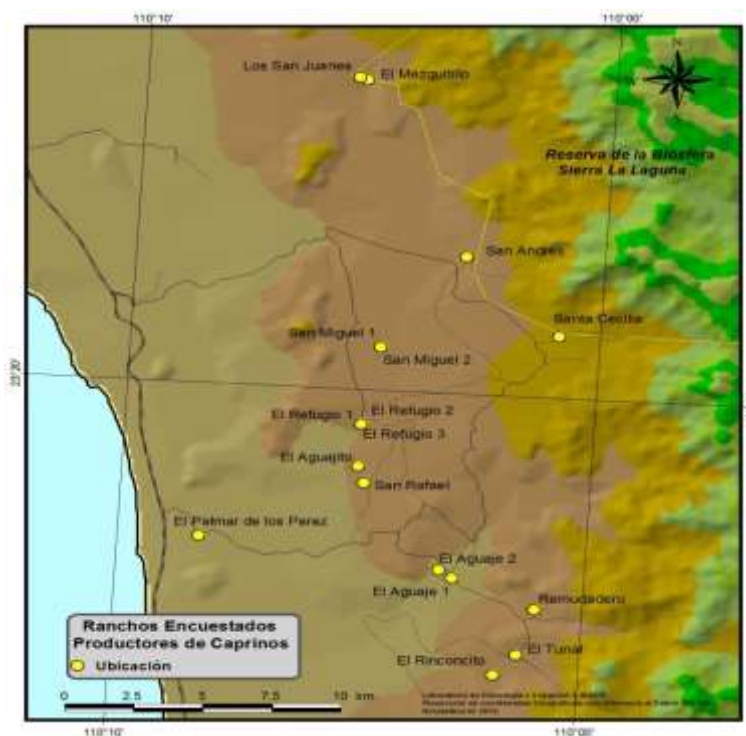


Figura 1. Localización de las rancherías donde se aplicaron las encuestas con caprinocultores.

El trabajo de campo (censo) se realizó en el periodo de abril a mayo de 2018, visitando todas las rancherías aledañas al área de estudio principal de esta investigación. El criterio de inclusión fue personas mayores de 18 años, hombres o mujeres y no más de dos participantes por unidad familiar.

6.1.2 Índice de importancia forrajera

Se realizaron 17 encuestas, utilizando para ello un cuestionario que se desarrolló previamente titulado “Diagnostico de la alimentación del ganado caprino asociado a la vegetación de la reserva Biosfera Sierra la Laguna, Baja California Sur” (Fig. 2) que incluyó información de los encuestados como sexo, edad, escolaridad, características socioeconómicas, entre otras. Las encuestas se realizaron mediante entrevistas semiestructuradas basadas en las siguientes preguntas generales, que permitieron calcular el índice de importancia forrajera basado en el conocimiento de los encuestados respecto a las especies silvestres consumidas por el ganado caprino:

1. Mencione los nombres comunes de las plantas silvestres que consumen las cabras en su predio o rancho y ¿cuántas de estas plantas se pueden encontrar (abundancia) en su rancho.
2. De las especies que mencionó, ¿con qué frecuencia las consumen las cabras.
3. De las plantas silvestres que mencionó, ¿cuáles son las partes (hojas, tallos, flores, frutos, semillas, vainas, etc.) que consumen las cabras.
4. De las plantas silvestres que mencionó que consumen las cabras, ¿cuáles son las tres preferidas de estos animales. Los participantes pueden citar más de una especie en cada lugar de preferencia, por ejemplo, dos plantas como de mayor preferencia, una como segunda, una como tercera preferencia.
5. De las plantas silvestres que mencionó que consumen las cabras, ¿en qué época las consumen?
6. De las plantas silvestres que mencionó que consumen las cabras, ¿cómo es la categoría alimentaria?, considerando cuatro niveles dependiendo de la forma de consumo de la especie, pueden ser: alimento base, complemento, como alimento sustituto, alimento menor, es decir, que las consumen, pero el entrevistado piensa que la planta no le aporta nutrimentos y tal vez ni les quita el hambre a las cabras.
7. De las plantas silvestres que mencionó que consumen las cabras, ¿difiere la calidad de la leche, queso y carne, al consumir una y otra especie?, es decir, que ha observado el entrevistado.

8. De las plantas silvestres que mencionó que consumen las cabras, ¿cuáles son las condiciones climáticas del rancho cuando las consumen?
9. De las plantas silvestres que mencionó que consumen las cabras, ¿de alguna manera el entrevistado o alguien les ha proporcionado manejo en menor o mayor grado a estas especies?

6.1.3 Diseño del índice de importancia forrajera

El estudio para calcular el índice de importancia forrajera se desarrolló mediante modificaciones a las metodologías propuestas por Smith (1993), Pieroni (2001), Alonso-Aguilar *et al.* (2014), Kujawska y Łuczaj (2015) y Pio-León *et al.* (2017).

El Índice de Importancia Forrajera (IAF) incluyó sub-índices y se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$IIF = IPA + IFU + IOC + IP + CA + ICC \quad (1)$$

IPA= Índice de Percepción de Abundancia. Se refiere a la percepción que tiene el entrevistado respecto a la abundancia (ninguna o no contestó, rara, media, abundante, muy abundante) de la especie que consume el ganado caprino en el agostadero.

IFU= Índice de Frecuencia de Uso. Se refiere a la frecuencia en que el ganado caprino consume la planta o especie del agostadero.

IOC= Índice de Órganos de Consumo. Se refiere a la parte u órgano específico que consume el ganado caprino (hojas, tallos, flores, frutos, semillas/vainas).

IP= Índice de Preferencia. Para obtener el Índice de Preferencia, se utilizó la ecuación $IP = [(p1/t)/1] + [(p2/t)/2] + [(p3/t)/3]$, donde para cada especie, $p1$, $p2$ y $p3$ son el número de veces que fue mencionada como la de mayor, segunda y tercera en preferencia, respectivamente; t es el número total de entrevistados. Los participantes pueden citar más de una especie en cada lugar de preferencia; por ejemplo, dos plantas como de mayor preferencia, una como segunda y tres como tercera preferencia.

IEC= Índice de Época de Consumo. Se refiere a la época del año (primavera, verano, otoño, invierno) en que las plantas son consumidas por los caprinos.

CA= Categoría Alimentaria. La Categoría Alimentaria consideró cuatro niveles dependiendo de la forma de consumo del alimento: alimento base (10), complemento (6.67), alimento sustituto (3.33) y alimento menor (0.1) es decir, que las consumen, pero el entrevistado piensa que la planta no le aporta nutrimentos y tal vez ni les quita el hambre a las cabras.

ICC= Índice de Condiciones Climatológicas. Se refiere a las condiciones actuales que imperan en el agostadero (sin lluvias, con lluvia, en transición) al momento que el ganado caprino consume la planta.

IM= Índice de Mención. Se refiere al número de veces que se menciona, cuyo valor se divide entre el número de personas encuestadas que las mencionaron y se multiplica por diez. Este índice se utilizó para amplificar las respuestas y estimar el índice de importancia forrajera ponderado en toda la muestra, mediante la ecuación siguiente:

$$\text{IIFP} = \text{IPA} + \text{IFU} + \text{IOC} + \text{IP} + \text{CA} + \text{ICC} \times \text{IM} \quad (2)$$

En la Tabla 1 se presenta la categorización y valores asignados a cada respuesta por cada subíndice. Las preguntas 7 y 9 de la encuesta, implicaba calcular un índice de calidad de la leche de las cabras, así como un índice de manejo; sin embargo, las personas encuestadas, coincidieron en que no se realiza manejo en las especies que se alimentan las cabras y que no se han observado cambios en la calidad de los productos o subproductos de la ganadería caprina, por lo que estos índices no se calcularon y por lo tanto, no se incluyeron en la ecuación para calcular el índice de importancia forrajera. Algunos de los sub-índices se evaluaron utilizando una escala de 0.1 a 10.0, mientras que en otros se utilizaron valores que sumados se obtiene un valor de 10.0. Para evitar valores de cero, se utilizó como valor mínimo 0.1; sin embargo, este valor no indica valores negativos. A todos los valores se les otorgó el mismo “peso” y cada sub-índice se promedió utilizando las respuestas de todas las personas encuestadas, de esta manera se generó un balance equitativo para cada sub-índice para no sesgar el IIF por alguno de éstos.

Tabla 1. Categorización y valores asignados a cada respuesta por cada subíndice.

Sub-índice	Respuesta	Valor asignado
IPA	Ninguna o no contestó	0.1
	Rara	2.5
	Media	5.0
	Abundante	7.5
	Muy Abundante	10.0
IFU	Nunca	0.1
	No todo el año	2.5
	Una vez al año	5.0
	Dos a tres veces al año	7.5
	Cuatro o más veces al año	10.0
IOC	Semillas/Vainas	2.0
	Hojas	2.0
	Tallos	2.0
	Flores	2.0
	Frutos	2.0
IEC	Semillas/Vainas	2.0
	Primavera	2.5
	Verano	2.5
	Otoño	2.5
	Invierno	2.5
CA	Alimento base	10.0
	Complemento	6.67
	Sustituto	3.33
	Alimento menor	0.1
ICC	Sin lluvias	3.333
	Con lluvias	3.333
	En transición	3.333

IPA= Índice de Percepción de Abundancia. IFU= Índice de Frecuencia de Uso. IOC= Índice de Órganos Consumidos. IEC= Índice de Época de Consumos. CA= Categoría Alimentaria. ICC= Índice de Condiciones Climatológicas.

6.1.4 Análisis estadísticos

Como argumentó Pieroni (2001) cuando se calculan índices, por su complejidad, se deben realizar mediante estadística multivariada; así, para seleccionar y analizar las relaciones entre especies y sub-índices, se desarrolló un conjunto de técnicas de agrupación y ordenación. Primero, con la matriz de los sub-índices, se calcularon las distancias euclidianas entre las especies. Luego, se buscaron los grupos de especies con los conglomerados por el método del vecino más lejano. En segundo lugar, para identificar grupos de especies según su similitud, se realizó un análisis de escalamiento multidimensional (MDS) con las distancias euclidianas. Se

realizó inferencia de las variables que organizaron estos grupos con un análisis de componentes principales (PCA) por el método de matriz de correlación, porque las variables (sub-índices) están medidas en diferente escala, en vez de hacerlo con la matriz de varianzas y covarianzas, método que se utiliza cuando las variables están medidas en la misma escala. El PCA, permite explicar la forma en que cada sub-índice está actuando en el índice de importancia forrajera. También se buscaron correlaciones entre sub-índices con correlaciones de Pearson. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando Statistica 13.3 (TIBCO™ Software Inc., 2018).

6.2 Objetivo específico 2. Evaluar en tres temporadas del año (seco, lluvia y transición), la composición bioquímica, minerales y ácidos grasos insaturados de los tejidos vegetales consumidos por las cabras y el balance de sus requerimientos nutricionales en hembras lactando en el sitio de estudio

6.2.1 Obtención de muestras

Las muestras vegetales obtenidas para los análisis correspondientes se seleccionaron según los métodos descritos Ngwa *et al.* (2000) y Velásquez *et al.* (2009) la cual consiste en seguir a las cabras por ciertos periodos de tiempo durante el pastoreo y anotar la frecuencia con que los animales consumen diferentes especies vegetales, con ello se elabora un índice de selectividad de alimento. En este estudio, se tomaron las tres especies principales consumidas por los animales en el pastoreo.

