



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUÍS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA



CALIDAD DE LA ALIMENTACIÓN DE CAPRINOS EN UN MÓDULO
AGROSILVOPASTORIL DE ZONAS ÁRIDAS

Por:

Montserrat Juárez Macías Valadez

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de
Maestra en Producción Agropecuaria



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUÍS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA



CALIDAD DE LA ALIMENTACIÓN DE CAPRINOS EN UN MÓDULO
AGROSILVOPASTORIL DE ZONAS ÁRIDAS

Por:

Montserrat Juárez Macías Valadez

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de
Maestra en Producción Agropecuaria

ASESORES:

Dr. Sergio Beltrán López

Dr. Gregorio Álvarez Fuentes

Dr. Jorge Urrutia Morales

Dra. Catarina Loredo Osti

El trabajo titulado “**Calidad de la alimentación de caprinos en un módulo agrosilvopastoril de Zonas Áridas**” fue realizado por Montserrat Juárez Macías Valadez como requisito parcial para obtener el grado de “Maestra en Producción Agropecuaria” y fue revisado y aprobado por el suscrito comité de tesis.

Dr. Sergio Beltrán López

Asesor principal

Dr. Gregorio Álvarez Fuentes

Asesor

Dr. Jorge Urrutia Morales

Asesor

Dr. Catarina Loredo Osti

Asesor

Ejido Palma de la Cruz, municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P. a los 18 días del mes de diciembre de 2012.

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente trabajo, a las personas que me apoyaron incondicionalmente, que me dieron su comprensión y tolerancia y que siempre me alentaron y me brindaron su cariño y amor, en este trabajo y en todas las etapas de mi vida: Mis padres Jaime y Covadonga y mis tres hermanos: Santiago, Covadonga y Sebastián. Gracias por estar siempre presente en cada paso de mi vida..

También quiero dedicarlo al amor de mi vida, con quien he compartido los mejores momentos de mi vida, y que siempre ha estado ahí en las buenas y en las malas, apoyándome y alentándome en los momentos difíciles.

A mis amigas, por siempre brindarme su cariño, apoyarme y echarme porras en cada una de las metas que me propongo: Sarai, Ana, Ale, Betsaida, Mary y Noemí.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y a la Facultad de Agronomía por todas las facilidades para desarrollarme profesionalmente.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haberme apoyado económicamente con la beca número 55942, con la cual, pude realizar mis estudios de maestría.

Agradezco enormemente a mis asesores quienes me apoyaron en todo para la realización de este trabajo de tesis:

Al Dr. Sergio Beltrán López por ser mi maestro, mi asesor y permitirme colaborar en varios de sus trabajos de investigación, por su apoyo y comprensión.

Al Dr. Gregorio Álvarez Fuentes por ser más que mi asesor, por alentarme y brindarme el tiempo necesario para corregir, modificar y realizar los análisis correspondientes de este trabajo. Por haberme permitido realizar todo el trabajo de laboratorio, bajo su asesoría.

Al Dr. Jorge Urrutia Morales por su apoyo en la realización de este trabajo y la transmisión de sus grandes conocimientos, por su tiempo y todas sus atenciones.

A la Dra. Catarina Loredo Osti por ser mi asesora en el desarrollo de mi tesis y por su gran apoyo y asesoría.

Agradezco al Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, por haberme permitido realizar los análisis bromatológicos de las muestras, en especial a Flor y a Yosahandy, por su ayuda y tiempo en cada una de las determinaciones.

Al Sr. Benito y su familia, por permitirme trabajar con su rebaño de cabras, dándome todas las facilidades para realizar este trabajo. A Mariana y sus hijos, que siempre me dio su cariño y ayuda en cada una de las visitas.

CONTENIDO

DEDICATORIAS	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
SUMMARY	xi
INTRODUCCIÓN	1
Hipótesis	2
Objetivos	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Producción de Caprinos en el Mundo	3
La producción de Cabras en México	5
Sistema de Producción de Caprinos	7
Comportamiento Ingestivo de en Sistema Extensivo	9
Estrategias de pastoreo	9
Actividades de pastoreo	10
Selección del alimento	11
Especies vegetales	12
Composición química	13
Condición del agostadero	14
Estado fisiológico de los animales	14
Estado sanitario	15
Edad	16
Experiencia previa	16
Factores genéticos	16
Factores climáticos	17

Manejo	17
Comportamiento del rebaño en el sitio del pastoreo	18
Actividad de la rumia	18
Actividad de descanso	19
Distancia de pastoreo	19
Consumo de agua	20
Actividad de excreción fecal y urinaria	20
Requerimientos Nutricionales de las Cabras	20
Requerimientos de proteína metabolizable (PM)	21
Requerimientos de energía metabolizable (EM)	21
Requerimientos de minerales y vitaminas	22
Minerales	23
Vitaminas	23
Producción de leche de cabra	24
Raza	25
Edad al parto y número de lactancia	26
Duración de de lactancia	27
Composición química de la leche	27
Mediciones Corporales	28
Peso al nacimiento	28
Ganancia de peso	29
Peso vivo	29
Sistema Agrosilvopastoril	29
MATERIALES Y MÉTODOS	33
Localización y Caracterización	33
Sistema de Producción	33
Acciones realizadas para el Establecimiento de un módulo ASP	34
Descripción del Rebaño	36
Periodo de Muestreo	36
Determinación de la Dieta Consumida	36

Mediciones Complementarias	37
Análisis Estadísticos	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
Calidad Nutricional de los Ingredientes	39
Producción de leche	45
Peso del Ganado	46
CONCLUSIONES	48
LITERATURA CITADA	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Número de cabezas de ganado caprino en los principales Estados de la República.....	7
2	Requerimientos de Proteína Metabolizable (PM) para mantenimiento en g/d y suma PM_m y Proteína Metabolizable requerida para ganancia de peso (PM_g) de cabras lecheras adultas en actividad reproductiva.....	22
3	Requerimientos de Energía Metabolizable para mantenimiento (EM) en Mcal/d y suma EM_m y Energía Metabolizable requerida para ganancia de peso (EM_g) de cabras lecheras adultas en actividad reproductiva.....	22
4	Requerimientos de Ca, P y vitaminas A y E para el mantenimiento de cabras lecheras adultas de acuerdo al peso corporal.....	24
5	Duración de la lactancia en diferentes razas caprinas en dos diferentes sistemas de producción.....	27
6	Composición química promedio de tres leches (100 g).....	28
7	Composición química de los ingredientes alimenticios consumidos por las cabras.....	40
8	Ingredientes suministrados a través del año en la Comunidad de Tinajuelas, Charcas, S.L.P. (2011).....	41
9	Composición bromatológica promedio por mes durante el año (%).....	42
10	Esquema de alimentación recomendado.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Distribución de la Población Mundial de Ganado Caprino.....	3
2	Porcentaje de producción de leche de cabra en el Mundo.....	4
3	Porcentaje de producción de carne de cabra en el Mundo.....	5
4	Esquema del Sistema Agrosilvopastoril.....	32
5	Contenido de PC en los ingredientes proporcionados a los animales a lo largo del año y los requerimientos nutricionales de los animales.....	43
6	Contenido de FDA, FDN y FC en los ingredientes proporcionados a los animales a lo largo del año.	44
7	Contenido de Proteína (%) por época del año.....	45
8	Producciones mensuales promedio del rebaño.....	46
9	Peso promedio (Kg.) del rebaño caprino durante el año.....	47

RESUMEN

En los sistemas extensivos para la producción de caprinos en el Norte de México, existe una fuerte problemática debido a que la alimentación del ganado está sumamente restringida en los agostaderos dada a la baja disponibilidad de forraje de especies nativas como consecuencia del sobrepastoreo, aunado a las escasas lluvias que en los últimos años se han presentado en el país. El objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad de la alimentación de ganado caprino en un Sistema Agrosilvopastoril para satisfacer los requerimientos nutricionales de los caprinos durante todo el año. El estudio se realizó durante un año en la comunidad de Tinajuelas, Municipio de Charcas, San Luís Potosí, detectando mediante muestreos, los forrajes que consumían los caprinos en el agostadero por medio del seguimiento del rebaño, al igual que los alimentos y complementos alimenticios que se proporcionaron en las diferentes épocas del año en comedero. Se cuantificó la producción de leche y se registraron las variaciones en peso del ganado a través del año. Con base en los análisis bromatológicos, se observó que la calidad nutricional de la alimentación de las cabras no tuvo diferencias significativas en ninguna época del año (fría-seca y de lluvias) analizando las variables de respuesta como PC (15.6% vs 11.1%), FDN (41.0% vs 39.7%), FDA (26.7% vs 28.3%) y se determinó que la producción de leche fue sostenida durante todo el año. Los resultados indican que es factible la aplicación de un sistema Agrosilvopastoril en zonas áridas y semiáridas para obtener una productividad sostenible durante todo el año, a pesar que en este año en especial, no se contó con todos los elementos del sistema.

Palabras clave: Caprinos, Alimentación, Sistema Agrosilvopastoril, Zonas Áridas.

SUMMARY

In extensive systems for the production of goats in northern Mexico, there is a strong problematic because cattle feed is extremely restricted in rangelands due to low availability of forage native species due to overgrazing, coupled with poor rains in recent years have occurred in the country. The agroforestry system is an option that can help solve this problem, in addition to promoting the conservation and recovery of rangelands in the medium term and will create a culture of prevention through the production and preservation of cut forage to meet to the dry season, which will be sustainably increase the production of meat and milk goats in arid areas. The study was conducted over a year in the community waterpots, Municipality of Charcas, San Luis Potosi, detected by sampling, forage consumed by the goats in the pasture, as well as supplements that are provided at different times of the year. We evaluated and milk production were recorded in cattle weight variations throughout the year. Based on bromatological analysis, it was found that the nutritional quality of the diet of goats was not significantly different in any time of year and it was determined that milk production was fair to good, despite extreme environmental conditions that are goat production systems in arid areas as a result of the implementation of feeding strategies in agroforestry system.

Keywords: goats, food, agroforestry system, arid areas.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales actividades pecuarias desarrolladas en el norte de México es la producción de ganado caprino, encontrándose alrededor de 9 millones de cabezas de ganado y en donde San Luís Potosí ocupa el quinto lugar a nivel nacional con 616,995 cabezas de ganado, actualmente con 6.4% de la producción nacional de leche de cabra y 2.1% de producción nacional de carne en canal (SIAP, 2011).

En las zonas áridas y semiáridas de San Luís Potosí la producción caprina se realiza en forma extensiva y con manejo tradicional, en donde las cabras pastorean en agostaderos con escasa vegetación debido al sobrepastoreo y a la degradación continua, en donde actualmente solo prevalecen cactáceas, vegetación micrófila, nopaleras e izotal, especies con muy poca disponibilidad para los animales durante los siete meses del año que abarca la época de frío y de sequía (diciembre-junio).

La calidad del forraje varía con el clima y algunas veces conduce a una nutrición animal inadecuada. (Ramírez, 2004). En los últimos dos años, la sequía extrema que ha soportado toda la parte norte del país, ha provocado grandes de pérdidas de cabezas de ganado. La falta de agua en los abrevaderos afecta directamente los principales parámetros productivos y reproductivos del ganado, independientemente de la disponibilidad de forraje que exista en las tierras de pastoreo. (Ginger *et al.*, 2011). Desde el punto de vista forrajero, la escasez de agua de lluvia además de disminuir el rendimiento de las plantas nativas o cultivadas refleja una drástica reducción de la capacidad de carga animal de los predios. (Ginger *et al.*, 2011).

Tradicionalmente, los productores de ganado caprino han utilizado el agostadero como fuente principal de forraje, apoyándose en el rastrojo de maíz y el tazol de frijol, además del maguey y nopal. Ocasionalmente adquieren grano de maíz y algún concentrado, sin embargo, los altos costos para la compra de estos alimentos para el ganado, han hecho que los productores vayan reduciendo sus rebaños ante la grave escases de forraje. Por lo tanto, la estrategia que se presenta en este trabajo de enfocar la producción de los sistemas agrícolas y forestales para mejorar la producción pecuaria da

origen a los sistemas Agrosilvopastoriles, en donde la integración de las relaciones que se establecen entre sus componentes es una herramienta que puede ayudar al productor a mejorar la calidad de la dieta del ganado. (Beltrán, 2010).

Hipótesis

La calidad nutritiva de los alimentos considerados en un modulo agrosilvopastoril en zonas semiáridas cubren los requerimientos de las cabras en mantenimiento en cualquier época del año.

Objetivo

El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad de los recursos forrajeros utilizados en la alimentación de ganado caprino en un modulo agrosilvopastoril, en condiciones semiáridas, y su contraste con los requerimientos para mantenimiento de la cabra establecidos por NRC, durante todo el año.