Durante los muestreos se detectaron 17 especies vegetales que eran consumidas por las cabras en pastoreo. En este estudio se tomaron las tres especies principales consumidas por los animales en pastoreo en cada temporada del año. Para la temporada de sequía fueron, ciruelo (*Cyrtocarpa edulis*), palo fierro (*Pithecollobium confine*) y palo verde (*Cercidium floridum*). Durante la temporada de transición fueron, palo San Juan (*Forchhammeria watsonii*), palo de arco (*Tecoma stans*) y palo verde (*Cercidium floridum*). Para la temporada de lluvia las que consumieron más fueron, ciruelo (*Cyrtocarpa edulis*), rama prieta (*Indigofera suffruticosa*) y uña de gato (*Mimosa distachya*).



Figura 3. Muestras vegetales consumidas por las cabras.

Con fin de comparar los resultados obtenidos en esta investigación, se decidió tener un grupo control, el cual consistió en animales estabulados con dietas comerciales a base de alfalfa y concentrado por lo que también se tomaron muestras de estos alimentos.

6.2.2 Composición bioquímica

Las muestras vegetales de la temporada de lluvia se trabajaron en el laboratorio de análisis proximal en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. donde se determinaron las variables siguientes:

Humedad (Diferencia de peso a 105°C/4 h). Proteína (Método de Dumas Equipo Leco FP-528). Extracto etéreo (Método Soxtec-Avanti, TECATOR). Fibra cruda (Método de hidrólisis sucesiva (ácido/base). Ceniza (Diferencia de peso. Calcinación a 600° C / 5 h).

Las muestras vegetales de la temporada de transición se procesaron en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, utilizando la misma metodología que se aplicó en la temporada de lluvia.

6.2.3 Composición mineral

Las muestras se procesaron en el laboratorio de absorción atómica del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. El análisis se realizó mediante espectrofotometría de absorción atómica.

6.2.4 Ácidos grasos de muestras vegetales

La extracción de lípidos, cuantificación de lípidos totales, derivatización ácida e identificación y cuantificación de ácidos grasos en muestras vegetales, se realizó en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Concepción, Chile.

Para su traslado, las muestras previamente se procesaron aplicando una solución Folch la cual consiste en una solución cloroformo-metanol en una proporción 2:1. A 1 mL de muestra se le agregó 0.59 mL de agua y 0.33 mL metanol, se agitó, se dejó en reposo para después pasar al vortex, posteriormente se recuperó 0.5 mL de cada muestra. Se agregaron 800 μ L de Meoh/Naoh 0.5 molar, se colocó por 10 min en baño maría y se dejó enfriar a temperatura ambiente, se utilizó 1 mL de BF₃ en Meoh como catalizador y se colocó la muestra en baño maría por 3 min y se dejó enfriar. El siguiente paso fue agregar 1 mL de hexano y colocar a baño María por 1 min y dejar enfriar; finalmente se agregó 1 mL de NaCl saturado y se agitó. Se transfirió el hexano con una pipeta Pasteur con un tapón de fibra de vidrio al vial para colocar en el cromatógrafo de gases.

6.3 Objetivo específico 3. Determinar la calidad de la leche y la concentración de ácidos grasos insaturados en leche de cabras en pastoreo extensivo en el sitio de estudio

6.3.1 Muestras de leche

Se seleccionaron 6 cabras en lactancia en un sistema de pastoreo extensivo en el rancho denominado El Mezquitillo, que se ubica en las coordenadas geográficas N 23.45924 W 110.08855, con un estado corporal 3/5 peso promedio de 36 kg. Se tomaron muestras dobles de leche que se obtuvieron de ordeña manual y se almacenaron en frascos de 100 mL; posteriormente se congelaron a -20° C para su análisis. Para comparar estos resultados se asignó un grupo control el cual consistió en animales estabulados con dieta a base de alfalfa y concentrado comercial, 5 cabras Saanen y 5 cabras Alpina. Se utilizó la misma metodología para la obtención y almacenamiento de las muestras. Las muestras se tomaron en el predio de cabras estabuladas que se localiza en las coordenadas geográficas N 24.095887 W 110.338989

del municipio de La Paz en Baja California Sur propiedad del M.V.Z. José Manuel Melero Astorga. Este procedimiento se realizó en las 3 temporadas del año anteriormente descritas. En la Fig. 4 se observan los promedios diarios de la temperatura, temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación, obtenidos por medio de una estación climatológica colocada en el área de estudio.

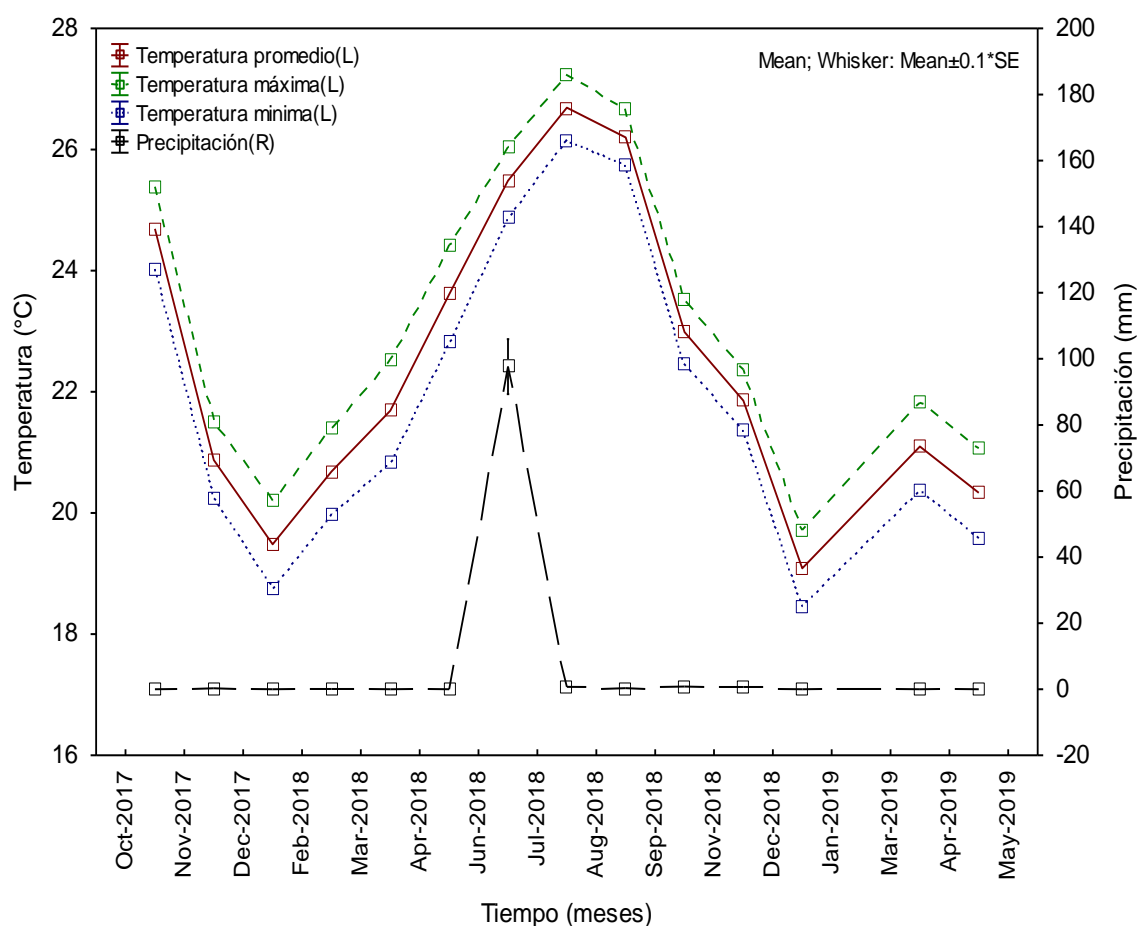


Figura 4. Temperaturas promedio y precipitaciones en el área de estudio.

6.3.2 Calidad de la leche

Las muestras de leche fueron procesadas con el dispositivo Lactoscan®, el cual consiste en colocar una muestra de 50 ml de leche y de forma automatizada nos arroja los valores de proteína (%), grasa (%), lactosa (%), sólidos no grasos (%), densidad (%), punto de congelación (°C) y pH de la muestra.

Análisis estadístico. Los datos de las variables expresadas en porcentaje se transformaron mediante arcoseno (Little y Hills, 1989; Steel y Torrie, 1995). Se realizaron análisis de varianza considerando un diseño anidado completamente aleatorizado y no balanceado, con el factor temporadas del año con tres niveles (lluvia, transición y sequía) y el factor razas con tres niveles (Criolla, Saneen y Alpino-Francesa) anidado dentro del factor temporadas del año. Las diferencias dentro de variables dependientes (contenido de proteína, sales, grasa, lactosa, sólidos no grasos, densidad, punto de congelación, conductividad y pH), se determinó mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Los análisis se realizaron en el módulo GLM (General Linear Model y Nested Design Anova) con el programa estadístico Statistica v. 13.3 (TIBCO, 2018).

6.3.3 Ácidos grasos de muestras de leche

Las muestras de leche se conservaron a -20°C y posteriormente se procesaron acorde al método Bligh y Dyer (2 mL de muestra + 4 mL de solución) para su traslado y análisis en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Concepción, Chile. A 1 mL de muestra se le agregaron 0.59 mL de agua y 0.33 mL de cloroformo, se agitó, se dejó en reposo para después pasar al vortex; posteriormente se recuperaron 0.5 mL constantes de cada muestra. Se agregaron 800 μL de MeOH/NaOH 0.5 molar, se colocó por 10 minutos en baño María y se dejó enfriar a temperatura ambiente, se utilizó 1 mL de BF₃ en MeOH como catalizador y se colocó la muestra en baño María por 3 minutos y se dejó enfriar. El siguiente paso fue agregar 1 mL de hexano y colocar a baño María por 1 minuto y dejar enfriar. Finalmente, se agregó 1 mL de NaCl saturado y se agitó. Se transfirió el hexano con una pipeta Pasteur con un tapón de fibra de vidrio al vial para colocar en el cromatógrafo de gases.

Para obtener el porcentaje de CLA, en las muestras de leche se utilizó un estándar en el cromatógrafo de gases y se comparó en que tiempo aparecía en el cromatograma en comparación con los resultados de las muestras de leche.

7. RESULTADOS

7.1 Determinar mediante un índice de importancia forrajera, el uso y valor alimenticio de las plantas silvestres que consumen las cabras en un sitio de la zona de amortiguamiento Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna, Baja California Sur

7.1.1 Datos socioeconómicos

7.1.1.1 Características socioeconómicas de los entrevistados

Del total de entrevistados, 76.4 % fueron hombres y 23.6 % mujeres. Ninguno de los entrevistados habla alguna lengua indígena, con edad de los hombres entre 32 a 78 años y promedio de 59 años. Mientras que la edad de las mujeres oscila entre 41 y 68 años, con promedio de 58 años. El nivel de escolaridad en años aprobados es de 5.9 años, con escolaridad entre 2 y 12 años (preparatoria) para los hombres con promedio de 6.0 años o primaria terminada, mientras que para las mujeres osciló de 5 a 6 años, con promedio de 5.8 años o primaria casi terminada. El número de miembros promedio por hogar fue de 3.4, con rango de 1 a 8 miembros. Con respecto a los servicios básicos en los hogares, ninguno cuenta con agua potable ni energía eléctrica. En seis de los hogares aún se tiene piso de tierra en el hogar y solo uno cuenta con refrigerador; pero nueve de los hogares poseen televisión y ocho hogares poseen estufa de gas. En relación con la situación de sus tierras, 15 entrevistados manifestaron que es propia y solo dos indicaron que es prestada. Asimismo, el 100 % de los entrevistados mencionó que las tierras son ejidales o comunales.

Tabla 2. Características generales de los entrevistados.