REVISIÓN DE LITERATURA

Producción de Caprinos en el Mundo

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, con sus siglas en inglés FAO, estimaron que existe una población mundial de 850 millones de cabras en el año 2007, las cuales están distribuidas de la siguiente manera (figura 1):

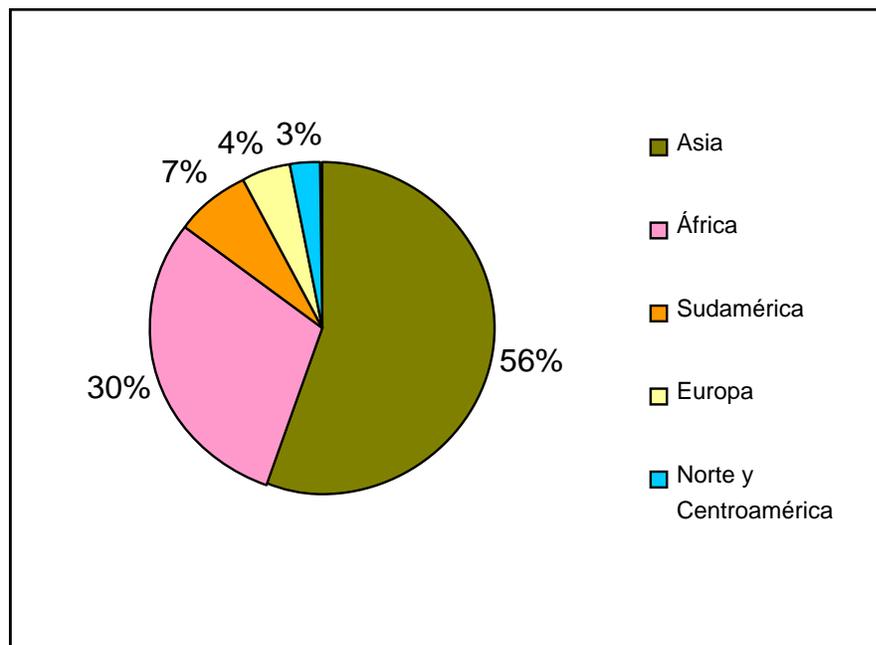


Figura 1. Distribución de la Población Mundial de Ganado Caprino. FAO, 2007.

Los países con mayores poblaciones son China con el 20.61 % de la población mundial, India con el 17.08 %, Pakistán con el 6.58 %, Sudán con el 5.25 %, México representa el 1.33 % del total mundial. De las cabras se obtiene el 2% de la leche (Figura 2) 6% de la carne total mundial (Figura 3), y el 4% de las pieles. Mundialmente, la mayor parte de la producción de los caprinos, la consume el propio criador; por lo que las cabras juegan un papel de subsistencia mucho mayor que las especies bovina y ovina. (Aréchiga, *et al.*, 2008).

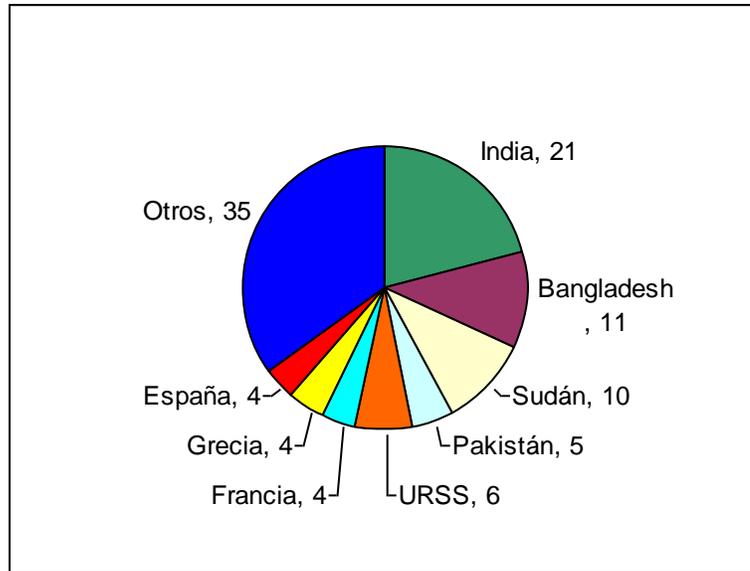


Figura 2. Porcentaje de producción de leche de cabra en el mundo (promedio 2000-2004). Fuente: FAO, 2007.

Las cabras proporcionan a nivel mundial más de 280,000 toneladas de carne y 7.2 millones de toneladas de leche, constituyendo así una fuente muy importante de alimentos para muchos países. Principalmente en regiones secas y áridas en donde habita el 55% de las cabras en comparación al 39% de bovinos y el 25% de los ovinos que habitan en ese tipo de regiones. Aunado a ello, más del 94% de la población mundial de cabras se encuentran en los países en vías de desarrollo y en ellos las cabras producen más leche que las ovejas a pesar de que la población de ovinos en estos países es mayor en un 25%. Sin embargo existe una disparidad, mientras que Asia y África con un 85% de la población caprina mundial producen el 64% de la producción mundial de leche de cabra (Devendra, 1991) los países desarrollados con aproximadamente el 6% de la población caprina producen el 25% de la producción mundial de leche de cabra (Morand-Fehr y Jaouen, 1991). Esta disparidad se debe principalmente a que estos países cuentan con sistemas de producción intensiva de leche con buen nivel tecnológico, alta rentabilidad y que implementan programas de mejoramiento genético sostenido con base en la implementación de varias tecnologías reproductivas, entre ellas la inseminación artificial.

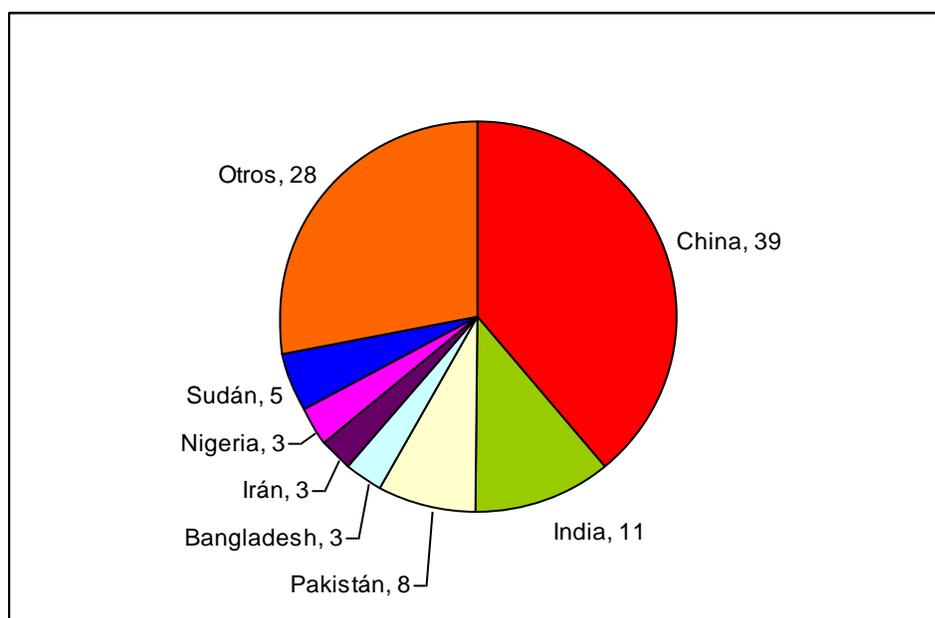


Figura 3. Porcentaje de producción de carne de cabra en el mundo (Prom. 2000-2004) fuente: FAO, 2007.

La Producción de Cabras en México

La cría de caprinos como actividad productiva en México ha sido estudiada con amplitud por Arbiza *et al* (1986), al mencionar que las primeras cabras introducidas fueron la Blanca Celtibérica, Murciana, Granadina, Castellana, Malagueña y Nubia. Otras razas exóticas introducidas fueron la Angora y la Jamnapari. En la producción de leche ha sido importante la contribución que han tenido en México las razas Saanen, Anglonubia, Alpina y Toggenburg.

La literatura sobre la cabra criolla en México ha sido revisada por Ramírez y Mellado (1996), coincidiendo todos los estudios en que son cabras que proceden de los animales que fueron introducidos desde España en la época de la conquista y que se han seleccionado en forma natural durante cinco siglos, adquiriendo la capacidad de sobrevivir en climas difíciles, con escasez de forraje y limitado consumo de agua.

Debido a la gran variabilidad de condiciones ecológicas y de manejo en que se crían las cabras en México, ha dado por resultado varios tipos genéticos:

- En la parte poniente del país, el 81% de las cabras son criollas y el resto cruza de Nubia (11%), Saanen (4%) o ambas (4%) (Martínez, 1992).
- En la parte centro del país, (García, *et al*, 1992) encontraron que predominaban los caprinos de raza indefinida (51%), seguidos de la Nubia (42,2%), Alpina (2,2%) y Granadina (4,6%).
- Para el sur del país el tipo genético criollo se cría en el 100% de las explotaciones (Hérrnandez y Sierra, 1992).

En México se considera que se encuentra el rebaño más grande del Continente, a pesar de que la población caprina se ha visto disminuida desde 1993. En México existen 494,000 unidades de producción caprina y aproximadamente 1.5 millones de mexicanos tienen como actividad productiva primaria o complementaria a la caprinocultura. El 64% de las cabras se concentra en sistemas de producción extensivos, característicos de las zonas áridas y semiáridas y el 36% restante en la región templada del país (Cantú, *et al*, 1989).

El rebaño nacional de caprinos en 2011 fue de 9,004,377 cabezas, de acuerdo al Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Los estados con mayor población caprina son: Puebla con el 16.17 % de la población total nacional, Oaxaca con el 13.41%, San Luís Potosí con el 6.8%. Las cabras produjeron durante todo el 2008, 43,8128 toneladas de carne y 165,196 litros de leche. Dentro de los Estados más productores de leche, sobresalen Coahuila con el 37.2 % del total nacional, Durango 21%, Guanajuato 16.8%, Nuevo León 9.9%, Jalisco 3.7% y Zacatecas 3.2 %. Para San Luis Potosí, de carne en canal fueron 2,771 toneladas y de leche fue 3,518 miles de litros, 6.4 y 2.1% de la producción nacional, respectivamente (SIAP, 2011).

Cuadro 1. Número de cabezas de ganado caprino en los principales estados de la República Mexicana. (SIAP, 2011).

ESTADO	2004	2006	2008	2009
PUEBLA	1,37,4426	1,336,185	1,438,577	1,454,041
OAXACA	1,146,843	1,141,163	1,186,789	1,206,183
GUERRERO	678,136	679,760	676,613	662,238
COAHUILA	649,194	610,550	656,555	657,234
SAN LUIS POTOSI	711,480	712,247	610,334	618,118
GUANAJUATO	495,850	511,267	359,239	571,218
ZACATECAS	542,832	586,963	562,744	569,178
PRODUCCION NACIONAL	8,852,564	8,890,394	8,952,144	8,989,262

Sistemas de Producción de Caprinos

Los productores de ganado caprino generalmente no están especializados en una sola actividad productiva, si no que combinan varias actividades para cubrir sus necesidades de alimentación e ingresos, como actividades complementarias se pueden mencionar:

- Las actividades agrícolas.
- La recolección de productos forestales
- El comercio
- La oferta de mano de obra (fuerza de trabajo).
- La combinación de cría de vacunos–ovinos–caprinos.

El sistema tradicional de producción de caprinos ha sido el extensivo, que se practica en zonas áridas, áreas montañosas y climas templados. Los sistemas extensivos (Tuncel y Rehber, 1995) o pastoriles (Wilson, 1986), se han dividido en migratorios y sedentarios.

Los sistemas caprinos extensivos se orientan a la producción de carne, ya que la leche se utiliza fundamentalmente para la alimentación de los cabritos (Charlet y Le Jaouen, 1977). Si bien, existen rebaños de vocación mixta, leche y carne, aunque la producción de leche está limitada por la disponibilidad de alimentos naturales y el uso de suplementos (Tuncel y Rehber, 1995; Charlet y Le Jaouen, 1977; Sánchez, 1988). Como ventajas de los sistemas caprinos extensivos se pueden señalar la mejora de la fertilidad del suelo por las deyecciones de los animales, el control de las malas hierbas y la mayor entrada económica por la venta de leche y cabritos. Como desventajas se señalan a la compactación del suelo debido al pisoteo, los riesgos de consumo de plantas tóxicas, así como el posible daño de las cabras a las plantaciones agrícolas establecidas (Zari y Scappini, 1996).

El tamaño de los rebaños varía de acuerdo a factores como el sistema de producción, la combinación de actividades productivas, la tenencia y extensión de tierra, el acceso a áreas de pastoreo, la tradición en la cría de caprinos, la disponibilidad de mano de obra y la especialización de la producción (Tuncel, E. y Rehber, E., 1995) (Ruiz *et al.*, 1992). Para México, el tamaño de rebaño tuvo un rango de 246-415 cabras por productor, coincidiendo el menor tamaño de rebaño con el uso de terrenos comunales (Ruiz *et al.*, 1992). La estructura de los rebaños depende de la orientación productiva, así por ejemplo en los rebaños productores de cabrito, el 95% de los animales son hembras, y para los rebaños que venden animales adultos en México, la composición el rebaño es de 60% hembras, 37% animales jóvenes y 3% sementales (Ruiz *et al.*, 1992; García *et al.*, 1992).

Comportamiento Ingestivo en el Sistema Extensivo

La cosecha de forraje involucra la búsqueda de comida, selección del alimento, prehensión, masticación y deglución. El animal busca y selecciona el forraje en un plano vertical y horizontal, donde incluye en la actividad de la quijada movimientos de arreglo del forraje en la boca. El forraje es tomado por la boca, mordida y cortada con tirones de la cabeza hacia adelante y hacia atrás, luego masticada, arreglada y mezclada con saliva, para formar un bolo que es tragado y posteriormente regurgitado desde el rumen (Arnold *et al.*, 1978; Vallentine, 1990).

Las cabras tienen un comportamiento ingestivo similar al de ovejas, sin embargo poseen hocico largo y estrecho con boca pequeña labios superiores móviles y lengua prensil que otorga gran habilidad permitiendo el ramoneo de hojas pequeñas e incluso especies espinosas (Arbiza *et al.*, 1986; Vallentine, 1990; Van Soest, 1991).

Las interrelaciones entre las variables depende de la estructura física de los grupos de forrajes, su volumen, densidad y altura (Vallentine, 1990), asociado además a que las variables del comportamiento ingestivo tienen distintos tiempos de duración y rasgos que depende del animal, alimento y ambiente que determinan el complejo comportamiento animal en pastoreo teniendo repercusión sobre la ingestión de forraje (Arnold *et al.*, 1978; Vallentine, 1990).

Un forraje es consumido, dependiendo de su accesibilidad y su aceptabilidad en función del sabor, olor y apariencia; y de la experiencia y saciedad del animal. Las cabras utilizan para el pastoreo y en ramoneo 6 a 9 horas (Arnold *et al.*, 1978; Kenney *et al.*, 1984a; Ridder *et al.*, 1986; Vallentine, 1990).

Estrategias del pastoreo

Diferentes actividades como el pastoreo, rumia, descanso, caminar y consumo de agua se desarrollan en permanente transición a lo largo del día, vinculado con el mantenimiento y supervivencia del animal (Arnold *et al.*, 1978). Estas actividades suceden en períodos alternados en el día, existiendo diferencias en la duración,

intensidad y desarrollo, dependiendo de las condiciones extrínsecas e intrínsecas del animal (Ridder *et al.*, 1986).

Actividad de pastoreo

El pastoreo por las cabras se realiza fundamentalmente durante las horas de luz, y en caso que éstas se vieran disminuidas, limitada la disponibilidad de forraje o la existencia condiciones ambientales adversas, el animal incrementa la alimentación durante la noche como forma de mantener el consumo de materia seca (CMS) bajo condiciones estables (Arnold *et al.*, 1978; Ridder *et al.*, 1986).

Con temperaturas altas (por encima de 25 °C) el animal prefiere estar echado descansando o bajo sombra y aumentando así mismo la frecuencia de beber agua, lo cual va en detrimento del tiempo para la cosecha del forraje. Por otro parte, con bajas temperaturas (menores a 5-6°C) el animal busca refugio interrumpiendo el pastoreo, acentuándose el efecto de la temperatura cuando aumenta la humedad. En caso de existencia de viento y dependiendo de su velocidad se produce la interrupción de la cosecha de forraje por el animal, permaneciendo parado e inmóvil (Arnold *et al.*, 1978).

Las cabras, en relación a ovejas y vacunos, son más sensibles a cambios ambientales, varían su comportamiento rápidamente adaptándose a nuevas situaciones, utilizando más tiempo para la cosecha de forraje (20 a 25% más que las ovejas) observándose en días lluviosos que las oveja son capaces de continuar pastoreando mientras que las cabras buscan refugio o permanecen inmóviles. Los animales dan la sensación de poder predecir cuál es el día más caliente para comenzar su trabajo más temprano (Arnold *et al.*, 1978; Ridder *et al.*, 1986).

La extensión del área de pastoreo dependerá de la capacidad del animal para cubrir sus requerimientos según la disponibilidad de alimento y la facilidad de su cosecha (Arnold *et al.*, 1978).

Las cabras tienen la capacidad de regular los consumos de alimento dependiendo de la disponibilidad, donde el conocimiento por parte de los animales del tiempo que permanecen bajo similares condiciones de alimentación produce un racionamiento y

manejo del forraje tal que asegure la perpetuidad de la fuentes de alimento (Arbiza *et al.*, 1986 ; Ramírez, 1989).

Existen diferencias en el comportamiento del pastoreo de los animales dependiendo de la especie y raza, la condición fisiológica, y el tipo de organización social en la cual están inmersos los individuos dentro del hato, afectándose por éstas causas el tiempo utilizado en la cosecha de forraje (Arnold *et al.*, 1978).

En las cabras en gestación aumentan los requerimientos, y el consumo de materia seca se mantendría constante o algo decreciente (disminuyendo el consumo por unidad de peso corporal), mientras que al final de preñez el consumo (CMS) es limitado con la reducción del volumen ruminal (Morand-Fehr, P.; Jaouen, J.C., 1991) por otra parte, durante el período de lactación aumentan los requerimientos de energía y proteína para la producción de leche provocando el aumento del apetito así como el consumo (CMS) (Norbis, 1991).

Selección del alimento

Distintas comunidades de planta son sujetas normalmente a diferentes intensidades de pastoreo como resultado de la selección de los animales sobre las partes de la planta y entre especies, que lleva a la composición de la dieta estar normalmente poco relacionada a la proporción de las especies disponibles para los animales (Arnold *et al.*, 1978).

El proceso de selección no solo afecta el comportamiento de la actividad de pastoreo sino que condiciona todas las demás actividades (principalmente en la rumia, el caminar y descanso) realizadas a lo largo del día. Este proceso de selección es mediante la búsqueda de la comida por el animal evitando lo desagradable y llegar al máximo de lo agradable buscando las plantas que aporten alimentos específicos que logran cubrir las necesidades nutritivas (Arnold *et al.*, 1978).

Los factores que determinan la preferencia están relacionados a las características de la comunidad vegetal, los animales, los factores climáticos y el manejo que se realiza del ecosistema. Las características de la comunidad vegetal que integran el tapiz incluyen

las especies que la componen, el estado fenológico en que se encuentran, su composición química, accesibilidad, abundancia y distribución. Por otra parte, las características de los animales en pastoreo se definen por su estado fisiológico, estado sanitario, edad, experiencia previa alimentaria y factores genéticos (Ramírez, 1989).

Especies vegetales

Las variedad de comunidades vegetales incluye los tipos vegetativos compuestos por gramíneas (con hojas delgadas y cortas, horizontales, rastreras), especies perennes (asociados a la acumulación de órganos lignificados) y anuales (plantas que completan su actividad en el período de 9 o 10 meses desde la germinación hasta la madurez con escasa lignificación y alta capacidad de sobrevivencia a sequías o heladas invernales), arbustos (perennes de ramas leñosas de alto porte y con tronco en forma de árbol), sub-arbustos (herbáceas de base leñosa hasta altura de 25 cm. generalmente malezas) (Rosengurtt, 1979).

Frente a las comunidades heterogéneas de gramíneas, herbáceas, arbustos y árboles la cabra emplea más tiempo en escoger la parte de los vegetales a cosechar, eligiendo dentro de un rango más amplio de especies preferidas en relación a los ovinos y vacunos donde las características de la selección del alimento es diferente para cada comunidad vegetal (Morand *et al.*, 1987; Ramírez, 1989), es así que las cabras tienen gran capacidad de adaptación dependiendo de la vegetación disponible siendo consideradas por Morand y Sauvant (1984) como consumidoras adaptables con una selectividad de media a alta.

Los animales consumen las especies preferidas aunque se encuentren en baja disponibilidad lo cual repercute en la tasa de ingestión (Arnold *et al.*, 1978; Ridder *et al.*, 1986; Kenney *et al.*, 1984b), sin embargo las especies más disponibles son las primeras a ser cosechadas por las cabras (Morand *et al.*, 1987).

Las cabras en relación a las ovejas incluyen mayores cantidades de árboles y arbustos en sus dietas comparadas con herbáceas y gramíneas que son consumidas principalmente

durante otoño y principio de invierno cuando se ve reducido el ramoneo (Ramírez, 1989; Papachristou *et al.*, 1996).

Las cabras son más hábiles en la cosecha de follaje siendo capaces de mantenerse sobre las patas traseras para alcanzar las ramas más bajas de los árboles llegando a alturas que sobrepasan los 2 m. del suelo e incluso pudiendo trepar árboles para consumir el follaje en una proporción mayor a lo estimable (Arbiza *et al.*, 1986).

La cosecha en los arbustos y árboles se concentra sobre hojas más que ninguna otro parte de la planta, alimentándose las cabras de muchas plantas diferentes lo que provoca baja contribución en la cantidad individual (Ramírez, 1989).

El valor nutritivo del follaje de las especies de árboles de hoja caduca es más alto que especies herbáceas fundamentalmente durante período de seca estival, donde el contenido de la fibra en la dieta es alto (Arbiza *et al.*, 1986; Papachristou, *et al.*, 1994; Ramírez, 1989).

La gustocidad de las especies vegetales también tiene influencia en la selectividad de la dieta, estando la elección en función de la localización y disponibilidad de las especies vegetales. El grado de selectividad de los animales durante el pastoreo varía entre cada animal, la especie vegetal, disponibilidad de las plantas, el estado de madurez y la localización tridimensional de distintas partes de la planta (Ramírez, 1989).

Composición química

Los animales no reconocerían del forraje la proteína cruda (PC), fibra cruda, energía o ceniza (C) porque estas fracciones no existen como tales en nivel molecular, pero se relacionan a compuestos específicos detectados mediante el sabor y las propiedades físicas de las plantas. El alto contenido relativo de proteína cruda (PC) y la alta digestibilidad de la materia orgánica (DMO) *in vitro* es resultado del consumo por las cabras de grandes cantidades seleccionadas de follaje verde de especies de hojas caducas preferentemente leguminosas (Morand *et al.*, 1987; Papachristou *et al.*, 1994; Papachristou *et al.*, 1996). Los sentidos de la vista, tacto con labios y hocico, sabor y

olor están involucrados con la selección de la dieta (Arnold *et al.*, 1978; Kenney *et al.*, 1984a).

Los animales seleccionan a favor de forrajes con altos contenido de fósforo, azúcares y en contra de taninos teniendo alta tolerancia a los sabores amargos aun mayor que otros rumiantes (Arbiza *et al.*, 1986; Arnold *et al.*, 1978; Kenney *et al.*, 1984a; Morand *et al.*, 1987; Ridder *et al.*, 1986). Mientras que el alto contenido de agua en el forraje disminuiría la ingestión de materia seca (MS) (Kenney *et al.*, 1984b).

Los árboles de hoja caduca o perenne frecuentemente inaccesibles al pastoreo de los ovinos y vacunos pero disponible para las cabras contienen en su follaje altos niveles de proteína cruda, fibra y lignina respecto a las especies herbáceas y gramíneas o forrajes (Papachristou, 1994; Ramírez, 1989).

Condición del agostadero

Las cabras pastorean mientras van caminando, en un proceso continuo de búsqueda, selección y cosecha. Esta actividad estará determinada por la condición del agostadero, de tal manera que, cuanto más homogénea es la distribución de una especie forrajera, menos tiempo los animales dedican a la búsqueda visual que lleva a distracciones y pérdida de tiempo para la cosecha de alimento. La mayor homogeneidad en la distribución de una especie en el tapiz produce una mayor posibilidad de ésta a ser elegida, asociándose a que el principal medio de selección en el forraje es con los sentidos del olfato y tacto, los cuales son utilizados a medida que las cabras caminan en zigzag mientras incursionan con el hocico entre el arbusto (Arnold *et al.*, 1978; Kenney *et al.*, 1984a).

Estado fisiológico de los animales

Los animales manifiestan un mayor apetito al inicio del pastoreo después de una crisis alimentaria donde es afectado su estado fisiológico y el comportamiento sobre la selección de alimento. Luego del período de crisis presentan mayores consumos durante el período de realimentación, atribuido a una mayor capacidad del sistema digestivo, dado que estos tejidos serán retardados en el decrecimiento por un bajo nivel nutricional

a causa de que los compartimientos estomacales especialmente el rumen tienen prioridad para recibir los nutrientes disponibles, por lo tanto, el tubo digestivo de los animales restringidos pueden ser más grande en relación con el tamaño corporal, que explicaría el mayor consumo en condiciones de pastoreo (Verde, 1992).

Se considera también que el consumo voluntario estaría determinado no por el tamaño del sistema digestivo sino por los subproductos de la fermentación ruminal (mecanismo fisiológico de control del apetito), siendo posible que los depósitos grasos en las vísceras pudieran limitar la capacidad del tracto digestivo y por lo tanto la capacidad del animal para consumir más alimento (Morand *et al.*, 1987; Verde, 1992).

La mayor cantidad de grasa del cuerpo animal disminuye el consumo dado que la grasa disminuye la movilidad reduciendo la capacidad del animal de remover en la sangre los ácidos grasos volátiles en circulación que regula el consumo de alimento, esto supondría que a menor cantidad de reservas corporales mayores serían los consumos potenciales (Arnold *et al.*, 1978; Verde, 1992).