Características	Mínimo	Máximo	Promedio
Edad (años)	32	74	51
Nivel de escolaridad	Primaria	Preparatoria	Primaria
Número de habitantes	1	8	3.9

Con relación al inventario pecuario, la actividad pecuaria de interés mayor son los bovinos; pero el inventario ganadero de los entrevistados mostró que el número cabezas de ganado caprino supera al resto de cabezas o colmenas de las especies que se explotan actualmente, con 456 caprinos en total, seguido de 394 bovinos, 55 animales de trabajo, 53 ovinos, 46 porcinos y 4 colmenas de abejas. De las principales actividades y fuentes de ingresos del encuestado, solo uno manifestó que fuente de empleo es la producción de hortalizas. De la producción pecuaria, 11 entrevistados, expresaron que su actividad principal son los bovinos, dos ubicaron a los

bovinos como su segunda actividad y tres como su tercera actividad. Con respecto a los ovinos, un entrevistado expresó que los ovinos son la fuente principal de ingresos, mientras que uno y tres, ubicaron a los ovinos como su segunda y tercera actividad. Los caprinos son la segunda actividad principal, mientras que un entrevistado manifestó ser su principal actividad y dos la ubicaron como su tercera actividad. La producción de porcinos solo para un entrevistado fue su tercera actividad de ingresos. Otras actividades declaradas por los entrevistados fueron el comercio, de los que un entrevistado la ubicó como su actividad principal, uno como su segunda y otro como tercera actividad. La transformación de los productos se ubicó como su principal fuente para dos entrevistados, mientras que un entrevistado la consideró como su segunda actividad y cinco como su tercera actividad de ingreso de recursos.

Tabla 3. Censo ganadero de las rancherías encuestadas.

Especie	Mínimo	Máximo	Total
Bovinos	4	100	394
Ovinos	0	23	53
Caprinos	5	70	456
Porcinos	0	12	46
Abejas	0	4	4
Animales de trabajo	0	18	55

7.2 Índice de importancia forrajera

Los valores del IIF se ubicaron entre 15.884 y 289.513, las cinco especies con el IIF mayor fueron de la familia *Fabaceas* e incluyen a vinorama (*Acacia farnesiana*), palo zorrillo (*Cassia emarginata*), palo verde (*Cercidium floridum*), palo fierro (*Pithecollobium confine*), palo eva (*Pithecollobium undulatum*) con IIF mayor de 190. En un rango de 114 a 169 de IIF se ubicaron las especies ciruelo (*Cyrtocarpa edulis*), lomboy (*Jatropha cinérea*), mauto (*Lysiloma divaricata*), mezquite (*Prosopis articulata*) y pitahaya dulce (*Stenocereus thurberi*); mientras que valores menores a 114 de IIF los presentaron las 27 especies restantes. Cuatro especies (vinorama, palo zorrillo, palo verde y palo fierro) mostraron valores mayores de IIF, lo que indica que fueron las más mencionadas por lo que tuvieron los valores mayores en el índice de mención. Pero ninguna de las especies con los valores altos de IIF y frecuencia de mención y/o índice de mención, mostraron valores altos en el índice de saliencia (Tabla 4).

Número de especies mencionadas. En total se detectaron 37 especies de plantas asociadas al agostadero del área de estudio, mismas que acorde con el conocimiento de los entrevistados son las que consume el ganado caprino. Las familias con un número mayor de especies en consumo fueron *Fabaceae* 10, *Cactaceae* 4, *Euphorbiaceae* 4 y *Asteraceae* 3 (Tabla 4).

7.2.1 Subíndices

Para calcular el Índice de Importancia Forrajera se tomaron en cuenta diversos subíndices, los cuales reportaron los datos siguientes; para la Frecuencia de Mención las especies que consumen los caprinos y mayormente mencionadas, incluyen vinorama, palo zorrillo, palo verde y palo fierro. Seis especies fueron mencionadas por más del 50% de los entrevistados, seguido de 12 especies mencionadas por más del 30% y 19 especies por menos del 30% (Tabla 4). De acuerdo con el Índice de Percepción de Abundancia, las especies consideradas más abundantes incluyen a choya (*Opuntia choya*) con IPA de 9.167, torote (*Bursera odorata*) con IPA de 8.500. Mientras que 11 especies mostraron un valor de IPA de 7.500 y 24 especies valores IPA menores de 7.500. Estas especies muestran la abundancia percibida por los entrevistados en el agostadero donde ramonean sus caprinos; pero esta abundancia de especies no necesariamente representa el consumo real de los caprinos sobre estas especies vegetales (Tabla 4). La única especie consumida cuatro o más veces al año fue aceitilla (*Bidens aurea*) con Índice de Frecuencia de Uso de 10.000, ocho son consumidas por los caprinos dos o tres veces al año (IFU=7.500); mientras que 28 especies se consumen menos de dos o tres veces al año según el Índice de Frecuencia de Uso (Tabla 4). De acuerdo con el Índice de Época de Consumo las especies consumidas durante las cuatro épocas del año (primavera, verano, otoño e invierno), son apa (*Bebbia juncea*), damiana (*Turnera difusa*), liga (*Euphorbia xantii*), palo brasil (*Haematoxylum brasiletto*), palo colorado (*Colubrina glabra*), pimientilla (*Adelia virgata*) y waiparin (*Maba intricata*) con IEC de 10.00. Palo de arco (*Tecoma stans*) obtuvo un IEC de 7.50 indicando que es consumido durante tres estaciones del año, mientras que 21 especies obtuvieron un IEC menor de 7.50 lo que indica que son consumidas dos o menos épocas al año (Tabla 4). De acuerdo con los resultados del Índice de Órganos Consumidos, la salvia (*Salvia similis*) es la especie que consumen al menos cuatro de sus tejidos vegetales (tallos, flores, frutos, semillas/vainas), la cual mostró un valor de IOC de 8.00, seguido por el zacate buffel (*Pennisetum ciliare*) con IOC de 5.00, damiana (*Turnera difusa*), liga (*Euphorbia xantii*) y ocote

(*Gochnatia arborescens*) con IOC de 4.00. mientras que 32 especies obtuvieron un IOC menor de 4.00, lo que indica que se consumen dos o menos partes u órganos de la planta (Tabla 4). Las especies palo fierro (*Pithecollobium confine*), palo zorrillo (*Cassia emarginata*) y vinorama (*Acacia farnesiana*) mostraron Índices de Preferencia de 0.206 y se consideran como las de mayor preferencia. En orden descendente se ubicó ciruelo (*Cyrtocarpa edulis*) y palo verde (*Cercidium floridum*) con valor de IP de 0.147, mientras que 32 especies mostraron valor de $IP < 0.147$ (Tabla 4). Para la Categoría Alimentaria se mencionaron 14 especies vegetales como alimento base siendo liga (*Euphorbia xantii*), palo brasil (*Haematoxylum brasiletto*) y palo colorado (*Colubrina glabra*) las que tuvieron valor de 10.00, considerado como el valor máximo CA. Mientras que 23 especies se consideran como complemento, con rango de 6.67 a 9.74, en tanto que ocho especies se consideran como alimento sustituto, con rango de valores de 3.39 a 5.73 (Tabla 4). Las ocho especies con mayor Índice de Condiciones Climatológicas son, apa (*Bebbia juncea*), bledo (*Celosia floribunda*), damiana (*Turnera difusa*), liga (*Euphorbia xantii*), ocote (*Gochnatia arborescens*), palo blanco (*Lysiloma candida*), palo Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) y waiparin (*Maba intricata*) con ICC de 9.999, lo que indica que son consumidas durante las tres temporadas climatológicas del año (lluvias, sin lluvias y transición). En tanto que 10 especies son consumidas durante dos temporadas del año, con ICC menor de 9.99, mientras que 19 especies son consumidas solo una temporada del año, con ICC menor de 6.66. El Índice de Saliencia asignó los mayores valores a ocho especies, aceitilla (*Bidens aurea*), apa (*Bebbia juncea*), bledo (*Celosia floribunda*), buffel (*Pennisetum ciliare*), cacachila (*Karwinskia humboldtiana*), cardón (*Pachycereus pringlei*), choale (*Chenopodium murale*) y choya (*Opuntia choya*), con valor de IS de 1.000. Las especies con valores de índice de saliencia más bajos fueron waiparin (*Maba intricata*) y yuca (*Merremia aurea*), con 0.067 y 0.063, respectivamente.

Las especies con el Índice de Mención más alto fueron vinorama (*Acacia farnesiana*), palo zorrillo (*Cassia emarginata*), palo verde (*Cercidium floridum*), palo fierro (*Pithecollobium confine*) y palo eua (*Pithecollobium undulatum*), mientras que 12 especies mostraron los valores de IM más bajos, con valor de 0.588.

Tabla 2. Índice de Importancia Forrajera, índices utilizados para calcularlo y nombres de especies vegetales que consumen los caprinos en una zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur.

Nombre común	Nombre científico	Familia	FM	IS	IM	IFU	IPA	IEC	IOC	IP	CA	ICC	IIF
Aceitilla	<i>Bidens aurea</i>	Asteraceae	1	1.000	0.588	10.000	5.000	2.50	2.00	0.000	6.67	3.333	17.355
Apa	<i>Bebbia juncea</i>	Asteraceae	2	1.000	1.176	5.000	6.250	10.00	2.00	0.029	8.34	9.999	48.957
Bledo	<i>Celosia floribunda</i>	Amaranthaceae	1	1.000	0.588	5.000	7.500	2.50	2.00	0.000	6.67	9.999	19.805
Buffel	<i>Pennisetum ciliare</i>	Gramineae	2	1.000	1.176	6.250	7.500	6.25	5.00	0.000	6.67	6.666	45.101
Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Rhamnaceae	2	1.000	1.176	2.550	6.250	6.25	2.00	0.000	3.39	1.667	26.002
Cardón	<i>Pachycereus pringlei</i>	Cactaceae	5	1.000	2.941	5.833	7.083	2.78	2.33	0.000	4.48	5.000	80.905
Choale	<i>Chenopodium murale</i>	Amaranthaceae	1	1.000	0.588	7.500	5.000	2.50	2.00	0.000	6.67	3.333	15.884
Choya	<i>Opuntia choya</i>	Cactaceae	2	1.000	1.176	2.550	9.167	5.00	1.00	0.000	3.39	6.666	32.668
Ciruelo	<i>Cyrtocarpa edulis</i>	Anacardiaceae	6	0.915	3.529	6.429	6.429	3.93	3.14	0.147	7.15	5.238	114.561
Damiana	<i>Turnera difusa</i>	Turneraceae	1	0.889	0.588	5.000	5.000	10.00	4.00	0.000	6.67	9.999	23.923
Flecha	<i>Sapium biloculare</i>	Euphorbiaceae	1	0.875	0.588	7.500	7.500	5.00	2.00	0.000	6.67	6.666	20.786
Liga	<i>Euphorbia xantii</i>	Euphorbiaceae	1	0.875	0.588	5.000	7.500	10.00	4.00	0.000	10.00	9.999	27.352
Lomboy	<i>Jatropha cinerea</i>	Euphorbiaceae	8	0.863	4.706	5.313	7.500	5.94	2.00	0.000	5.73	5.416	150.099
Mauto	<i>Lysiloma divaricata</i>	Fabaceae	8	0.814	4.706	7.188	6.875	5.00	3.00	0.059	7.50	5.000	162.933
Mezquite	<i>Prosopis articulata</i>	Fabaceae	9	0.749	5.294	6.389	6.667	3.33	2.67	0.029	7.41	5.555	169.676
Ocote	<i>Gochnatia arborescens</i>	Asteraceae	1	0.714	0.588	5.000	5.000	2.50	4.00	0.000	6.67	9.999	19.511
Palo adan	<i>Fouquieria diguetii</i>	Fouquieriaceae	4	0.714	2.353	7.500	6.250	3.13	2.50	0.029	6.67	4.166	71.154
Palo amarillo	<i>Esenbeckia flava</i>	Rutaceae	3	0.680	1.765	6.250	5.625	3.13	2.50	0.029	6.67	6.666	54.468
Palo blanco	<i>Lysiloma candida</i>	Fabaceae	1	0.667	0.588	5.000	7.500	5.00	2.00	0.000	6.67	9.999	21.276
Palo Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Fabaceae	1	0.667	0.588	7.500	7.500	10.00	2.00	0.059	10.00	9.999	27.681
Palo colorado	<i>Colubrina glabra</i>	Rhamnaceae	3	0.657	1.765	5.000	5.833	10.00	3.33	0.059	10.00	8.888	76.083
Palo de arco	<i>Tecoma stans</i>	Bignoniaceae	4	0.625	2.353	2.550	6.875	7.50	3.00	0.029	5.03	5.833	72.505
Palo escopeta	<i>Albizia occidentalis</i>	Fabaceae	4	0.592	2.353	7.500	6.250	3.13	3.50	0.000	6.67	4.166	73.438
Palo eva	<i>Pithecolobium undulatum</i>	Fabaceae	9	0.561	5.294	6.500	6.250	5.75	3.20	0.059	8.67	5.670	191.101
Palo fierro	<i>Pithecolobium confine</i>	Fabaceae	10	0.492	5.882	6.750	6.750	5.00	2.20	0.206	8.00	6.333	207.298
Palo verde	<i>Cercidium floridum</i>	Fabaceae	11	0.428	6.471	6.136	7.250	7.05	3.09	0.147	8.49	7.878	259.044
Palo zorrillo	<i>Cassia emarginata</i>	Fabaceae	12	0.352	7.059	6.923	6.538	5.00	2.77	0.206	8.21	7.179	259.917
Pimientilla	<i>Adelia virgata</i>	Euphorbiaceae	4	0.289	2.353	5.000	5.625	10.00	2.50	0.078	9.17	6.666	91.852
Pitahaya agria	<i>Stenocereus gummosus</i>	Cactaceae	3	0.281	1.765	5.833	6.667	2.50	2.00	0.000	5.03	3.333	44.754
Pitahaya dulce	<i>Stenocereus thurberi</i>	Cactaceae	7	0.249	4.118	6.875	6.875	2.50	2.25	0.000	4.48	5.000	115.210
Salvia	<i>Salvia similis</i>	Lamiaceae	1	0.222	0.588	7.500	7.500	2.50	8.00	0.000	6.67	3.333	20.884
San Miguel	<i>Antigonon leptopus</i>	Polygonaceae	2	0.200	1.176	6.250	5.000	2.50	2.00	0.000	6.67	3.333	30.298
Tacote	<i>Matelea cordifolia</i>	Apocynaceae	3	0.179	1.765	7.500	7.500	5.00	2.00	0.059	8.89	5.555	64.419
Torote	<i>Bursera odorata</i>	Burseraceae	5	0.152	2.941	4.500	8.500	3.50	1.20	0.000	5.86	5.999	86.939
Vinorama	<i>Acacia farnesiana</i>	Fabaceae	13	0.115	7.647	6.538	7.115	4.62	3.23	0.206	9.74	6.410	289.513
Waiparin	<i>Maba intricata</i>	Ebenaceae	1	0.067	0.588	5.000	7.500	10.00	2.00	0.059	6.67	9.999	24.252
Yuca	<i>Merremia aurea</i>	Convolvulaceae	1	0.063	0.588	7.500	7.500	2.50	2.00	0.000	6.67	3.333	17.355

M= Numero de menciones en lista abierta. IS= Índice de Saliencia. IM= Índice de Mención. IFU= Índice de Frecuencia de Uso. IPA= Índice de Percepción de Abundancia. IEC= Índice Época de Consumo. IOC= Índice de Órganos Consumidos. IP= Índice de Preferencia. CA= Categoría Alimentaria, ICC= Índice de Condiciones Climatológicas. IIF= Índice de Importancia Forrajera.

7.3 Evaluar en tres temporadas del año (seco, lluvia y transición), la composición bioquímica, minerales y ácidos grasos insaturados de los tejidos vegetales consumidos por las cabras y el balance de sus requerimientos nutricionales en hembras lactando en el sitio de estudio

7.3.1 Análisis bromatológicos y minerales de especies vegetales consumidas por las cabras

Los efectos de la temporada del año en la composición bioquímica de la vegetación ingerida por cabras criollas en un sistema extensivo se muestran en la Tabla 5. En cuanto a la humedad, en la temporada de lluvia hubo mayor contenido ($p \leq 0.05$), para cenizas de igual manera. Para proteína, fibra cruda y extracto etéreo en la temporada de sequía fue donde se encontraron valores más elevados ($p \leq 0.05$).

Tabla 3. Composición bioquímica de las especies vegetales consumidas por temporada.

Temporada del año	Humedad	Cenizas	Proteína	Fibra cruda	Extracto etéreo
Lluvia	67.06 a	18.46 a	2.78 b	12.87 b	8.13 b
Transición	35.90 b	13.24 b	19.44 b	12.15 b	5.07 c
Sequia	23.80 c	5.39 c	25.14 a	17.54 a	14.83 a

Los valores promedio en la misma columna con diferente literal difieren estadísticamente (Tukey HSD $p \leq 0.05$).

El contenido de minerales (Tabla 6) mostró variación a lo largo de las tres temporadas de estudio ($p \leq 0.05$). El calcio fue más elevado en la temporada de lluvia y transición, el sodio y hierro en la temporada de transición, zinc en la temporada de sequía, el fósforo y nitrógeno total en lluvia. Para magnesio, potasio y manganeso no hubo diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en las temporadas de estudio.

Tabla 4. Composición mineral de las especies vegetales consumidas por las cabras en cada temporada del año.

Temporada del año	Ca	Mg	K	Na	Fe	Mn	Zn	P	N-Total
Lluvia	2.02 a	0.51 a	1.31 a	0.03 b	0.05 b	0.0039 a	0.0024 b	0.24 a	3.11 a
Transición	2.00 a	0.54 a	1.73 a	0.04 a	0.09 a	0.0049 a	0.0019 c	0.22 b	2.89 b
Sequia	1.60 b	0.48 a	1.25 a	0.01 c	0.06 ab	0.0040 a	0.0045 a	0.13 c	2.42 c

Los valores promedio en la misma columna con diferente literal difieren estadísticamente (Tukey HSD $p \leq 0.05$).

Las variables relacionadas con el alimento ingerido por los animales en pastoreo en las tres temporadas de estudio se muestran en la Tabla 7. En cuanto a la humedad las especies que reportaron mayores valores ($p \leq 0.05$) fueron ciruelo de la temporada de lluvia, rama prieta y uña

de gato. Para cenizas fue palo San Juan y para proteína palo fierro ($p \leq 0.05$). Las especies que reportaron mayor fibra cruda fueron palo fierro, palo verde y uña de gato en la temporada de sequía. El extracto etéreo fue mayor en ciruelo en la temporada de sequía, seguido de palo verde en la temporada de sequía y palo fierro ($p \leq 0.05$).

Tabla 5. Composición bioquímica por especie consumida por las cabras en pastoreo.

Especie vegetal	Humedad	Cenizas	Proteína	Fibra cruda	Extracto etéreo
Ciruelo sequia	36.8 c	5.45 b	22.11 c	7.24 c	15.28 a
P. fierro	26.2 c	6.88 b	30.07 a	17.10 a	14.11 a
P. verde sequia	8.4 d	3.84 b	23.24 c	28.28 a	15.11 a
P. San Juan	3.42 d	18.45 a	16.60 de	15.31 bc	5.41 b
P. arco	50.11 b	6.51 b	12.95 e	10.83 bc	7.33 b
P. verde transición	54.1620 b	14.75 b	28.77 b	10.29 b	2.48 c
Ciruelo lluvia	67.87 a	6.9 b	14.09 d	11.17 c	3.97 c
Rama prieta	67.65 a	8.9 b	18.86 cd	10.18 c	1.58 d
Uña de gato	65.66 a	8.61 b	22.44 bc	17.28 a	2.81 c

Los valores promedio en la misma columna con diferente literal difieren estadísticamente (Tukey HSD $p \leq 0.05$).

El contenido mineral de las especies vegetales consumidas por las cabras mostro diferencias significativas (Tabla 8). Rama prieta y palo San Juan fueron las especies que reportaron valores mayores de calcio ($p \leq 0.05$). Para magnesio, rama prieta, uña de gato y palo verde de la temporada de transición ($p \leq 0.05$). Respecto al potasio, palo San Juan obtuvo valores mayores. El contenido de sodio fue mayor en rama prieta y palo San Juan. El hierro, uña de gato, palo verde en temporada de transición, palo San Juan y ciruelo en la temporada de sequía mostraron valores superiores ($p \leq 0.05$). Respecto al manganeso, uña de gato, palo verde en la temporada de transición y ciruelo en la temporada de sequía fueron mayores ($p \leq 0.05$). Palo verde en la temporada de transición y sequia mostró un contenido mayor de zinc, mientras que el fosforo se incrementó en uña de gato y palo verde en la temporada de transición ($p \leq 0.05$). El contenido de nitrógeno total fue mayor en uña de gato y ciruelo en la temporada de lluvia ($p \leq 0.05$).

Tabla 6. Contenido mineral de especies vegetales consumidas por cabras en pastoreo.

Especie vegetal	Ca	Mg	K	Na	Fe	Mn	Zn	P	N-Total
Rama prieta	2.43 a	0.60 a	1.27 bc	0.08 a	0.04 b	0.0032 c	0.0024 b	0.2430 b	3.21 b
Uña de gato	1.71 b	0.63 a	1.24 bc	0.0097 b	0.08 a	0.0052 a	0.0027 b	0.2917 a	4.14 a
Ciruelo lluvia	1.92 b	0.30 bc	1.42 bc	0.0192 b	0.04 b	0.0034 b	0.0021 b	0.2046 c	1.98 d
P. Verde transición	1.65 c	0.56 a	1.69 bc	0.0334 b	0.16 a	0.0068 a	0.0039 a	0.3175 a	4.12 a
P. Arco	1.28 c	0.48 bc	1.09 c	0.0311 b	0.04 b	0.0039 b	0.0009 c	0.2436 b	2.00 d
P. San Juan	3.06 a	0.56 bc	2.42 a	0.08 a	0.07 a	0.0039 b	0.0008 c	0.0989 c	2.55 c
Palo verde sequia	0.54 c	0.60 a	1.37 bc	0.0001 b	0.03 b	0.0006 c	0.0059 a	0.2205 b	2.20 d
Ciruelo sequia	2.15 b	0.53 bc	1.35 bc	0.0233 b	0.10 a	0.0056 a	0.0034 a	0.1018 c	2.32 d
Palo Fierro	2.11 b	0.31 c	1.03 c	0.0212 b	0.05 b	0.0057 a	0.0042 a	0.0844 c	2.74 c

Los valores promedio en la misma columna con diferente literal difieren estadísticamente (Tukey HSD $p \leq 0.05$).

7.4 Calidad de la leche

7.4.1 Efecto de temporadas del año en la calidad de la leche de cabras

El efecto de la temporada del año en la calidad de la leche de cabra criollas en un sistema tradicional de pastoreo extensivo y dos razas puras, Saanen y Alpino-Francesa en un sistema estabulado se muestran en la Tabla 9. El contenido de grasa, sólidos no grasos, proteína, lactosa y las sales fueron estadísticamente superiores ($p \leq 0.05$) en las cabras cuya leche se muestreó en la temporada de lluvias, seguido por la leche muestreada en la temporada de sequía y transición, respectivamente. El punto de congelación de la leche fue más negativo ($p \leq 0.05$) en la leche muestreada en la temporada de lluvias. La conductividad de la leche fue estadísticamente superior ($p \leq 0.05$) cuando se muestreó en la temporada de sequía. La densidad y el pH de la leche no mostraron diferencias significativas ($p \geq 0.05$) entre las temporadas del año.