Estado sanitario

Las cabras con problemas en patas tienen dificultad en trasladarse para el proceso de búsqueda de alimento que imposibilitaría cubrir los requerimientos volviéndose menos selectivos obligados incluso al pastoreo echado teniendo por esta causa solo la posibilidad de comer lo que se encuentra a su alrededor, por lo tanto se recomienda sacrificarlos (Arnold *et al.*, 1978).

Los animales con problemas dentales consumen menos y realizan una mayor búsqueda de partes tiernas. Cuanto mayor edad de las cabras los problemas sanitarios se vuelven más frecuentes observándose un comportamiento más individual y solitario con una menor movilidad y seguimiento del hato por parte del animal, encontrándose en la periferia del mismo con un comportamiento menos gregario durante las actividades (Arnold *et al.*, 1978). Por lo que, con regularidad, se debe de identificar estos animales, para sacarlos del rebaño y así ajustar la carga animal, ayudando a la conservación del agostadero.

Edad

Los animales jóvenes tienen mayor capacidad de selección entre las plantas por tener la quijada más pequeña y comer más cerca del suelo que los adultos (Arnold *et al.*, 1978). Con mayor edad los animales ganan mayor experiencia y se vuelven más eficientes en la selección de alimento (Escós *et al.*, 1993).

Durante la vida del animal existe un proceso de aprendizaje para identificar los forrajes que deben ser comidos, primeramente esta enseñanza es de madre a hijo indicándole los lugares de pastoreo y que plantas debe cosechar, luego existe aprendizaje con el resto de los animales del hato. De este modo cuanto mayor edad del animal, más eficiente es el proceso de selección (Escós *et al.*, 1993; Biquand *et al.*, 1992).

Experiencia previa

La experiencia previa que un animal posee sobre un forraje determina la eficiencia con la cual es cosechada y acelera la etapa de elección o rechazo por parte de los animales, utilizando en la selección de los forrajes cualidades tales como fácil cosecha, abundancia, y disponibilidad de forraje verde. Aquellos forrajes nuevos en su dieta, son consumidos con cierta prudencia y no en su totalidad, haciendo el animal un intercambio con especies más conocidas aunque tengan menores cualidades que las deberían hacer menos preferidas (Arnold *et al.*, 1978).

Factores genéticos

El grado de preferencia de las especies consumidas, es un factor genéticamente trasladado de padres a hijos, independientemente de la situación de los animales en un momento dado por factores climáticos o producto del manejo. Existe un proceso de aprendizaje entre los individuos relacionado con la actividad de pastoreo en la localización de los lugares de alimento, y sobre la posición social que tiene cada animal dentro del hato (Biquand *et al.*, 1992; Orgeur *et al.*, 1990).

Las preferencias por algunos forrajes está relacionada directamente a las preferencias que han tenido sus padres y abuelos, siendo los distintos grupos de plantas preferidas

dependientes de la raza. Es posible suponer que existe una parcial transmisión entre las generaciones de las opciones de alimento, producto de una transmisión genética como también de hábitos alimentarios a causa de la convivencia de los individuos dentro del rebaño (Biquand *et al.*, 1992).

Factores climáticos

El viento disminuye la tasa de ingestión de los animales, dedicando un mayor tiempo al proceso de selección, y búsqueda, distrayéndose más fácilmente e interrumpiendo el pastoreo con frecuencia, eligiendo menos cantidad de forraje y dedicando más tiempo a la búsqueda de especies preferidas (Arnold *et al.*, 1978; Ridder *et al.*, 1986).

El lavado de los forrajes por la lluvia, afecta radicalmente el comportamiento ingestivo llevado por los animales hasta ese momento. Es así que, especies o partes de plantas no consumidas anteriormente se vuelven preferentemente buscadas. Las altas temperaturas y falta de sombra para los animales produce dificultades respiratorias que los lleva a detener el pastoreo y cuando éste es reiniciando los animales se vuelven menos selectivos sobre las especies a cosechar (Arnold *et al.*, 1978).

Manejo

Las prácticas de manejo tienen el propósito de mantener y hacer producir a las hembras caprinas, por lo que se consideran los requerimientos por animal y como éstos pueden ser cubiertos, considerando para ello planes de alimentación y la inclusión del rebaño como parte del sistema productivo que lleva a considerar la posibilidad del pastoreo de cabras con otras especies animales (Arbiza *et al.*, 1986).

Los planes de alimentación en un sistema pastoril consideran como base los requerimientos nutricionales y el consumo de alimentos. En el caso de los requerimientos se toman en cuenta los factores del animal que varían su apetito como son raza, nivel de producción, estado fisiológico y nutrición previa (Arbiza *et al.*, 1986).

En el consumo se consideran las características del forraje (disponibilidad del forraje, gustocidad, largo y estructura del forraje y digestibilidad), los factores del clima

(temperatura, lluvias y época del año) y otros factores que incluye la disponibilidad de agua, estado sanitario de los animales, comportamiento social, suplementación y deficiencias nutricionales (Arbiza *et al.*, 1986; Morand *et al.*, 1987).

Comportamiento del rebaño en el sitio de pastoreo

Existe sociabilidad en el pastoreo donde el comportamiento de los animales de igual especie es afectado por un conflicto entre actividades individuales y grupales, en un grupo el comportamiento es gobernado por el instinto gregario existiendo un lazo social de deseo de realizar el pastoreo con sus iguales y por otro lado existe una facilitación social donde se imita las actividades de los iguales, existiendo un aumento en el tiempo dedicado al pastoreo en grupo en relación a los animales cuando pastorean solos (Arnold *et al.*, 1978; Vallentine, 1990; Escós *et al.*, 1993).

El sentido gregario determinaría que los animales pastoreen en las mismas áreas y durante los mismos períodos diurnos lo cual lleva a determinar tasas de ingestión semejantes de pastoreo entre los individuos de un mismo hato, llevando a la formación de hábitos de pastoreo (Vallentine, 1990). La iniciación de movimientos en un hato son realizados por animales menos gregarios y más independientes, que generalmente pastorean a espaldas de los otros animales o más alejados de éstos (Vallentine, 1990).

Actividad de rumia

La rumia es la segunda actividad que mayor tiempo consume en los rumiantes, con registros de 76 minutos para vacunos, 78 minutos para ovejas y 84 minutos para cabras (siendo los valores considerados por el autor como demasiado bajos), realizado en la mayoría de casos con el animal echado. El tiempo de rumia no tiene tanta variación como el pastoreo y está en gran parte influenciado por éste. El tiempo de rumia depende del tipo, cantidad y calidad seleccionada y disponible del forraje que determina en parte el grado necesario de molienda (Arnold *et al.*, 1978).

Actividad de descanso

Por lo general, el descanso es cuando el animal está echado, variando la relación del descanso echado y parado por los factores del animal como especie, edad, estado fisiológico y del ambiente como el momento del día, estación del año y el clima. A mayor temperatura el animal descansa menos cuando esta echado y el efecto aumenta cuando la humedad aumenta (Arnold *et al.*, 1978).

En invierno el animal descansa más que en verano. Los sitios de descanso dependen del ambiente físico, el tiempo de permanencia y la ubicación con respecto al lugar de pastoreo y el recorrido para llegar a él, bajo condiciones ambientales cómodas. Es común que, los sitios escogidos para el descanso diurno difieren del escogido en la noche (Arnold *et al.*, 1978).

Durante el día los animales utilizan para descansar el propio sitio de pastoreo, donde con existencia de viento (más de 38 Km./h.) o frío (menores a 15°C) los animales buscaran expresamente refugio en el área del potrero menos expuesta, en caso de estar soleado y alta temperatura el animal se coloca a la sombra. Por la noche los animales buscan áreas más altas, cálidas y suelo desnudo, escogiendo lugares cercanos a los límites del potrero. El número de áreas elegidas por el rebaño para el descanso nocturno es limitado (Arnold *et al.*, 1978).

Distancias de pastoreo

En potreros grandes el caminar de los animales está asociado fundamentalmente a la ubicación de agujeros respecto al lugar donde se encuentran pastoreando, en caso de potreros pequeños las distancias caminadas son cortas, asociadas directamente con el pastoreo en búsqueda de alimento y en el proceso de cosecha. La distancia caminada a lo largo depende de cada animal que sea o no caminador (Arnold *et al.*, 1978).

Los animales inician el caminar y se ubican en una o dos filas con un comportamiento de facilitación social (Vallentine, 1990).

Consumo de agua

La frecuencia de beber depende de la temperatura, condición del forraje y distribución del agua. Cuando las cabras pastorean en abundante forraje verde disminuyen los consumos de agua, mientras que con forrajes secos beben en forma regular. La frecuencia de beber aumenta con la temperatura, el agua disponible y el tamaño del potrero (Arnold *et al.*, 1978).

Los animales beben después del pastoreo en la mañana hacia la tarde (53% de los consumos de agua son realizados entre las 12:00 y 16:00 horas en vacunos y ovinos) pero éste comportamiento dependerá de la estación del año, existiendo una permanencia cercana al aguaje durante el descanso del mediodía observándose en la periferia del punto de agua escasa vegetación (Arnold *et al.*, 1978). En las áreas áridas y semiáridas, el rebaño caprino, por lo general consume agua cada tercer día, ya que las distancias de los aguajes son largas.

El aumento de la distancia entre el agua y el área de pastoreo puede disminuir lineal o exponencialmente el uso del forraje, esto dependerá del tipo de vegetación, topografía y edad del ganado, existiendo un máximo al cual el animal está dispuesto a pastorear lejos del agua (Arnold *et al.*, 1978).

Actividad de excreción fecal y urinaria

La defecación es más frecuente cuanto más tiempo está el animal pastoreando y mayor consumo de forraje verde realice. La distribución de las heces se concentra en las áreas de descanso y aguajes. La frecuencia de orinar es menor que la defecación, orinando menos el animal cuando el forraje es más seco (Arnold *et al.*, 1978).

Requerimientos Nutricionales de las Cabras

Las cabras deben ser alimentadas de tal forma que se ofrezca a cada animal los nutrientes para llenar sus necesidades y la mejor forma de hacerlo es conociendo de manera precisa sus requerimientos nutricionales. Las proteínas, la energía, los minerales y vitaminas forman parte de los nutrientes requeridos por las cabras y deben ser suplidos

en la dieta, pues cumplen una serie de funciones de vital importancia para un adecuado crecimiento y desempeño reproductivo (Elizondo, 2008).

Requerimientos de proteína metabolizable (PM)

La necesidad de proteína se define como la proteína verdadera que es digerida postruminal y los aminoácidos absorbidos en el intestino (NRC, 1981). Los requerimientos son siempre mayores, en términos de concentración de la dieta, para animales jóvenes y disminuyen conforme la tasa de crecimiento se reduce. Los requerimientos son los más bajos para animales adultos en situaciones de mantenimiento, aumentan durante la preñez y se incrementan marcadamente durante periodos de máxima producción láctea (NRC, 1981). Algunos de los síntomas de una deficiencia proteica incluyen una reducida tasa de crecimiento, bajo consumo de alimento, pobre utilización del alimento, bajos pesos al nacimiento a menudo acompañados con alta mortalidad, poca producción de leche y baja fertilidad entre otros (Jurgens 1993; Kellems y Church, 1998).

El NRC (2007) recomienda incrementar los requerimientos de mantenimiento en un 10% para los animales que se encuentren en actividad reproductiva (Cuadro 2). En el Cuadro 2 se muestra los requerimientos de PM_g considerando ganancias de peso entre los 0 y 300 gramos diarios. Las hembras de primer parto se encuentran todavía en desarrollo y requieren de proteína extra para su continuo crecimiento.

Requerimientos de energía metabolizable (EM)

Con excepción del agua, la energía es el nutriente que mayormente requieren las cabras y la carencia de este elemento provoca un crecimiento lento, retardo en la pubertad, pérdida de peso, baja producción de leche, baja persistencia, lactaciones cortas y bajos porcentajes de concepción, entre otros.

En el Cuadro 3, se presenta de forma resumida los requerimientos de energía metabolizable para animales con un peso entre los 20 y 90 kilogramos. Mayor a 18 meses de edad. La energía metabolizable para crecimiento considera ganancias de peso entre los 0 y 300 gramos diarios.

Cuadro 2. Requerimientos de proteína metabolizable para mantenimiento^a (PM) en g/d y suma PM_m y proteína metabolizable requerida para ganancia de peso (PM_g) de cabras lecheras adultas^b en actividad reproductiva.

GENERO	GPD (g/d)	PESO VIVO (Kg.)					
		20	30	40	50	60	70
Hembras y Machos							
PMm		26.74	38.26	49.42	60.34	71.07	81.66
PMg + PMm	20	32.54	44.06	55.22	66.14	76.87	87.46
	40	38.34	49.86	61.02	71.94	82.67	93.26
	60	44.14	55.66	66.82	77.74	88.47	99.06
	80	49.94	61.46	72.62	83.54	94.27	104.86
	100	55.74	67.26	78.42	89.34	100.07	110.66

GPD = ganancia de peso diaria.

a = Estimado utilizando un consumo de MS igual a 2.5% del peso corporal.

b= Mayor a los 18 meses de edad.