7.4.2 Efecto de razas (anidado en temporadas del año) en la calidad de la leche de cabras

Las variables relacionadas con la calidad de la leche de cabras por efecto de razas criollas en un sistema tradicional de pastoreo extensivo y cabras puras (Saanen y Alpino-Francesa) en un sistema estabulado, anidadas en el factor temporadas del año se muestra en la Tabla 10. El contenido de grasa fue mayor ($p < 0.05$) en las cabras criollas en la temporada de sequía, seguido

por las cabras de las razas Saanen y criolla, ambas en la temporada de lluvias. El contenido de grasa fue menor en las cabras Saanen en sequía. El contenido de sólidos no grasos también fue mayor ($p<0.05$) en las cabras criollas en las tres temporadas del año, transición, lluvia y sequía, respectivamente, mientras que la leche de Alpino-Francesa en sequía mostró el contenido menor de sólidos no grasos. La densidad de la leche se incrementó significativamente ($p<0.05$) en las cabras criollas en la temporada de transición y lluvia, respectivamente, mientras que los valores menores se presentaron en la leche de Alpino-Francesa en sequía y transición. El contenido de proteína se incrementó ($p<0.05$) en la leche de cabras criollas en las temporadas de transición y lluvia, respectivamente, mientras que el contenido de proteína disminuyó en la leche de cabras Alpino-Francesa en la temporada de sequía. El contenido de lactosa fue significativamente mayor ($p<0.05$) en la leche de cabras criollas en las temporadas de sequía y lluvia, respectivamente, mientras que se redujo en la leche de cabras Alpino-Francesa en la temporada de sequía. El punto de congelación menor ($p<0.05$) se presentó en la leche de las cabras criollas, colectada en la temporada de transición mientras que lo contrario lo mostró la leche de cabras Alpino-Francesa en sequía. La conductividad mostró valor significativamente mayor ($p<0.05$) en la leche de cabras Alpino-Francesa en sequía y el valor menor en la leche de cabras criollas en transición. Los valores del pH de la leche de las tres razas en las tres temporadas mostraron valores cercanos al valor de neutralidad; sin embargo, las cabras criollas en la temporada mostraron un valor de pH ligeramente superior ($p<0.05$) mientras que lo contrario se presentó en la leche de cabras Saanen en la temporada de lluvia. El contenido de sales fue mayor ($p<0.05$) en la leche de cabras criollas en las temporadas de lluvia, transición y sequía, respectivamente, mientras que las sales se disminuyeron ligeramente en la leche de cabras Alpino-Francesa en la temporada de sequía.

Tabla 7. Efecto de temporadas del año en la calidad de la leche de cabras criollas en un sistema tradicional de pastoreo extensivo y dos razas de cabras puras, Saanen y Alpino-Francesa en un sistema estabulado.

Temporadas del año	Grasa (%)	SNS (%)	Densidad (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	Punto de congelación (°C)	Conductividad (mS cm ⁻¹)	pH	Sales (%)
Sequía	3.79±0.20b*	7.96±0.08b	26.87±0.22a	2.90±0.02b	4.38±0.04b	-0.50±0.006b	5.85±0.05a	7.03±0.01a	0.653±0.006b
Transición	3.73±0.17b	8.09±0.12ab	27.51±0.40a	2.98±0.04ab	4.50±0.07ab	-0.51±0.01ab	5.35±0.06b	6.99±0.03a	0.659±0.01ab
Lluvia	4.92±0.15a	8.37±0.09a	27.36±0.37a	3.04±0.03a	4.64±0.06a	-0.54±0.007a	5.48±0.04b	7.06±0.04a	0.682±0.008a

SNS= sólidos no grasos. Los valores corresponden al promedio ± el error estándar. * Los valores promedio en la misma columna con diferente literal difieren estadísticamente (Tukey HSD $p \leq 0.05$).

Tabla 8. Efecto de razas (cabras criollas en un sistema tradicional de pastoreo extensivo y cabras puras, Saanen y Alpino-Francesa en un sistema estabulado) considerando las temporadas del año.

Temporadas del año	Razas	Grasa (%)	SNS (%)	Densidad (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	Punto de congelación (°C)	Conductividad (mS cm ⁻¹)	pH	Sales (%)
Sequía	Criolla	5.50±0.32a	8.55±0.13ab	27.66±0.44bc	3.11±0.04ab	4.70±0.07abc	-0.56±0.01cde	5.49±0.10cd	7.12±0.02ab	0.702±0.01ab
Sequía	A. Francesa	2.77±0.12e	7.38±0.06d	25.55±0.22c	2.69±0.02d	4.06±0.03e	-0.46±0.004a	6.22±0.06a	6.97±0.02ab	0.604±0.005d
Sequía	Saanen	2.76±0.13e	7.83±0.08cd	27.26±0.29bc	2.86±0.03cd	4.31±0.04cde	-0.49±0.005ab	5.92±0.04ab	7.00±0.01ab	0.642±0.006cd
Transición	Criolla	4.25±0.39bcd	8.91±0.19a	30.22±0.53a	3.32±0.08a	5.04±0.12a	-0.58±0.02e	5.15±0.08d	7.00±0.01ab	0.726±0.01a
Transición	A. Francesa	3.69±0.25cde	7.58±0.17cd	25.67±0.77c	2.76±0.06cd	4.18±0.010de	-0.48±0.01ab	5.38±0.16cd	7.05±0.12ab	0.623±0.01cd
Transición	Saanen	3.14±0.11de	7.60±0.10cd	26.08±0.39c	2.77±0.03cd	4.18±0.05de	-0.47±0.007ab	5.57±0.08cd	6.93±0.02b	0.614±0.01cd
Lluvia	Criolla	5.03±0.22ab	8.85±0.18a	29.01±0.76ab	3.22±0.06a	4.87±0.10ab	-0.57±0.01de	5.22±0.07cd	7.22±0.09a	0.726±0.01a
Lluvia	A. Francesa	4.66±0.28abc	8.01±0.15bcd	26.27±0.51c	2.91±0.05bcd	4.55±0.15bcd	-0.51±0.01abc	5.64±0.06c	7.02±0.03ab	0.646±0.01bcd
Lluvia	Saanen	5.04±0.30ab	8.14±0.10bc	26.47±0.37c	2.96±0.03bc	4.46±0.05cde	-0.52±0.008bcd	5.64±0.09c	6.91±0.02b	0.667±0.009bc

SNS= sólidos no grasos. Los valores corresponden al promedio ± el error estándar. * Los valores promedio en la misma columna con diferente literal difieren estadísticamente (Tukey HSD $p \leq 0.05$).

7.5 Determinar la calidad de la leche y la concentración de ácidos grasos insaturados en leche de cabras en pastoreo extensivo en el sitio de estudio

Los efectos en el perfil de ácidos grasos de leche de cabra en tres temporadas del año se muestran en la Tabla 11. Del total de ácidos grasos, hubo diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en C8H16 (2.64), C10H20 (10.80), C12H24 (4.55) siendo la temporada de transición cuando mayores valores fueron detectados. Para los ácidos grasos C18H36 (11.50), C18H34 (23.71), se detectaron mayores valores ($p \leq 0.05$) en la temporada de sequía. En particular para el ácido linoleico conjugado en las temporadas de sequía (0.57) y lluvia (0.78) fueron donde se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Las variables relacionadas con el perfil de ácidos grasos de leche de cabra al comparar dos sistemas de producción, siendo animales en pastoreo y animales estabulados, se muestran en la Tabla 12. Los animales estabulados mostraron un contenido mayor ($p \leq 0.05$) en el ácido graso C8H16 (2.64). En cuanto el sistema en pastoreo arrojó diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en los ácidos grasos; C15H30 (1.11), C18H36 (10.18), C18H34 (18.34), C18H32 (3.27). Respecto al ácido linoleico conjugado fueron los animales en pastoreo los que mostraron un contenido mayor (0.77) ($p \leq 0.05$).

7.6 Perfil de ácidos grasos de especies vegetales consumidas por cabras en un sistema en pastoreo y en la dieta de animales estabulados

Los resultados del perfil de ácidos grasos de especies vegetales consumidas por las cabras en tres temporadas del año se muestran en la Tabla 13. Prácticamente no se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) por temporada, salvo el ácido graso C18H36 (4.02) encontrando mayores valores ($p \leq 0.05$) en la temporada de sequía. El efecto en el perfil de ácidos grasos de especies vegetales consumidas por cabras en pastoreo y en la dieta de cabras estabuladas se muestran en la Tabla 14. Se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en los ácidos grasos C18H34 (16.12), C18H32 (30.90) en las cabras estabuladas. Para el ácido graso C18H30 (25.38) el contenido fue mayor ($p \leq 0.05$) en las cabras en pastoreo.

Tabla 9. Perfil de ácidos grasos de leche de cabra por temporada del año expresado en porcentaje.

Temporada	C6H12	C8H16	C10H20	C12H24	C14H28	C15H30	C16H32	C17H34	C18H36	C18H34	C18H32	CLA
Lluvia	2.31a	2.34ab	8.39b	4.21b	9.60a	0.99a	26.98a	0.75a	7.95b	21.60a	3.07a	0.78a
Sequia	2.48a	2.02b	7.12b	3.00b	8.35a	0.89a	24.93a	0.68a	11.50a	23.71a	2.90a	0.57ab
Transición	2.76a	2.67a	10.80a	4.55a	9.85a	1.04a	26.98a	0.71a	6.16b	15.85b	2.97a	0.46b

Los valores promedio en la misma columna con diferente literal difieren estadísticamente (Tukey HSD $p \leq 0.05$).

Tabla 10. Perfil de ácidos grasos de leche de cabra por sistema de producción expresado en porcentaje.

Sistema	C6H12	C8H16	C10H20	C12H24	C14H28	C15H30	C16H32	C17H34	C18H36	C18H34	C18H32	CLA
Pastoreo	2.07a	2.05b	8.29a	3.91a	8.89a	1.11a	25.75a	0.79a	10.18a	22.25a	3.27a	0.77a
Estabulado	2.96a	2.64a	9.26a	3.94a	9.65a	0.83b	24.47a	0.63a	6.88b	18.52b	2.69b	0.43b

Los valores promedio en la misma columna con diferente literal difieren estadísticamente (Tukey HSD $p \leq 0.05$).

Tabla 11. Perfil de ácidos grasos de especies vegetales consumidas por cabras en tres temporadas del año expresado en porcentaje.

Temporada	C14H28	C10H18	C16H32	C16H30	C18H36	C18H34	C18H32	C18H30
Sequia	6.81a	2.40a	16.84a	1.62a	4.02a	5.96a	26.02a	20.76a
Lluvia	6.64a	1.80a	14.90a	1.40a	2.28b	28.80a	16.66a	25.64a
Transición	7.88a	6.85a	15.69a	6.84a	2.27b	11.26a	20.54a	17.49a

Los valores promedio en la misma columna con diferente literal difieren estadísticamente (Tukey HSD $p \leq 0.05$).

Tabla 12. Perfil de ácidos grasos de especies vegetales consumidas por cabras en dos sistemas de producción expresado en porcentaje.

Sistema	C14H28	C10H18	C16H32	C16H30	C18H36	C18H34	C18H32	C18H30
Pastoreo	5.82a	3.89a	14.35a	3.94a	3.94a	5.67b	13.76b	25.38a
Estabulado	3.84a	2.93a	17.89a	1.21a	1.21a	16.12a	30.90a	15.94b

Los valores promedio en la misma columna con diferente literal difieren estadísticamente (Tukey HSD $p \leq 0.05$).