Cuadro 3. Requerimientos de energía metabolizable para mantenimiento (EMm) en Mcal/d y suma de EMm y energía metabolizable requerida para ganancia de peso (EMg) de cabras lecheras adultas. (NRC, 2007).

GENERO	GPD (g/d)	PESO VIVO (Kg.)							
		20	30	40	50	60	70	80	90
Hembras									
EMm		1.133	1.536	1.906	2.253	2.583	2.899	3.205	3.501
EMg + EMm	20	1.269	1.672	2.042	2.389	2.719	3.036	3.341	3.637
	40	1.406	1.808	2.178	2.525	2.855	3.172	3.477	3.773
	60	1.542	1.944	2.314	2.661	2.992	3.308	3.614	3.91
	80	1.678	2.081	2.451	2.798	3.128	3.444	3.75	4.046
	100	1.814	2.217	2.587	2.934	3.264	3.581	3.886	4.182

Requerimientos nutricionales de minerales y vitaminas

Los requerimientos de mantenimiento incluyen las pérdidas endógenas fecales y las pérdidas en la orina. La suma de los requerimientos tanto para mantenimiento, lactación, preñez y crecimiento es el requerimiento verdadero de los tejidos por el mineral y se

refieren como los requerimientos del mineral absorbido. La dieta debe suplir esta cantidad para todos los tejidos.

En la Cuadro 4, se presentan los requerimientos de minerales y vitaminas para mantenimiento de animales adultos con un peso entre los 20 y 90 kilogramos.

Minerales

Un número de elementos inorgánicos son esenciales para el normal crecimiento y reproducción de los animales. Los macrominerales son importantes componentes estructurales del hueso y otros tejidos y sirven como constituyentes de fluidos corporales. Juegan un papel preponderante en el mantenimiento del balance ácido-base, presión osmótica, potencial eléctrico de las membranas y transmisión de impulsos nerviosos. Los elementos trazas están presentes en los tejidos corporales en bajas concentraciones. En ocasiones sirven como componentes de metalo-enzimas y cofactores enzimáticos o como componentes de hormonas en el sistema endocrino (Jurgens 1993; NRC, 2001; McDowell 2003; Gropper *et al.*, 2005).

Ningún elemento se absorbe o se utiliza en su totalidad y alguna cantidad siempre se pierde en los procesos digestivos y metabólicos. La absorción de los minerales se ve afectada por varios factores, entre ellos el tipo de ración, la forma química del elemento, la proporción de minerales presentes en la dieta, el pH intestinal, el tipo de alimento, la edad y el sexo del animal. El NRC (2007) reporta valores de absorción verdadera en cabras lecheras de 45 y 65% para el calcio y fósforo respectivamente.

Vitaminas

Las vitaminas son un grupo heterogéneo de sustancias orgánicas que son factores esenciales de muy alta actividad biológica y que son requeridas en pequeñas cantidades para el mantenimiento y crecimiento de las células y para el funcionamiento de los tejidos. Estas deben ser suplidas en la dieta, ya sea porque el organismo no las puede sintetizar o no las puede sintetizar en cantidades suficientes para una óptima salud y desempeño, tanto productivo como reproductivo (Stipanuk 2000, NRC 2001, Gropper *et al.*, 2005).

Cuadro 4. Requerimientos de Ca, P y vitaminas A y E para el mantenimiento de cabras lecheras adultas de acuerdo al peso corporal. (NRC, 2007).

PESO CORPORAL	MINERALES¹		VITAMINAS	
	Kg.	Ca g/d	P g/d	A RE/d
20	1.2	0.8	628	106
25	1.4	1	725	133
30	1.5	1.1	942	159
40	1.9	1.5	1256	212
50	2.2	1.8	1570	265
60	2.6	2.2	1884	318
70	2.9	2.5	2198	371
80	3.3	2.8	2512	424
90	3.6	3.2	2826	477

¹ Estimado utilizando un consumo de materia seca igual a 2.5%

RE = Equivalente de Retinol

UI = Unidades Internacionales

Las vitaminas tienen diversas funciones las cuales incluyen participación en muchos ciclos metabólicos, función inmunológica de las células y regulación genética. Casi todos los alimentos contienen algunas de las diversas vitaminas, sin embargo, su concentración varía considerablemente. (Kellems y Church, 1998).

Los rumiantes requieren de las vitaminas liposolubles: A, D, E y K. Sin embargo, las vitaminas A y E son las únicas con un requerimiento absoluto en la dieta. La vitamina K es sintetizada por los microorganismos del rumen y del intestino. La vitamina D se sintetiza en la piel por la radiación ultravioleta. Existe una creciente necesidad de agregar fuentes alimenticias que suplan de vitaminas A, D y E (NRC 2001, 2007).

Producción de Leche de Cabra

La leche, sin lugar a dudas es considerada como el alimento más completo que existe en la naturaleza, principalmente por el valor biológico de sus constituyentes.

La producción de leche caprina en México, se caracteriza por ser un sistema de producción extensivo y en pocos casos existe la producción estabulada, en donde se puede observar un aumento de la producción en la época de lluvias y bajas en las épocas de sequía. En la mayoría de las explotaciones, se carece de adecuados esquemas de alimentación, se observan deficiencias en la salud e higiene de las cabras, fallas en las prácticas de manejo, falta de control de las enfermedades transmisibles al hombre, deficiente capacitación del personal del establo, entre otras causas. Aunado a lo anterior, la falta de conocimiento del consumidor de las ventajas nutritivas y de salud que representa el consumo de leche de cabra contra la leche de vaca, han hecho que la leche de cabra sea destinada principalmente para la elaboración de quesos, dulces y derivados.

Existen diversos factores que modifican la producción de leche en las cabras, entre ellos se encuentran los genéticos, principalmente la raza y otros más como los ambientales, que incluye el clima, la alimentación, el manejo del hato, etc.

La producción diaria de leche de cabras en pastoreo consignada para las zonas áridas y semiáridas, varía de 0.55 a 0.66 Kg. por animal, con lactancias de 180 a 210 días (Hernández, 2000), de 0.224 Kg. (García, 1983) y de 1.44 ± 0.5 Kg., con lactancias de 206 ± 6 días (Palma, 1995). Las variaciones en la producción de leche pueden estar relacionadas con la incidencia de enfermedades metabólicas postparto, complicaciones al parto y consumo de alimento al inicio de la lactancia.

Raza

Sigwald (1993) demostró que la raza influye en la producción láctea de caprinos al obtener producciones en una curva de lactación de 300 días, de 665 Kg. en Alpinas y 709 Kg. en Saanen, siendo notoria la diferencia, según el genotipo utilizado, a favor de la raza Saanen.

Montaldo *et al* (1981) realizaron mediciones sobre la capacidad genética de las cabras de México, indicando que el potencial para la producción de leche se mejora por medio de cruza absorbente de la cabra criolla con Granadina con distintas razas especialidades: Nubia, Toggenburg, Saanen y Alpina. Cuando el grado de pureza es

mayor y aunado a eso, existe un buen sistema estabulado, en donde se realizan dos ordeñas al día y hay una buena alimentación con forrajes de grano y concentrado.

Otro estudio hecho por Palma (1995), observó que los grupos raciales Toggenburg y Saanen sobresalían con una producción media de 383.3 ± 29.0 y 380.8 ± 16.0 respectivamente, en comparación con los grupos raciales Alpina, Nubia y Granadina.

Edad al parto y número de lactancia

El grado de madurez de la ubre influye para que la cabra tenga una buena producción de leche, con la finalidad de acumular un mayor número de lactancias en su vida productiva que pueden ser de una a ocho, en las cuales la mayor cantidad de leche se obtiene entre la segunda y cuarta lactancia, dependiendo de la raza, la edad al primer parto y el manejo alimenticio que se les dé a los animales.

La edad es un factor importante, ya que el envejecimiento progresivo de los tejidos y la disminución del ritmo metabólico, disminuyen con el envejecimiento del animal. (Gall, 1981). En sistemas intensivos la edad al primer parto se obtiene aproximadamente al año de edad y alrededor de los dos años en el caso de sistemas semi-intensivo y extensivo (Morand-Fehr y Jaouen, 1991).

La producción de leche, influenciado por la edad fue estudiado por Montaldo y Sánchez en 1991, quienes registraron mayores producciones cuando los animales tenían 3-4 años de vida, es decir, cuando se encontraban en la tercera o cuarta lactancia y declinaba esta misma a los 5 años de edad, las razas que se utilizaron fueron Alpina, Nubia, Saanen y Toggenburg.

Mellado *et al* (1991) indicaron que en la cuarta lactación se presentan las mayores producciones lácteas para cabras nativas en condiciones de pastoreo. Sin embargo, en otro estudio se presentó entre la cuarta y quinta lactancia, habiendo una menor producción en las cabras de primer y segunda lactancia. (1995).

Duración de la lactancia

De igual modo que la producción de leche, la duración de la lactancia depende de la raza y de las condiciones ambientales en donde estén sujetas las cabras. Se ha señalado que la duración es de 200 - 300 días con una o dos ordeñas al día. (Gall, 1981).

En el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos en varios estudios de acuerdo a la duración de la lactancia y dependiendo del sistema de producción en donde se encontraban.

Cuadro 5. Duración de la lactancia en diferentes razas caprinas en dos diferentes sistemas de producción.

Raza	Duración de la lactación (días)	Sistema de Producción	Numero de lactancia	Referencia
Alpina, Nubia, Saanen y Toggenburg	276	Semi-Intensivo		Peraza (1983)
Alpina, Nubia, Saanen y Toggenburg	224 a 288	Semi-Intensivo		Galina (1992)
Alpina	248	Intensivo		Sigwald (1993)
Saanen	255	Intensivo		Sigwald (1993)
Toggenburg	206	Semi-Intensivo	Cuarta y quinta	Palma (1995)
Saanen	206	Semi-Intensivo	Cuarta y quinta	Palma (1995)

Composición química de la leche

La leche es el principal alimento de los mamíferos, ya que consiste en un sistema complejo formado por dos fases físicamente homogéneas: una líquida y otra sólida; entre estas fases se encuentran diversos constituyentes (Cuadro 6).

Cuadro 6. Composición química promedio de tres leches (por 100 g).

Nutrimento	Unidad	Cabra	Vaca	Mujer
Agua	g	87.5	87.7	87.1
Energía	kJ	296	272	289
	Kcal	71	65	69
Proteínas	-	3.3	3.3	1.3
Caseínas/Lactoproteínas	g	83/17	82/18	40/60
Lípidos	-	4.5	3.8	4.1
Carbohidratos	g	4.6	4.7	7.2
Na	Mg	40	50	14
K	Mg	180	150	58
Ca	Mg	130	120	34
Mg	Mg	20	12	3
P	Mg	110	95	12
Fe	Mg	0.04	0.05	0.07
Cu	Mg	0.05	0.02	0.04
Zn	Mg	0.3	0.35	0.28

(Coveney y Darton-Hill, 1985; Grandpierre *et al.*, 1988).

Mediciones Corporales

La condición corporal es la apreciación subjetiva de la cantidad de grasa y reservas corporales de los animales, para lo cual se asigna el número 1 a los animales emaciados y el número 5 a los animales demasiado gordos. (Hart, 2006).

Peso al nacimiento

El peso de las crías al nacimiento depende de la raza, edad de la madre, sexo, tipo de parto (único o gemelar) y época de nacimiento (De Alba, 1985; Daza *et al.*, 2004). El peso crítico al nacimiento es de 2 y 2.5 Kg. (Arbiza, 1986) aunque en sistemas extensivos en México, se encuentra entre 1.7 y 2.7 Kg. para hembras y de 2.7 a 3.4 Kg. en machos (Hernández, 2000).

Ganancia de peso

Al ser la ganancia diaria de peso una expresión del crecimiento del tejido óseo, muscular y adiposo de los animales, es necesario considerar las diferencias en el tiempo límite de crecimiento y desarrollo propio de cada uno de estos tejidos. La mayor velocidad de crecimiento la presenta el tejido adiposo, seguido del muscular y del óseo. El esqueleto alcanza su límite de formación a edades más tempranas, seguido del muscular y el adiposo (Maynard *et al.*, 1981). La velocidad de crecimiento de los cabritos depende del genotipo, peso al nacimiento, edad de la madre al parto, tipo de parto, alimentación (lactancia natural o artificial) y factores ambientales, como densidad de la población, luminosidad y disponibilidad de alimento (López, 1985; Daza *et al.*, 2004). Hernández *et al.*, (2005) registró ganancias diarias de peso de 64.01 ± 17.1 g en hembras nacidas de partos gemelares y de 94.3 ± 30.3 g en machos de partos simples. En México, las ganancias diarias de peso encontradas en cabras de sistemas extensivos son de 45.2 g (López, 1985) y de 50 a 90 g (Hernández, 2000).

Peso vivo

El aumento en el peso vivo es una medida comúnmente utilizada como indicador de la velocidad de crecimiento de los animales. El crecimiento es una característica de todos los seres vivos y depende de diversos factores, como son la raza, alimentación y ambiente. En cabras criollas de sistemas extensivos mexicanos, Hernández (2000) registró pesos de 35 a 45 Kg., y en algunos casos, de 54 Kg. Palma (1995) encontró pesos de 50.2 ± 0.5 Kg. en cabras lecheras del semiárido mexicano, mientras que López (1985) observó pesos de 36 a 50 Kg. en cabras del altiplano Potosino. A los 102 días de edad hay pesos consignados de 10.1 ± 2.7 Kg. en hembras de 102 días de edad (Hernández *et al.*, 2005).

Sistema Agrosilvopastoril

De acuerdo con Amir y Knipscheer (1987), un sistema está compuesto de componentes, que interactúan dentro de límites bien definidos, tiene objetivos y propósitos y requiere de entradas para producir salidas. En la producción animal los

sistemas son complejos, se componen y sufren la influencia de factores biológicos, climáticos, sociales, culturales y económicos; sin embargo, todo sistema presenta elementos definibles, conocidos como componentes, entradas, relaciones entre componentes (interacciones), salidas y límites (García, 1983).

El sistema Agrosilvopastoril conocido también como Agroforestería, agrupa a un conjunto de técnicas de uso de la tierra que implica la combinación o asociación de un componente leñoso (forestal), con ganadería y/o cultivos en el mismo terreno, con interacciones ecológicas o económicas. (Nair, 1989; Gay *et al.*, 1988; NRC, 1986; Russo, 1994).

Las características de los sistemas agroforestales han sido descritas entre otros, por von Maydell; Cardoso *et al.*, 2003) son las siguientes:

- Componentes multi-propósito: se obtienen varios productos que contribuyen a alcanzar la autosuficiencia, estabilidad y sostenibilidad de los sistemas.
- Adaptación al sitio: uso óptimo de las condiciones ambientales y recursos naturales en el espacio y en el tiempo.
- Adaptación al clima: mediante el uso de especies y prácticas apropiadas para la resistencia a la sequía.
- Orientación a la demanda de protección, mejoramiento ambiental, generación de ingreso y culturales.
- Uso de recursos naturales y humanos localmente disponibles.
- Adaptaciones de los sistemas de producción a las estructuras políticas, socioeconómicas y al progreso técnico.

Los objetivos de los sistemas agroforestales son: (a) la optimización del efecto benéfico de las interacciones entre los componentes maderables con los cultivos o animales, (b) disminuir la necesidad de insumos externos, (c) tener un menor impacto de

las prácticas de manejo en el ambiente, (d) obtener una mayor diversidad de productos y, (e) maximizar los ingresos económicos (Burley y Wood, 1995).

De acuerdo con la naturaleza y presencia de los componentes agroforestales (árboles, cultivos y animales) se definen las siguientes categorías estructurales (Torquebiau, 1993):

- Sistemas agrosilvícolas: árboles y cultivos de temporada.
- Sistemas silvopastoriles: árboles y animales/pastizales.
- Sistemas agrosilvopastoriles: árboles, cultivos de temporada y animales/pastizales.

Los sistemas Agrosilvopastoriles son utilizados principalmente en zonas tropicales, debido a que el uso de árboles frutales y de pastos es fuente de una gran cantidad de biomasa, que pueden mantener perfectamente al ganado, sin la necesidad de utilizar suplementos comerciales. Además que se puede aprovechar magníficamente el uso el resinas, aceites y otros productos alternativos a la actividad principal, la ganadería. Por otro lado, el uso de esquilmos agrícolas de parcelas de caña de azúcar, de maíz o frijol también son excelente opción para la alimentación del ganado.

En las regiones áridas, los sistemas agrosilvopastoriles fueron descritos por von Maydell (1987) como: (a) la producción de cultivos agrícolas durante la estación lluviosa y el pastoreo durante el período seco del año, (b) los árboles, arbustos y palmas son dejados en pie y mantenidos o algunas veces plantados en las tierras de cultivo, los cuales forman un componente esencial del sistema, (c) el ganado proporciona alimentos, fuerza de trabajo para la agricultura, abono orgánico y representa una fuente importante de capital, (d) el ganado proporciona empleo, especialmente para mujeres y niños, así como ingresos específicos y derecho de propiedad sobre los mismos y, (e) los animales son importantes para mejorar la productividad en tierras marginales.

En los últimos 20 años una gran cantidad de trabajos se han realizado para describir el enfoque agroforestal en la agricultura, dentro de los cuales se pueden destacar a NRC (1986), Nair (1989), von Maydell (1987) y Burley y Wood (1995).

De acuerdo con Beltrán (2010), quién estableció en el 2008 un módulo Agrosilvopastoril para caprinos en el municipio de Charcas, San Luis Potosí, se consideraron básicamente cuatro componentes, de acuerdo a los recursos existentes en la zona:

- **Componente Forestal:** Cosecha de la vaina de Mezquite, uso y establecimiento de Maguey y Nopal, cosecha de flor de Yuca, cosecha de paxtle (*Tillandsia recurvata*) y podas de formación del arbolado,
- **Componente Pecuario:** Pastoreo dirigido en el agostadero y control de la carga animal, establecimiento de praderas de temporal, reconversión de áreas agrícolas de baja productividad y establecimiento de bancos de arbustivas forrajeras (si es posible, con riego auxiliar).
- **Componente agrícola:** Siembra de Maíz, Sorgo y Mijo con biofertilizantes y aprovechamiento de escurrimientos superficiales para su posterior ensilaje. Siembra de avena para su henificado.
- **Otros:** Ensilaje, henificado, bloques nutricionales, colecta de paxtle, y cosecha de la flor de Yucca, etc.

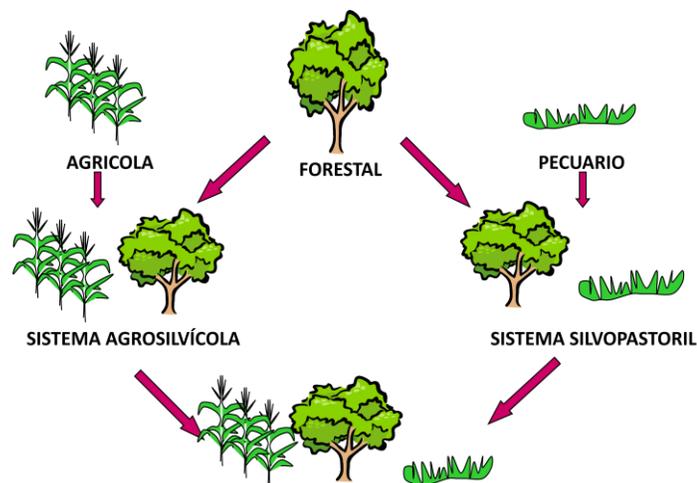


Figura 4. Esquema del Sistema Agrosilvopastoril

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y Caracterización

El presente estudio se llevó a cabo en la comunidad Tinajuelas, Ejido Vicente Guerrero, Municipio de Charcas, San Luis Potosí. El municipio se localiza en la parte norte del estado, en la Zona Altiplano. Las coordenadas del sitio son: 23° 12' N y 101° 3' W. Según datos de COTECOCA (1974), el clima predominante es el seco (BSk). De acuerdo a los datos de Medina *et al* (2005) de la estación climatológica de Charcas, S.L.P., la temperatura media anual es de 15.8 °C, la precipitación pluvial anual es de 442 mm al año, y solo 55 días con lluvia al año. La temporada de lluvias se encuentra entre los meses de mayo a octubre.

Sistema de Producción

El sistema de producción corresponde a un sistema ejidal. La alimentación se basa en el forraje que las cabras consumen en el agostadero y del alimento que se les proporciona en el corral, el cual consiste en rastrojo, concentrado comercial y pollinaza, como los principales ingredientes. El agostadero se caracteriza por la presencia principalmente de arbustivas (*Mimosa spp*, *Dalea bicolor*, *etc.*), con poca participación de pastos. Los árboles como el mezquite y el encino sólo están presentes en algunos sitios.

El sistema de producción tiene como fin la producción de leche para elaboración de quesos y dulces. Como segundo producto está la venta de cabrito de entre 20-30 días para consumo humano.

El sistema de producción que maneja el productor es combinado entre el sistema extensivo e intensivo, es decir, dependiendo de la época del año, utiliza los recursos naturales que provee el agostadero y cuando las condiciones climáticas son adversas, el productor tiene en corral a los animales, sin dejar de lado la caminata diaria de los animales para que consuman lo que encuentren. Comúnmente, durante el invierno

utilizan residuos de cosecha dejados en los campos agrícolas, combinándolos con alguna vegetación nativa de invierno y materia seca de pastizal del verano anterior.

El rebaño cuenta con 100 cabezas de ganado compuesto de 70 cabras en producción, 28 cabritas, y 2 machos. La época de empadre se realiza en los meses de Julio-Agosto, cuando las condiciones de alimentación son adecuadas y que permite que las cabras se fertilicen. Los partos se realizan en el mes de Diciembre y Enero del año siguiente. La ordeña de las cabras se realiza alrededor de 210 días. Los hatos son manejados con mano de obra familiar.

Los principales problemas del sistema se originan en la raquílica precipitación pluvial, que se refleja en la pobre producción de forraje, la cual además de ser poca es estacional. Esta situación hace que las cabras experimenten estados recurrentes de mala alimentación, en especial en los meses que corresponden al periodo de estiaje. Estos estados de desnutrición suponen por un lado, una producción estacional, tanto de cabrito como de leche. Por otro, una producción muy por debajo del potencial que tienen las cabras. Ambos aspectos en conjunto determinan el insuficiente flujo de ingresos para el productor, lo que obliga a éste a dedicar parte de su tiempo a otras actividades más rentables.

La presencia de enfermedades, tales como las parasitosis, tienden a agravar aún más el problema, elevando las pérdidas en rentabilidad. Se ha observado que los principales problemas en este aspecto los constituyen (mencionar las parasitosis que se han detectado como más relevantes).

Acciones realizadas para el establecimiento de un módulo Agrosilvopastoril

Como primera acción se realizaron reuniones de planeación para la aplicación del sistema Agrosilvopastoril (ASP) en el Ejido Tinajuelas, con base a las características áridas del sitio, fisiografía, tipos de vegetación, principal actividad de los productores, potencial del suelo y el ganado caprino.

El sistema ASP requiere para su establecimiento trabajo previo, es decir no es posible llegar a un predio y señalar que en ese momento ya se llevará a cabo un manejo Agrosilvopastoril, esto no es posible porque existe la necesidad de establecer algunos componentes previamente como lo son las praderas de pastos y arbustos, maguey y la siembra de forrajes de corte para ensilado y henificado.

Este trabajo inició en el año 2008 con la siembra de una hectárea de pasto Buffel (*Pennisetum ciliare*) y el establecimiento del arbusto forrajero Chamizo o Costilla de vaca (*Atriplex canescens*). Se realizó el establecimiento de maguey (*Agave atrovirens*) y nopal Copena (*Opuntia spp*) en una hectárea cada uno y se promovió el cuidado y conservación del mezquite (*Prosopis laevigata*) existente, para la posterior cosecha de la vaina.

En el año 2010 se sembraron dos hectáreas de forrajes de corte, una con maíz (*Zea mays*) y la otra con sorgo (*Sorghum alnum*). El objetivo de la siembra de estos forrajes en este año, fue inducir al productor a la tecnología del ensilaje, ya que no era, hasta ese entonces, una práctica que ellos realizaran en forma normal. Adicionalmente, se sembraron dos hectáreas de avena (*Avena sativa*) con el propósito de henificarlo.

Una vez que se contaron con los elementos del sistema Agrosilvopastoril, se inició su incorporación al sistema de producción caprina. Para esto, se consideró el uso del agostadero, la pradera de pastos con arbustos, el forraje de maíz y sorgo ensilado, el forraje de avena henificada, las plantas de nopal y maguey disponibles como forraje de auxilio y la vaina de mezquite. Adicionalmente se contó con complementos alimenticios como la pollinaza y un concentrado comercial que el productor acostumbraba adquirir en la época crítica de sequía. Como un elemento específico y atípico encontrado con este productor fue que disponía de alfalfa (*Medicago sativa*) aunque en forma limitada proveniente de una pequeña parcela irrigada con agua de un manantial permanente, situación con la que pocos productores de la región cuentan.

Descripción del Rebaño

El rebaño cuenta con 100 vientres, criollos encastados de la raza Alpina y Nubia. Se utilizaron 70 cabras en producción de leche que al inicio del estudio se encontraban en el primer mes de parto. El número de cabras fluctuó debido a problemas sanitarios y/o ventas. Los animales tenían en promedio 5.25 ± 1.6 años de edad, y una condición corporal de 1.96 ± 0.46 , en la escala de condición corporal de 1-4 establecida por Honhold et al (1991).