8. DISCUSIÓN

8.1 Índice de importancia Forrajera

La información socioeconómica indica que el número de integrantes por familia es igual al registrado por el INEGI (2015) que reporta un promedio de 3.4 personas para el Estado de Baja California Sur. Mientras que la edad promedio de los habitantes en las zonas rurales es de 59 años, lo que indica que los jóvenes están migrando a las zonas urbanas. Según datos de INEGI (2010) Baja California Sur mostró un 14 % de su población viviendo en una zona rural, por lo que es importante rescatar el conocimiento de las personas que se dedican al sector pecuario en dichas regiones, debido a que, las generaciones nuevas no están interesadas en continuar con el trabajo que sus padres o abuelos desarrollan. Particularmente el conocimiento de estos pobladores sobre la caprinocultura es importante, porque los caprinos son especies con adaptación mejor a las condiciones medioambientales de la región.

Se reportan 37 especies de plantas asociadas al agostadero. Al respecto, León de la Luz *et al.* (2012) menciona 20 especies dominantes en la selva baja caducifolia correspondiente al área de estudio. De las especies mencionadas por estos autores, siete fueron mencionadas por los entrevistados, como consumidas por los caprinos y que tuvieron valores altos para el Índice de Importancia Forrajera, destacando cacachila (*Karwinskia humboldtiana*), lomboy (*Jatropha cinerea*), palo adan (*Fouquieria diguetii*), palo blanco (*Lysiloma candida*), palo de arco (*Tecoma stans*), palo escopeta (*Albizzia occidentalis*) y pitahaya dulce (*Stenocereus thurberi*). Al Respecto, del número de especies mencionadas, Ghorbani *et al.* (2012) reportan la mención de 10. 8 especies en la lista promedio, por lo que existe una frecuencia de mención mayor en los datos obtenidos de los entrevistados en la región de estudio. Las familias con número mayor de especies que consumen los caprinos fueron *Fabaceae* (10), *Cactaceae* (4), *Euphorbiaceae* (4) y *Asteraceae* (3). Los que coincide con lo reportado por Ángel Sánchez *et al* (2017), quienes señalan que la familia *Fabaceae* representa la importancia cultural mayor, debido a que los ganaderos reconocen su valor en el uso para la alimentación de los animales, como especie forrajera. Estudios recientes señalan que es importante que las personas con conocimientos empíricos como los propios productores y pastores se deben formar con enfoque en la

conservación y la ecología del medio ambiente que faciliten el manejo y la adaptación del pastoreo extensivo (Molnár *et al.* 2016).

Aunque el Índice de Percepción de Abundancia muestra la abundancia percibida por los entrevistados, no necesariamente demuestra el consumo real de los animales. Al respecto Pieroni (2001), señala que la abundancia en el medio no puede considerarse como criterio, porque no son culturalmente dependientes. Mientras que Ángel Sánchez *et al.* (2017) reporta un 10% de Frecuencia de Uso de árboles y arbustos forrajeros consumidos por los animales, datos similares también fueron reportados por Solano y Blancas (2018). Para el Índice de Órgano Comestible, Pieroni (2001) calculó el Índice de Parte Utilizada refiriéndose a la parte de la planta que utilizan los pobladores, con 21 variables a escoger por los entrevistados, donde tres plantas son las que obtuvieron el valor mayor de 3.00 de 26.75 posibles, lo que indica que los tejidos vegetales utilizados por esos pobladores son muy especializados, coincidiendo con lo encontrado en este estudio.

La comparación del Índice de Saliencia y del Índice de Importancia Forrajera mostró diferencias, lo que coincide con Ghorbani *et al.* (2012) entre el Índice de Saliencia de diferentes comunidades étnicas en una región particular, atribuyendo esto a la preferencia cultural de cada grupo, el Índice de Saliencia general es diferente al de cada región en el área de estudio, lo que podría explicar la variación entre el Índice de Saliencia e Índice de Importancia Forrajera. Las cinco especies con mayor Índice de Mención coinciden con las cinco especies con mayor Índice de Importancia Forrajera; lo que coincide con Pío-León *et al.* (2017) quienes reportan que las especies con mayor Índice de Mención fueron las que mostraron un Índice de Importancia Alimentaria mayor. Con respecto a los análisis estadísticos, es importante señalar que el análisis de componentes principales es más efectivo en la medida que exista una estructura de correlación entre las variables (índices). Al respecto, en el presente estudio, de ocho índices, solo tres mostraron correlación significativa con el IIF, aunque sí se presentaron correlaciones significativas entre los índices. Por lo anterior, a priori se sabe que el análisis de componentes principales deja de ser efectivo, porque las componentes principales son las variables iniciales; por lo que es difícil, explicar con menos variables la información suministrada por las variables iniciales.

8.2 Análisis bromatológicos y minerales de especies vegetales consumidas por las cabras

Los valores de los minerales y composición bioquímica variaron en cada especie y la temporada del año. Respecto al calcio valores similares fueron reportados por Medina *et al* (2014), siendo la temporada de invierno donde se encontraron mayores valores en especies vegetales consumidas por cabras, correspondiendo a la temporada de transición en nuestro estudio. El contenido de Mg no tuvo variación respecto a las temporadas del año, similar a lo reportado por Ramírez *et al* (2005) y Medina *et al* (2014). Potasio no se encontraron diferencias significativas durante las temporadas del año durante nuestro estudio, caso contrario a los resultados publicados por Medina *et al* (2014) y Ramírez *et al* (2005), esto se puede atribuir a las especies vegetales que fueron muestreadas en dichos estudios. El contenido de sodio fue superior en la temporada de transición, seguido de la de lluvia y por último en sequía, datos similares fueron encontrados por Medina *et al* (2014) y Ramírez *et al* (2005) donde encontraron variación en el contenido de sodio respecto las temporadas del año. Hierro fue superior en la temporada de transición y sequía, seguido por la de lluvia. Ramírez *et al* (2001) reporto datos similares, encontrando valores superiores en la temporada de verano y primavera. Sin embargo, el contenido de hierro vario dependiendo las especies muestreadas, datos similares reporta Medina *et al* (2014). No hubo diferencias en cuanto al manganeso, caso contrario a Ramírez *et al* (2009) y Medina *et al* (2014) quienes encontraron valores elevados en verano y otoño. Se encontró una variación respecto al zinc, siendo la temporada de sequía en donde se reportaron mayor contenido seguido por lluvia y transición, datos similares fueron reportados por Ramírez *et al* (2009) siendo la temporada de invierno y verano. Respecto al fosforo los valores más elevados fueron en las temporadas de lluvia, seguido por transición y sequía, datos similares se reportaron por Medina *et al* (2014) encontrando valores elevados en primavera. El contenido de nitrógeno fue mayor en la temporada de lluvia, Medina *et al* (2014) reporta contenidos elevados en verano, coincidiendo con la temporada de lluvia de este estudio.

8.3 Calidad de la leche de cabra

8.3.1 Efecto de temporadas del año en la calidad de la leche de cabras

Se sabe que la composición de la leche de cabra depende de factores como; cría, etapa de lactancia, alimentación, diferencias entre animales, clima y localidad (Guo *et al.*, 2001). Los resultados de este estudio muestran que hay un efecto de la temporada del año en la calidad de

la leche de cabras en pastoreo y estabuladas, siendo la temporada de lluvia la que mejores valores obtiene. El contenido de grasa en la leche de las cabras fue estadísticamente superior ($p \leq 0.05$) en la temporada de lluvia esto se pudiera atribuir a que la composición de la dieta de los animales, específicamente la grasa tiene efecto sobre el contenido graso de la leche según Vega *et al.* (2007). Se encontró mayor ($p \leq 0.05$) contenido de proteína en la leche de la temporada de lluvia promediando 3.04 %, resultados similares 3.0 % fueron reportados para leche de cabras Sannen en temporadas de lluvia (Vega *et al.*, 2007). Milewski *et al.* (2018) reporta resultados similares de 3.07 % en leche de cabras alpinas en la temporada de verano. El aumento de valores de proteína en la temporada de lluvia se puede atribuir a mayor consumo en la ración alimenticia de los animales. Los valores de lactosa fueron superiores ($p \leq 0.05$) en la temporada de lluvia, valores inferiores fueron reportados por Vega *et al.* (2007) en cabras Sannen 4.45 % y Alpina 4.2 % en temporadas de lluvia y sequía. Milewski *et al.* (2018) reporta valores de 4.46 % en invierno y 4.45 % en verano en cabras Alpina. La lactosa es el componente más estable de la leche de rumiantes de acuerdo con (Maldonado *et al.*, 2017).

8.3.2 Efecto de razas (anidado en temporadas del año) en la calidad de la leche de cabras

Los resultados de este estudio arrojan que existe una diferencia marcada entre la leche de cabras puras estabuladas y cabras criollas en pastoreo, siendo las últimas la que presentan valores superiores en cuanto a calidad de la leche. Existen diferentes fuentes de alimentos como forrajes, pastos y concentrados que se utilizan en dietas de animales, así como estrategias diferentes de alimentación, lo cual influye de manera directa en la calidad de la leche de cabra según Tsiplakou *et al.* (2010). Al comparar estos dos sistemas de producción en cuanto a las razas y temporadas del año, el contenido de grasa en la leche de cabra (Tabla 8) fue mayor ($p \leq 0.05$) en las cabras criollas en pastoreo en comparación con las cabras puras estabuladas. Resultados diferentes reportaron Tsiplakou *et al.* (2010) donde las cabras en un sistema convencional mostraron un contenido mayor de grasa que las cabras en un sistema orgánico, atribuyendo esto al tipo de alimento de los animales. Resultados similares a este estudio reportó Kondyli *et al.* (2012) al evaluar la leche de cabras en primavera y verano, pastando en montañas, donde no encontraron diferencias en el porcentaje de grasa. En cuanto a SNG la leche de las cabras criollas en pastoreo fue la que obtuvo valores más elevados ($p \leq 0.05$) en comparación a las cabras estabuladas. La leche de las cabras en pastoreo en las temporadas de transición y lluvia arrojaron valores superiores. Para proteína de la leche, ésta mostró valores

superiores en la leche de las cabras criollas en pastoreo en las tres temporadas (3.11, 3.32 y 3.22 %). Un contenido mayor de proteína en la leche de cabras podría deberse a mejores valores nutrimentales en pastos que en forrajes henificados (Morand-Fehr *et al.*, 2007). De igual manera, la leche de las cabras en pastoreo fue la que mostró valores superiores referente a lactosa en las tres temporadas (4.70, 5.04 y 4.87 %). Resultados similares reportaron Kondyli *et al.* (2012) quienes concluyen que no hubo diferencia significativa en los valores de lactosa de leche de cabras en dos temporadas del año. Para conductividad, las cabras de la raza Saanen y Alpina francesa en la temporada de sequía presentaron los valores más elevados. Los porcentajes de sales más elevados se presentaron en la leche de las cabras en pastoreo en sus tres temporadas. De acuerdo con Zervas *et al.* (2011) existen varios estudios que demuestran que la leche de cabra en pastoreo está compuesta con valores superiores de vitaminas, compuestos lipídicos y ácidos grasos en comparación con animales alimentados con concentrado y forraje. Manousidisa *et al.* (2018) describieron un modelo que destaca la complejidad de los factores que influyen en la selección de la dieta de las cabras en pastoreo; las cabras son altamente selectivas, no solo por la estacionalidad de los recursos y la disposición, sino también por el origen de cada fuente de nutriente. Armenta *et al.* (2011) reportaron que cabras pastando en el noroeste de México varían la selección de la dieta a lo largo del año, solo algunas especies fueron altamente preferidas y utilizadas, esto podría explicar el motivo por el cual, la calidad de la leche de las cabras no se ve tan afectada por las temporadas del año, aun cuando en la región existen periodos de sequías, pues al parecer, las cabras, dependiendo de la temporada buscan el alimento que les aporten más nutrientes.