Periodos de Muestreo

Se realizaron 12 muestreos (uno cada 30 días) durante el periodo comprendido entre el 7 de Febrero y el 16 de Diciembre de 2011. La etapa comprendida entre el 07 de Febrero y el 16 de Junio se caracterizó por la carencia de lluvias, definiendo esta etapa como “período seco”. En esta etapa, el rebaño salió a pastorear y se observó que la disponibilidad de alimento era escasa, por lo que se asume que el consumo fue mínimo, por lo que se registraron y recolectaron los ingredientes que les fueron suministrados en pesebre. Este método de alimentación, se utilizó también para la época fría comprendida del mes de Noviembre al mes de Enero. Esta es la primera época funcional del año.

En el año 2011, iniciaron las lluvias el 16 de Junio, mismas que originaron cambios en las características de la vegetación del agostadero, determinando que la segunda etapa de muestreo fuera desde el 05 de Julio hasta el 06 de Octubre considerada como “período de lluvias” y siendo la segunda época funcional del año. Se realizó un seguimiento de las cabras seleccionadas para observar que especies consumían y se recolectaron ejemplares para su identificación botánica y análisis químico. Por la noche, los animales permanecieron en corral.

Determinación de la Calidad de la Dieta Consumida

Las especies recolectadas fueron analizadas para conocer su composición química en el Laboratorio de Ciencia Animal del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de

la UASLP. La determinación de materia seca (MS), proteína cruda (PC), cenizas, fue mediante las técnicas mencionadas en AOAC, (1990). La determinación de fibra cruda (FC), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) fue mediante la técnica de Van Soest (1991), utilizando un analizador de fibras marca ANKOM modelo A200, con bolsas de filtro marca ANKOM modelo F-57.

Mediciones complementarias

Como complemento al estudio, durante el primer semestre, cuando las cabras se encontraban lactantes, se evaluó la producción de leche y el peso de las cabras, para lo cual se utilizó una báscula de resorte con capacidad para 100 Kg. Las mediciones se realizaron mensualmente.

Análisis Estadístico

Para comparar las variables de valor nutritivo del forraje consumido a lo largo del año, se realizaron análisis estadísticos en un diseño completamente al azar, mediante el PROC GLM de SAS (SAS, 1999) y una prueba de medias de Tukey (Steel y Torrie, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la información que se obtuvo en cada uno de los muestreos de vegetación que el ganado caprino consumió, cabe señalar que algunos componentes del sistema Agrosilvopastoril estuvieron presentes en forma limitada, debido a las críticas condiciones climáticas que se presentaron en ese año, por ejemplo: la parcela de pasto Buffel (*Pennisetum ciliare*) se estableció en un 20% y el establecimiento del arbusto forrajero Chamizo o Costilla de vaca (*Atriplex canescens*) se vio limitado debido a un descuido del productor, antes del establecimiento en campo por un consumo indebido de las plántulas en vivero por las cabras, lográndose establecer únicamente 30 plantas, mismas que podrán servir para la producción de semilla que posteriormente podrán utilizar para la producción de plántulas y su establecimiento en campo.

En el agostadero, se observó que durante la época de lluvias (entre los meses de Junio y Octubre) existe la disponibilidad principalmente de arbustos. En la época seca y fría (entre los meses de Noviembre a Mayo), las especies del género *Agave spp.*, *Yucca spp.* y *Opuntia spp.*, se conservan verdes y suculentas, y son fuente importante de agua y alimento para las cabras.

Durante el pastoreo en la época de lluvias, las principales plantas consumidas por las cabras fueron: Uña de Gato (*Mimosa spp.*), Ramoncillo o Engordacabra (*Dalea bicolor*), Lechuguilla (*Agave Lechuguilla*) y Nopal (*Opuntia spp.*), el follaje proveniente de plantas arbustivas ha sido reportado como el principal componente en la dieta de cabras en pastoreo, no solo en las regiones semiáridas, sino también en regiones tropicales. (Ramírez, 1994).

Cabe señalar que los productores tienen la costumbre de sacar sus rebaños a pastorear aun en la época de sequía, sin considerar que en esta época, la cantidad de agua en los agujajes disminuye, así como el forraje del agostadero y por lo que los rebaños recorren mayores distancias, lo cual origina pérdidas de energía innecesarias por el desgaste físico. Al respecto, Lachica (1999), menciona que esto está relacionado con la disminución del peso, de la condición corporal, la fertilidad, prolificidad y la producción de leche de las cabras.

El consumo de residuos de cosecha, es una práctica generalizada entre los caprinocultores y consiste principalmente en rastrojo de maíz utilizando en la época de estiaje. Los suplementos alimenticios como el concentrado comercial, pollinaza y otros, son incorporados al sistema de alimentación. Cabe señalar que estos insumos no se producen en este sitio, por lo que es necesario adquirirlos en centros de venta más cercanos a la comunidad.

Calidad Nutricional de los Ingredientes

Como resultado de los análisis químicos realizados se encontró Cuadro 7, que el ingrediente con mayor contenido de MS es el rastrojo de maíz, seguido por la pollinaza y la combinación de los mismos: 97.43%, 96.44% y 96.35%, respectivamente. En cuanto a la Fibra Cruda, el rastrojo, el ensilado de maíz y la lechuguilla son los que mayor contenido tienen con: 35.47%, 29.87% y 31.23% cada una. Para la Proteína Cruda, el ingrediente con mayor valor biológico es la alfalfa deshidratada, con 24.8%; aunque la pollinaza tiene un alto grado de PC con un valor de 27.9%, sin embargo el nitrógeno que contiene es no proteico y no hay diferencias significativas entre ellos ($P>0.05$). La alfalfa, tiene un alto valor de la PC, y al compararlo con algunas publicaciones (SAGAR-INIFAP, 2000), parecería que fuera de primera calidad, lo que nos indica que probablemente, sin menospreciar la forma en cómo se haya producido, haya un error al momento de su análisis, o que la alfalfa haya sido inconscientemente mezclado con la pollinaza. De acuerdo con datos de Baraza *et al* (2008) la *Opuntia salmiana* silvestre tienen 4.7% de PC, este valor se encuentra por debajo del valor encontrado en este estudio (8.6%) y esto, a su vez, también tiene una sobreestimación en la PC de la combinación del rastrojo con el maguey con un valor de 6%. Estos valores se pueden explicar debido a que fueron recolectados en diferentes épocas del año, y por lo tanto, con diferentes estados fisiológicos de la planta.

Estudios realizados por Beltrán *et al* (2009), muestran la calidad nutricional de algunas arbustivas como el Ramoncillo (*Dalea bicolor*) y la Escobilla (*Buddleja scordioides*), en donde hay similitudes con el presente estudio, al mostrar que la proteína de estos dos arbustos promedian el 14%. Para el contenido de MS hay una pequeña

diferencia en los resultados, pero esto se puede definir de acuerdo a la época en que se realizó los análisis bromatológicos.

Cuadro 7. Composición química de los ingredientes alimenticios consumidos por las cabras.

EPOCA	COMPONENTE ALIMENTICIO	MS	PC	FDN	FDA	FC	CENIZAS
LLUVIAS	<i>Argemone mexicana</i>	88.5	11.4	46.7	34.4	29.6	3.6
	<i>Quercus spp</i>	92.2	11.5	41.8	31.2	27.2	3.1
	<i>Mimosa spp</i>	87.6	15.6	38.5	35.2	27.9	6.1
	<i>Buddleja scordioides</i>	83.5	11.3	51.4	34.5	27.4	5.2
	<i>Agave Lechuguilla</i>	21.0	6.0	31.1	28.6	31.2	16.5
	<i>Dalea Bicolor</i>	87.1	16.8	20.5	17.8	20.1	12.5
	<i>Bouteloua gracilis*</i>	----	9.2	89.6	-----	-----	4.9
	<i>Pennisetum ciliare *</i>	59.0	6.5	76.2	47.3	-----	-----
	<i>Opuntia spp</i>	13.0	4.0	43.0	10.1	14.1	24.3
	<i>Prosopis Laevigata (vaina)</i>	95	12.2	44.4	34.8	33.6	3.2
SECA Y FRIA	<i>Agave spp</i>	46.8	8.6	19.9	17.6	20.3	11.2
	<i>Medicago Sativa</i>	95.7	24.8	35.7	28.7	23.0	13.5
	<i>Atriplex canescens*</i>	90.5	15.3	43.5	28.4	-----	15.0
	Rastrojo de Maíz	97.4	3.4	68.9	45.5	35.4	8.2
	Rastrojo con maguey molido	28.1	6.0	36.6	27.4	21.2	9.2
	Concentrado comercial	92.4	19.7	30.8	15.65	10.7	11.6
	Pollinaza más concentrado	95.3	19.8	38.7	17.9	14.6	12.5
	Pollinaza	96.4	27.9	36.3	18.8	13.8	12.4
	Ensilado de maíz	30.4	8.9	59.1	41.0	29.8	10.2
Pollinaza con rastrojo de maíz	96.3	21.9	40.8	26.2	15.9	14.7	

* Especies no recolectadas en el estudio.

En la tabla anterior se incluyó la composición química del pasto nativo Navajita (*Bouteloua gracilis*) del pasto buffel (*Pennisetum ciliare*) y del arbusto costilla de vaca (*Atriplex canescens*) obtenidos de revisión bibliográfica y que no se recolectaron en este estudio debido a que las bajas precipitaciones minimizaron la producción de estos forrajes, pero, sin embargo, son muy comunes en este tipo de ecosistemas por lo que se consideró importante su inclusión.

En la época seca, la disponibilidad de forraje en el agostadero es muy baja, por lo que el productor recurre a la alimentación en pesebre. Para esto, utiliza la alfalfa y el ensilaje de maíz producidos en el predio, junto con concentrado comercial y la pollinaza que es adquirido fuera del rancho. Estos ingredientes mostraron los mayores valores nutricionales etc.

Debido a la variabilidad en la disponibilidad de forraje en el agostadero, el productor alimenta a sus cabras con base en ello. De esta forma, la alimentación en cada una de las épocas difiere sustancialmente de las demás. En el Cuadro 8 se muestra la combinación de ingredientes que se suministraron a las cabras en cada época y en cada mes.

Cuadro 8. Ingredientes suministrados a través del año en la Comunidad de Tinajuelas, Charcas, S.L.P. (2011).

Época	Mes	Alimento proporcionado
SECA	Enero	Ensilado de maíz, concentrado comercial y alfalfa deshidratada, mas pastoreo
	Febrero	Ensilado de maíz, concentrado comercial y alfalfa deshidratada, mas pastoreo
	Marzo	Ensilado de maíz, concentrado comercial y pollinaza, mas pastoreo
	Abril	Rastrojo de maíz con maguey picado, concentrado comercial, mas pastoreo
	Mayo	Rastrojo de maíz con maguey picado, pollinaza, mas pastoreo
	Junio	Rastrojo de maíz con maguey picado, pollinaza, mas pastoreo
LLUVIAS	Julio	<i>Argemone mexicana, Mimosa spp. Agave Lechuguilla, Dalea bicolor, Opuntia spp, Buddleja scordioides.</i>
	Agosto	<i>Pastos nativos, Argemone mexicana, Mimosa spp. Agave Lechuguilla, Dalea bicolor, Opuntia spp, Buddleja scordioide.</i>
	Septiembre	<i>Pastos nativos, Argemone mexicana, Mimosa spp. Agave Lechuguilla, Dalea bicolor, Opuntia spp, Buddleja scordioides.</i>
	Octubre	<i>Pastos nativos, Argemone mexicana, Mimosa spp. Agave Lechuguilla, Dalea bicolor, Opuntia spp, Buddleja scordioides y vaina de mezquite.</i>
FRIA	Noviembre	<i>Pastos nativos, Argemone mexicana, Mimosa spp. Agave Lechuguilla, Dalea bicolor, Opuntia spp, Buddleja scordioides y vaina de mezquite., maguey picado.</i>
	Diciembre	Rastrojo de maíz, vaina de mezquite. maguey picado, concentrado

La calidad alimenticia de los componentes que se incluyen en la tabla anterior, se señala en el Cuadro 9, en donde se puede observar que el promedio de PC de las mezclas consumidas por mes, es de 12.6%, que es superior en un 17% a los requerimientos establecidos por NRC (1981) que es 11% para mantenimiento y aumentando un 75% de las actividades.

Cuadro 9. Composición bromatológica promedio por mes durante el año (%).

MES	MS	FDN	FDA	FC	CENIZAS	PROTEINA
ENERO	95.19	45.15	29.96	23.08	11.08	15.9
FEBRERO	95.19	45.15	29.96	23.08	11.08	15.9
MARZO	95.42	45.36	26.67	20.02	11.34	15.0
ABRIL	60.26	33.73	21.54	15.98	10.35	12.88
MAYO	62.28	36.52	23.14	17.52	10.74	12.93
JUNIO	62.28	36.52	23.14	17.52	10.74	12.93
JULIO	74.88	42.14	32.98	28.32	10.41	10.95
AGOSTO	74.88	42.14	32.98	28.32	10.41	10.95
SEPTIEMBRE	74.88	42.14	32.98	28.32	10.41	10.95
OCTUBRE	71.02	39.71	28.37	26.43	9.55	11.11
NOVIEMBRE	71.02	39.71	28.37	26.43	9.55	11.11
DICIEMBRE	57.45	41.18	31.17	27.98	10.28	11.91
PROMEDIO	74.6	40.8	28.4	23.6	10.5	12.5
DESV	13.9	3.7	4.1	4.7	0.6	2.0

Con base en lo anterior, se elaboró la figura número 5, en donde se observa las fluctuaciones mensuales de la PC, en función a los ingredientes consumidos por los animales y su contraste con el requerimiento de proteína para mantenimiento de las cabras.