8.4 Perfil de ácidos grasos en la leche de cabras criollas en pastoreo en tres temporadas del año

Se sabe que la composición de la leche de cabra puede variar dependiendo de factores como la dieta, condiciones climatológicas, etapa de gestación, entre otros. Al respecto, Pajor *et al.* (2009) compararon el efecto de animales encerrados con dietas comerciales y animales libres en pastoreo, encontrando que los animales en pastoreo mostraron valores superiores en el perfil de ácidos grasos. Datos similares se obtuvieron en este estudio, al comparar las muestras de leche por sistemas, las cabras en pastoreo fueron las que mostraron valores superiores en cuanto al perfil de ácidos grasos. Milewski *et al.* (2018) comparó los perfiles de ácidos grasos de leche de cabra en dos temporadas del año, verano e invierno, encontrando valores superiores

en la temporada de verano. En este estudio se reportan datos similares pues en las temporadas de sequía/lluvia se encontraron valores superiores en el porcentaje de ácidos grasos, lo cual puede atribuirse a que, el forraje en el agostadero es más abundante para los animales en pastoreo.

En relación con el contenido de CLA, Renna *et al.* (2012) analizaron los perfiles de ácidos grasos de cabras estabuladas al dirigiéndolas al pastoreo con forraje verde, concluyendo que el contenido de CLA es mayor en animales en pastoreo que en animales estabulados. Resultados similares se reportan en esta investigación, pues al analizar los datos por sistemas de explotación, el contenido de CLA fue mayor en los animales en pastoreo que en los animales estabulados. Por su parte, Pajor *et al* (2009) encontró un contenido de CLA más elevado en cabras en pastoreo que en cabras estabuladas.

9. CONCLUSIONES

Se desarrolló un método cuantitativo para evaluar la importancia forrajera de especies forrajeras asociadas al área de estudio, basado en el Índice de Importancia Forrajera (IIF) de las especies que consume el ganado caprino, la información empírica de los rancheros-caprinocultores de la zona de estudio y los Índices de Percepción de Abundancia, Índice de Frecuencia de Uso, Índice de Órganos Consumidos, Índice de Época de Consumo, Categoría Alimentaria, Índice de Condiciones Climatológicas, Índice de Saliencia y la Frecuencia de Mención. Treinta y siete especies de plantas asociadas al agostadero de la zona de estudio fueron las mencionadas por los entrevistados, mismas que son las que consumen los caprinos. Por la abundancia de especies, 10 pertenecen a la familia *Fabaceae*, 4 a *Cactaceae*, 4 a *Euphorbiaceae* y 3 a *Asteraceae*. Las cinco especies con el mayor IIF son vinorama (*Acacia farnesiana*), palo zorrillo (*Cassia emarginata*), palo verde (*Cercidium floridum*), palo fierro (*Pithecollobium confine*) y palo eva (*Pithecollobium undulatum*), cuya característica particular es que todas pertenecen a la familia *Fabaceae*.

Respecto a la calidad de la leche de cabra se encontraron diferencias significativas al analizar los datos por temporadas del año, siendo la temporada de lluvia donde se presentaron valores superiores en la calidad de la leche de cabra. Al observar los datos por razas y temporadas del año, se encontró una diferencia evidente entre los resultados, siendo las cabras criollas en pastoreo en las tres temporadas (sequía, lluvia y transición) las que tuvieron valores superiores en comparación con la leche de cabras de razas puras estabuladas (Saanen y Alpino francesa) en las tres temporadas. Por lo tanto, los sistemas de producción tradicionales que emplean los productores muestran resultados favorables para la calidad de la leche y subproductos que generan.

En cuanto el contenido nutricional de las principales especies vegetales que consumen las cabras en pastoreo en el área de estudio, se encontró un efecto evidente referente a cada temporada del año.

El perfil de ácidos grasos de leche de cabras mostró diferencias respecto al sistema de explotación, pues se encontró que al comparar los sistemas en pastoreo y estabulado, los animales en pastoreo mostraron valores superiores en el contenido de ácidos grasos,

particularmente en el contenido de CLA al cual se le atribuyen diversos efectos benéficos en la salud de las personas que lo consumen. Las cabras en pastoreo mostraron una cantidad mayor de ácido linoleico conjugado. Esta información será de utilidad para los caprinocultores de la región pues les otorga un valor agregado a los productos y subproductos que elaboran a base a leche de cabra.

10. LITERATURA CITADA

Ángel Sánchez, Y. K., Pimentel Tapia, M. E., Juárez Salazar, J. C. (2017). Importancia cultural de vegetación arbórea en sistemas ganaderos del municipio de San Vicente del Caguán, Colombia. *U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 20(2): 393-401.

Alonso-Aguilar LE, Montoya A, Kong A, Estrada-Torres A, Garibay-Orijel R. (2014). The cultural significance of wild mushrooms in San Mateo Huexoyucan, Tlaxcala, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 10.

Arab A, Akbarian SA, Ghiyasvand R, Miraghajani M. (2016). The effects of conjugated linoleic acids on breast cancer: asystematic review. *Advanced Biomedical Research*, 115-9175.185573.

Armenta, Q.J.A., Ramírez, O. R., and Ramírez, L.R.G. (2011). Forage utilization and diet selection by grazing goats on a sarcocaulous scrubland in northwest Mexico. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 17: 163-171.

Bedoya M. O., Rosero N. R., Posada L. S. (2012). Composición de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes, ministerio de agricultura y desarrollo rural, ASOCABRA y la Universidad de Antioquia.

Bernard, L., Mouriot, J., Rouel, J., Glasser, F., Capitan, P., Pujos-Guillot, E., Chardigny, J.M., & Chilliard, Y. (2010). Effects of fish oil and starch added to a diet containing sunflower-seed oil on dairy goat performance, milk fatty acid composition and in vivo $\Delta 9$ -desaturation of [13 C] vaccenic acid. *British Journal of Nutrition*, 104(03): 346-354.

Bichi, E., Toral, P. G., Hervás, G., Frutos, P., Gómez-Cortés, P., Juárez, M., & De la Fuente, M. A. (2012). Inhibition of $\Delta 9$ -desaturase activity with sterculic acid: Effect on the endogenous synthesis of cis-9 18: 1 and cis-9, trans-11 18: 2 in dairy sheep. *Journal of Dairy Science*, 95(9): 5242-5252.

Bligh, G.E., Dyer, J.W. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37(3):911-917.

Bodas, R., Manso, T., Mantecón, A. R., Juárez, M., De la Fuente, M. A., & Gómez-Cortés, P. (2010). Comparison of the fatty acid profiles in cheeses from ewes fed diets supplemented with different plant oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(19): 10493-10502.

Chand A, Wilkins A, Kolver E, Veth M. (2001). A rapid Method for Quantification of Conjugated Linoleic Acid in Rumen Fluid Using Gas Chromatography. *Analytical Science(Supplement)*, 17: 397-400.

Debra, P.C., Herrick, J.E., Curtis Monger, H.,Huang, H. (2009). Soil-vegetation-climate interactions in arid landscapes: Effects of the North American monsoon on grass recruitment. *Journal of Arid Environments*, 74 (5).

Domínguez, R., Guillen, A., León, J., Murillo, B. (2003). Estimación y disponibilidad forrajera de arbustos en Baja California Sur, México. *Interciencia*, 28, 229-233.

FAO Status and trends of animal genetic resources. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, 15–19 April 2013.

Fernandez-Illescas, C.P., Rodriguez-Iturbe, I. (2004). The impact of interannual rainfall variability on the spatial and temporal patterns of vegetation in a water-limited ecosystem. *Advances in Water Resources*. 27: 83-95.

Field, C. J., Blewett, H. H., Proctor, S., & Vine, D. (2009). Human health benefits of vaccenic acid. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 34(5): 979-991.

Fievez, V., Colman, E., Castro-Montoya, J. M., Stefanov, I., & Vlaeminck, B. (2012). Milk odd-and branched-chain fatty acids as biomarkers of rumen function—An update. *Animal Feed Science and Technology*, 172(1): 51-65.

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

García, C.M., Salas, P. L., Esparza, R. J., Preciado, R. P., Romero, P. J. (2013). Producción y calidad fisicoquímica de leche de cabras suplementadas con forraje verde hidropónico de maíz. *Agronomía mesoamericana*, 24(1):169-176.

Ghorbani, A., G. Langenberger, J. Sauerborn. (2012). A comparison of the wild food plant use knowledge of ethnic minorities in Naban River Watershed National Reserve, Yunnan, SW China. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 8 (17): 1-10.

Gomes L. C., C.R. Alcalde, G.T. Santos, A.C. Feihmann, B.S.L. Molina, P.A. Grande, A.A. Valloto. (2015). Concentrate with calcium salts of fatty acids increases the concentration of polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy goats. *Small Ruminant Research*, 124: 81–88.

Gou, M., Dixon, P., Park, W., Gilmore, P., Kindstedt, P. (2001). Seasonal changes in the chemical composition of commingled goat milk. *Journal of Dairy Science*, 81: 79-83.

Griinari, J. M., Corl, B. A., Lacy, S. H., Chouinard, P. Y., Nurmela, K. V. V., Bauman, D. E. (2000). Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Δ^9 -desaturase. *Journal of Nutrition*, 130(9): 2285-2291.

Guevara, J.C., Grünwaldt, E.G., Estevez, O.R., Bisigato, A.J., Blanco, L.J., Biurrun, F.N., Ferrando, C.A., Chirino, C.C., Morici, E., Fernández, B., Allegretti, L.I., Passera, C.B. (2009). Range and livestock production in the Monte Desert, Argentina. *Journal of Arid Environments*, 73: 228-237.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/bcs/poblacion/distribucion.aspx?tema=me&e=03> Censo de Población y Vivienda 2010.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015) <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/default.html#Tabulados> Encuesta Intercensal 2015.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). Anuario estadístico de B. C. S. Pp:387-394.
 Jaudszus A, Mainz JG, Pittag S. (2016). Effects of a dietary intervention with conjugated linoleic acid on immunological and metabolic parameters in children and adolescents with allergic asthma—a placebo-controlled pilot trial. *Lipids in Health and Disease*,15:21.

Kiczorowska B., Wioletta Samolińska, Jan Marczuk, Anna Winiarska-Mieczan, Renata Klebaniuk, Edyta Kowalczyk-Vasilev, Piotr Kiczorowski, Zvenyslava Zasadna. (2017). Comparative effects of organic, traditional, and intensive production with probiotics on the fatty acid profile of cow's milk. *Journal of Food Composition and Analysis*, 63:157–163.

Kim YJ, Liu RH, Bond DR and Russell, J.B. (2000). Effect of linoleic acid concentration on conjugated linoleic acid production by *Butyrivibrio fibrisolvens* A38. *Applied and Environmental Microbiology Journal*, 12: 5226.5230.

Kim Y, Kim J, Whang KY, Park Y. (2016). Impact of conjugated linoleic acid (CLA) on skeletal muscle metabolism. *Lipids*, 51(2):159–178.

Kitessa, S. M., Gulati, S. K., Ashes, J. R., Fleck, E., Scott, T. W., Nichols, P. D. (2001). Utilisation of fish oil in ruminants: II. Transfer of fish oil fatty acids into goats' milk. *Animal Feed Science and Technology*, 89: 201-208.

Kondyli, E., Svarnas, C. Samelis J., and Katsiari, M.C., (2012). Chemical composition and microbiological quality of ewe and goat milk of native Greek breeds. *Small Ruminant Research*, 103. 194-199.

Kramer JK, Parodi PW, Jensen RG, Mossoba MM, Yurawecz MP and Adlof R.O. (1998). Rumenic acid: A proposed common name for the major conjugated linoleic acid isomer found in natural products. *Lipids*, 33: 835-840.

Kujawska M, Łuczaj Ł. (2015). Wild edible plants used by the Polish community in Misiones, Argentina. *Human Ecology*, 43:855-869.

Leon, J. L., Dominguez, R., Medel, A. (2012). Florística de la selva baja caducifolia de la península de Baja California, Mexico. *Botanical Sciences*, 90: 143-162.

Little, T.M., Hills, F.J. (1989). Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México. Edit. Trillas. 270 p.

López, J. C., Fuentes, V. H., Figueroa, J. J., Sánchez, R. A., Serna, A., Ruiz, J. I. (2011). Técnicas para la transformación de leche de cabra en zonas marginales. México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

Lourenco, M., Ramos-Morales, E., & Wallace, R. J. (2010). The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation. *Animal*, 4(7):1008–1023.

Maldonado, J., Granados, L., Hernández, O., Pastor, F., Isidro, L., Salinas, H., Torres, G., (2017). Uso de un alimento integral como complemento a cabras locales en pastoreo: respuesta en producción y composición química de la leche. *Nova Scientia*, 9: 55-75.

Manousidisa, T., Parissib, Z.M., Kyriazopoulosc, A.P., Malesiosa, C., Koutroubasd, C.D., and Abasa, Z. (2018). Relationships among nutritive value of selected forages, diet composition and milk quality in goats grazing in a Mediterranean woody rangeland. *Livestock Science*, 218: 8-19.

Martinez, M., Perez, H., Perez, A., Carrion, P., Gomez, C. (2012). Nutrient limits in diets for growing dairy goats. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 44, 13-20.

Martínez Marín, A. L., Gómez-Cortés, P., Núñez Sánchez, N., Juárez, M., Garzón Sigler, A. I., Blanco, F. P. de la Fuente, M. A. (2015). Associations between major fatty acids in plant oils fed to dairy goats and C18 isomers in milk fat. *Journal of Dairy Research*, 82(02): 152-160.

Medina, N., Espinoza, J., Avila, N., Murillo, B. (2014). Evaluation of Minerals of Shrub Plant Forages Consumed by Goats in the Arid Southern Rangeland of the Peninsula of Baja California, Mexico. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 14: 511-522.

Mellado, M., Rodríguez, S., Lopez, R., Rodríguez, A. (2006). Relation among milk production and composition and blood profiles and fecal P and nitrogen in goats on rangeland. *Small Ruminant Research*, 65: 230-236.

Mellado, M. (2016). Dietary selection by goats and the implications for range management in the Chihuahuan Desert: a review. *The Rangeland Journal*, 38, 331–341.

Milewski, S., Zabek, K., Antoszkiewicz, Z., Tański, Z., Sobczak, A. (2018). Impact of production season on the chemical composition and health properties of goat milk and rennet cheese. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 30: 107-114.

Mohammed, R., M. O'Donovan, C.S. Stanton, J.F. Mee, J.J. Murphy, D. Glimm, and J.J. Kennelly. (2006). Effect of grazed grass, zero-grazed grass and conserved grass on transvaccenic acid and cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid concentrations in rumen, plasma and milk of dairy cows. In: Proceedings of the 4th Euro Fed Lipid Congress, 1-4 oct. 2006, University of Madrid (UCM), ESP.

Morand-Fehr, P., Fedele, V., Decandia, M., Le Frieux, Y. (2007). Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68: 20–34.

Nelson, K.A.S., Martini, S. (2009). Increasing omega fatty acid content in cow's milk through diet manipulation: Effect on milk flavor. *Journal of Dairy Science*, 92: 1378-1386.

Ngwa A. T., Pone D. K., Mafeni J.M. (2000). Feed selection and dietary preferences of forage by small ruminants grazing natural pastures in the Sahelian zone of Cameroon. *Animal Feed Science and Technology*, 88: 253-266.

Ortega, G., Raz, I., Magaña, H., Ortiz, J., Sierra, S., Centurión, F. (2011). Interacción genotipo x ambiente en cabras lecheras. *Bioagrociencias*, 4 (2): 32-40.

Or-Rashid, M. M., Odongo, N. E., & McBride, B. W. (2007). Fatty acid composition of ruminal bacteria and protozoa, with emphasis on conjugated linoleic acid, vaccenic acid, and odd-chain and branched-chain fatty acids. *Journal of Animal Science*, 85(5): 1228-1234.

Owens FN, P Dubeski, CF Hanson. (1993). Factors that alter the growth and development of ruminants. *Journal of Animal Science*, 71, 3138-3150.

Pajor, F., Galló, O., Steiber, O., Tasi, J., Póti, P. (2009). The effect of grazing on the composition of conjugated linoleic acid isomers and other fatty acids of milk and cheese in goats. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 18: 429-439.

Palmquist, D.L. (2006). Milk Fat: Origin of Fatty Acids and Influence of Nutritional Factors Thereon. In *Advanced Dairy Chemistry, Volume 2: Lipids*. Edited by P.F. Fox and P.L.H. 3rd edition. McSweeney, Springer, New York.

Palmquist, D.L. (2007). Biohydrogenation then and now. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109:737-739.

Park, Y. W. (2007). Physico-chemical Characteristics of Goat and Sheep Milk, *Small Ruminant Research*, 68, 88-113.

Parodi, P. (2006). Nutritional significance of milk lipids. In: *Advanced Dairy Chemistry Lipids*, volume 2. Fox, P. F, and McSweeney, P. L. H. eds. 3rd edition. Springer, New York, USA; pp. 601-640.

Pieroni A. (2001). Evaluation of the cultural significance of wild food botanicals traditionally consumed in northwestern Tuscany, Italy. *Journal of Ethnobiology*, 21:89-104.

Pio-Leon JF, Delgado-Vargas F, Leon de La Luz JL, Ortega-Rubio A. (2017). Prioritizing wild edible plants for potential new crops base on deciduous forest traditional knowledge by a rancher community. *Journal of Botanical Sciences*, 95:1-13.

Ramirez, R.G., Rios, E., Garza, J. (1993). Nutritional profile and intake of forage grazed by Spanish goats in a semi-arid land. *Journal of Applied Animal Research*, 3, 113–122.

Ramírez, R.G., Haenlein, G.F.W and Núñez-González, M.A. (2001). Seasonal variation of macro and trace mineral contents in 14 browse species that grow in northeastern Mexico. *Small Ruminant Research*, 39: 153-159.

Ramirez, O., Ramirez, R., Gonzalez, R., Haenlein, G. (2005). Mineral content of browse species from Baja California Sur, Mexico. *Small Ruminant Research*, 57 1-10.

Ramírez, R.G., González-Rodríguez, H., Morales-Rodríguez, R., Cerrillo-Soto, M.A., Juárez-Reyes, A.S., García-Dessommes, G.J. Guerrero-Cervantes, M. (2009). Chemical composition and dry matter digestion of some native and cultivated grasses in Mexico. *Czech Journal of Animal Science*, 54: 150-162.

Renna, M., Lussiana, C., Cornale, P., Fortina, R., Mimosi A. (2012). Changes in goat milk fatty acids during abrupt transition from indoor to pasture diet. *Small Ruminant Research*, 108: 12-21.

Richardson, F.D., Hahn, B.D. (2007). A short-term mechanistic model of forage and livestock in the semi-arid Succulent Karoo: 1. Description of the model and sensitivity analyses. *Agricultural Systems*, 95: 49-61.

Santos A. O. A., Batista M. V., Mustafa A., Amorim, G. L., Guim, A., Moraes, A.C., de Lucena, R.B., de Andrade, R. (2009). Effects of Bermudagrass hay and soybean hulls inclusion on performance of sheep fed cactus-based diets. *Tropical Animal Health and Production*, 42(3):487-494.

Sanz, S.M.R., Chilliard, Y., Schmidely, Ph., Boza, J. (2007). Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68: 42-63.

Savoini, G., A. Agazzi, G. Invernizzi, D. Cattaneo, L. Pinotti and A. Baldi. (2010). Polyunsaturated fatty acids and choline in dairy goats nutrition: Production and health benefits. *Small Ruminant Research*, 88:135-144.

Sébédio J.L., Gnaedig, S and Chardigny, J.M. (1999). Recent Advances in Conjugated Linoleic Acid. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 2: 499-506.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2018) http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceEdo.jsp Producción Ganadera. (14 de Junio de 2019)

Shingfield, K. J., Chilliard, Y., Toivonen, V., Kairenius, P., & Givens, D. I. (2008). Trans fatty acids and bioactive lipids in ruminant milk. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 606: 3-65.

Skarpe, C., Jansson, I., Seljeli, L., Bergström, R., Røskoft E. (2007). Browsing by goats on three spatial scales in a semi-arid savanna. *Journal of Arid Environments*, 68:480-491.

Smith J.J. (1993). Using ANTHOPAC 3.5 and a spreadshseet to compute a free list Salience Index. *Cultural Anthropology Methods*, 5:1-3.

Snyder, K.A., Tartowski, S.L. (2006). Multi-scale temporal variation in water availability: Implications for vegetation dynamics in arid and semi-arid ecosystems. *Journal of Arid Environments*, 65: 219-234.

Steel, G.D.R., Torrie, J.H. (1995). Bioestadística. Principios y procedimientos. México. Edit. McGraw Hill. 622 p.

Talpur, N.F. (2007). Fatty acid composition of ruminant milk, meat, and dairy products of livestock in Sindh, Pakistan. Doctoral Thesis. University of Sindh, Jamshoro, Pakistan.

TIBCO Software Inc., 2018. Statistica (data analysis software system), version 13. <http://tibco.com>.

Tsiplakou, E., Kotrotsios, V., Hadjigeorgiou, I., Zervas, G. (2010). Differences in sheep and goats milk fatty acid profile between conventional and organic farming systems. *Journal of Dairy Research*, 77: 343-349.

Vega, S., Gutierrez, R., Ramirez, A., Gonzalez, M., Diaz, G., Salas, J., Gonzalez, C., Coronado, M., Alberti, A. (2007). Características físicas y químicas de leche de cabra de razas alpino francesa y saanen en épocas de lluvia y seca. *Revista de Salud Animal*, 29: 160-166.

Velásquez-Vélez R, Pezo D, Skarpe C, Ibrahim M, Mora J, Benjamín T. (2009). Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas seminaturales en Muy Muy, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 47:51-60.

Vieitez I., B. Irigaray, N. Callejas, V. González, S. Gimenez, A. Arechavaleta, M Grompone, A. Gámbaro. (2017). Composition of fatty acids and triglycerides in goat cheeses and study of the triglyceride composition of goat milk and cow milk blends. *Journal of Food Composition and Analysis*, 48: 95–101.

Vlaeminck, B., Fievez, V., Demeyer, D., & Dewhurst, R. J. (2006). Effect of forage: concentrate ratio on fatty acid composition of rumen bacteria isolated from ruminal and duodenal digesta. *Journal of Dairy Science*, 89(7): 2668-2678.

Woodsa, V.B., Fearonb, A.M. (2009). Dietary sources of unsaturated fatty acids for animals and their transfer into meat, milk and eggs: A review. *Periodicals*, 126: 1-20.

Yayneshet, T., Eik, L.O., Moe, S.R. (2008). Influences of fallow age and season on the foraging behavior and diet selection pattern of goats (*Capra hircus* L.) *Small Ruminant Research*, 77: 25-37.

Yu L. Free radical scavenging properties of conjugated linoleic acid. (2001). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49:3452-3456.

Yurawecz, M.P., Roach, J.A., Sehat, N., Mossoba, M.M., Kramer, J.K., Fristsche, J., Steinhart, H., and Ku, K. (1998). A new conjugated linoleic acid isomer, 7 trans, 9 cis-octadecadienoic acid, in cow milk, cheese, beef and human milk and adipose tissue. *Lipids*, 33: 803-809.

Zervas, G., Tsiplakou, E. (2011). The effect of feeding systems on the characteristics of products from small ruminants. *Small Ruminant Research*, 101: 140-149.

Zhang, B. (2011). Animal National Commission of Animal Genetic Resources genetics resources in China, sheep and goat, China ed.