Se ha documentado que la PC es alta en dietas seleccionadas por las cabras en pastoreo en el noreste de México con valores de 18%, debido a la gran cantidad de hierbas y pastos que consumen los animales (Ramírez, 2004). Esto difiere de los resultados aquí presentes, ya que en la época de lluvias, el máximo contenido de PC fue de 10.95%. De cualquier manera, el aporte de los ingredientes supera en cualquier época los requerimientos de las cabras.

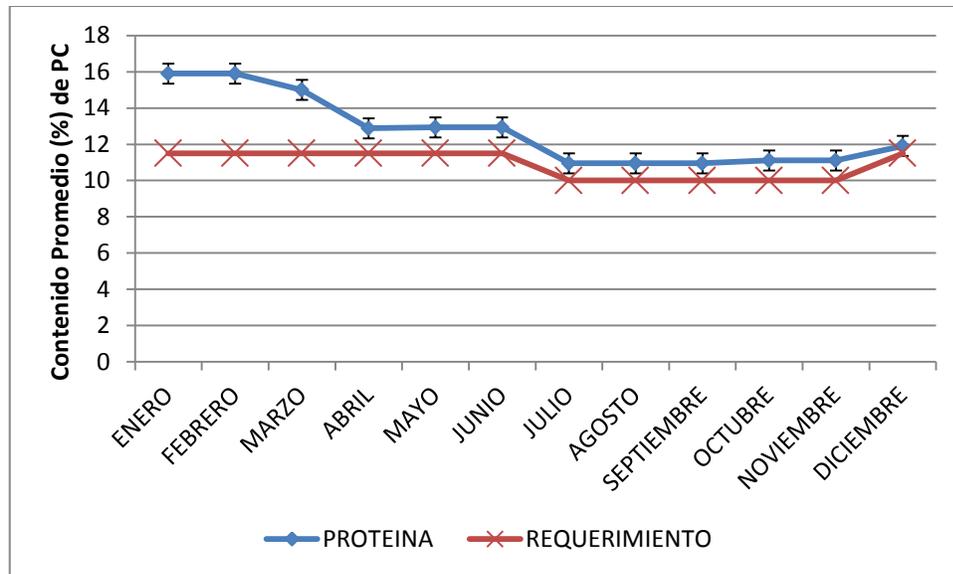


Figura 5. Contenido de PC en los ingredientes proporcionados a los animales a lo largo del año y los requerimientos nutricionales de los animales.

En cuanto al contenido de Fibra Cruda, Fibra Detergente Neutro y Fibra Detergente Acido, se puede observar en la Figura 6, que durante la época fría se mantiene alrededor del 20% y al empezar la época seca baja drásticamente por debajo del 15% y comienza a subir lentamente, para que en la época de lluvias se encuentre en promedio al 25%. Estas tendencias se explican debido a que al inicio de la época seca, los ingredientes que se proporcionaron a las cabras, son de buena calidad, como la alfalfa, el ensilado de maíz, y el concentrado, ingredientes con bajo contenido de fibra, en comparación al rastrojo. La FDN que es la que más interesa, debido a que es el factor que más influye en la digestibilidad de la dieta, se muestra al empezar el año un 40% y baja al 30%, y cuando llega el verano vuelve a subir al 40% con pequeñas fluctuaciones. Esto indica que en la época seca, la digestibilidad de los animales es baja por lo que el aprovechamiento de los nutrimentos del forraje que consumen se reduce notablemente, mientras que en verano se eleva, lo que se vio reflejado en el incremento en las ganancias de peso.

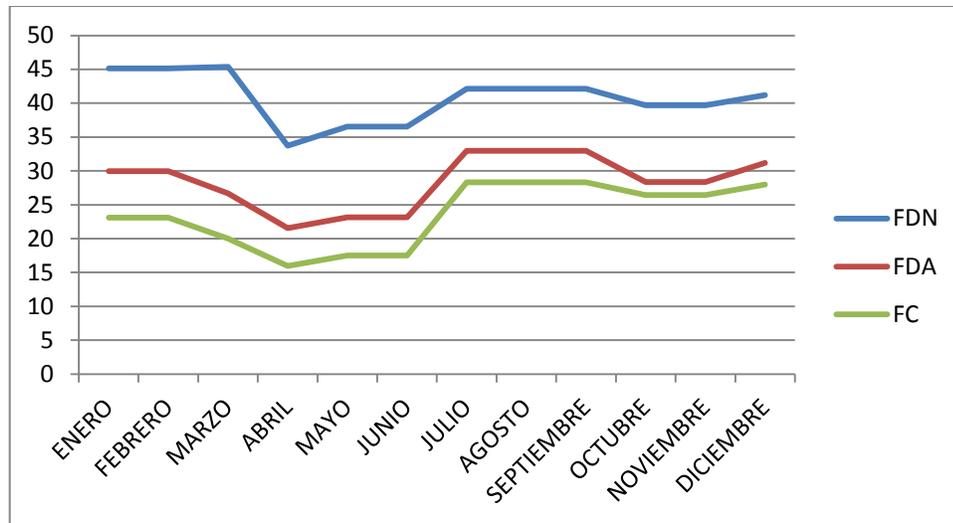


Figura 6. Contenido de FDA, FDN y FC en los ingredientes proporcionados a los animales a lo largo del año.

Como se observa en la gráfica anterior, la tendencia es la misma para cualquiera de las fibras. Para la FC se muestra el pico menor en el mes de marzo, en donde la sequía es extrema, y donde los animales consumen maguey picado con un valor de fibra de 14.1%. Durante la época de lluvias, la FC se encuentra alrededor del 30%.

Al comparar el contenido de los nutrientes en las dos épocas funcionales en que dividimos el año, se puede observar que no hay diferencia significativa ($p > 0.05$) en todas las determinaciones, por lo que se asume que el contenido de los nutrientes de durante todo el año, es similar. (Figura 7).

Para FDN, no hubo diferencias significativas entre las épocas del año (39.71 y 40.79, respectivamente) con una probabilidad de 86.26. En la época de lluvia el FDA se encuentra alrededor de 28.37% mientras que en la época de secas es de 26.56%, estadísticamente estos valores son iguales ($p = 0.7179$).

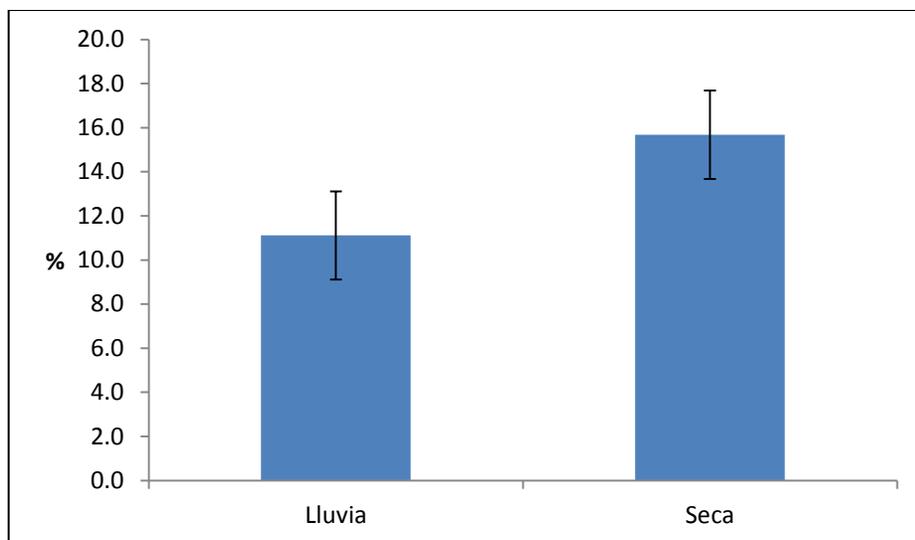


Figura 7. Contenido de Proteína (%) por época del año.

Los contenidos de PC de 11.1 y 15.7% para las época de sequía y de lluvias, respectivamente. Numéricamente la época de lluvias tiene mayor cantidad de proteína, esto quiere decir, que los arbustos que consumen los animales si tienen alto grado de concentración proteínica y que puede mantener perfectamente al hato, comparando al requerimiento nutricional de las cabras.

Producción de Leche

La curva de lactación se observa en la figura 8, al comenzar el muestro de leche, las cabras ya tenían 3 semanas de paridas, por lo que el pico máximo se encontró en el primer mes de lactación, obteniendo una cantidad promedio de 1.4 ± 0.200 lts. La lactación duró alrededor de 8 meses, reduciéndose gradualmente hasta alcanzar una producción final de 380 ± 40 ml. La raza es un factor que influye en los parámetros de la curva de lactancia. (Gipson *et al.*, 1990; Torres *et al.*, 2003). Así, la magnitud de los parámetros en este trabajo difiere tanto de los que se han registrado en cabras no lecheras, como en los que se ha trabajado con cabras Criollas de Guadalupe, y sobre todo de razas caprinas lecheras. (Montaldo *et al.*, 1997; Rota *et al.*, 1993; Fernández *et al.*, 2002).

El comportamiento productivo de las cabras medido en producción de leche, está condicionado al efecto de los diversos factores, especialmente de la genética y de los factores ambientales: edad, número de partos, alimentación, y principalmente del clima, en estudios realizados por Sánchez, (1991) demuestran como las bajas temperaturas hacen que la curva de lactación baje aceleradamente.

Mellado *et al* (2000) encontraron que el peso del animal antes del parto y el número de parto explican el 44% de la variación en la producción de leche.

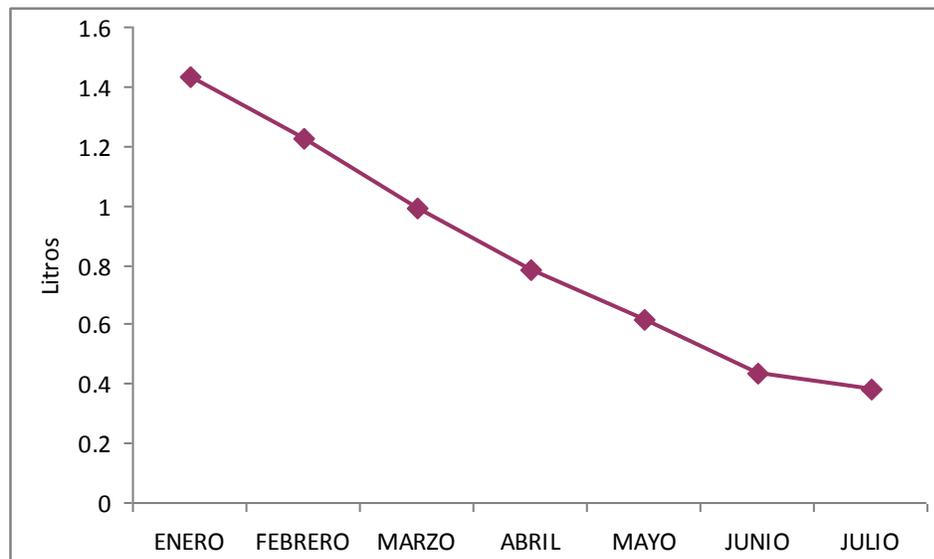


Figura 8. Producciones mensuales promedio del rebaño.

Peso del Ganado

En la figura 9, se puede observar las variaciones de peso promedio del hato. El mes donde se encontró el menor peso fue en agosto, con un valor promedio de 38.5 ± 2.08 Kg., los animales perdieron alrededor del 20% del peso corporal al finalizar la época de estiaje, a pesar de que se les proporcionó suplementación. Esto se puede explicar a que la demanda de nutrientes superó sistemáticamente lo consumido, es decir, probablemente las cantidades ofrecidas de los ingredientes fueron insuficientes, y,

sumando la pérdida de energía que en la época de sequía sufrían los animales a causa de las caminatas diarias, y que este ejercicio no se justificaba ya que los animales no consumían los requerimientos de mantenimiento.

Conforme avanzan las lluvias, en el mes de junio, se observa como los animales empiezan a ganar peso, para que en el mes de octubre tengan un peso promedio de 43.6 Kg. Esto, debido al pastoreo que realizan las cabras en la época de lluvias.

Al realizar el ANAVA, se observó una diferencia significativa entre las dos épocas del año ($p= 0.0011$), estos resultados concuerdan con Valdez (1993) en un trabajo con cabras criollas en Culiacán, Sinaloa, alimentando con esquilmos y vegetación nativa del lugar observando los valores más altos de peso corporal durante la época de lluvias, coincide además con la gestación.

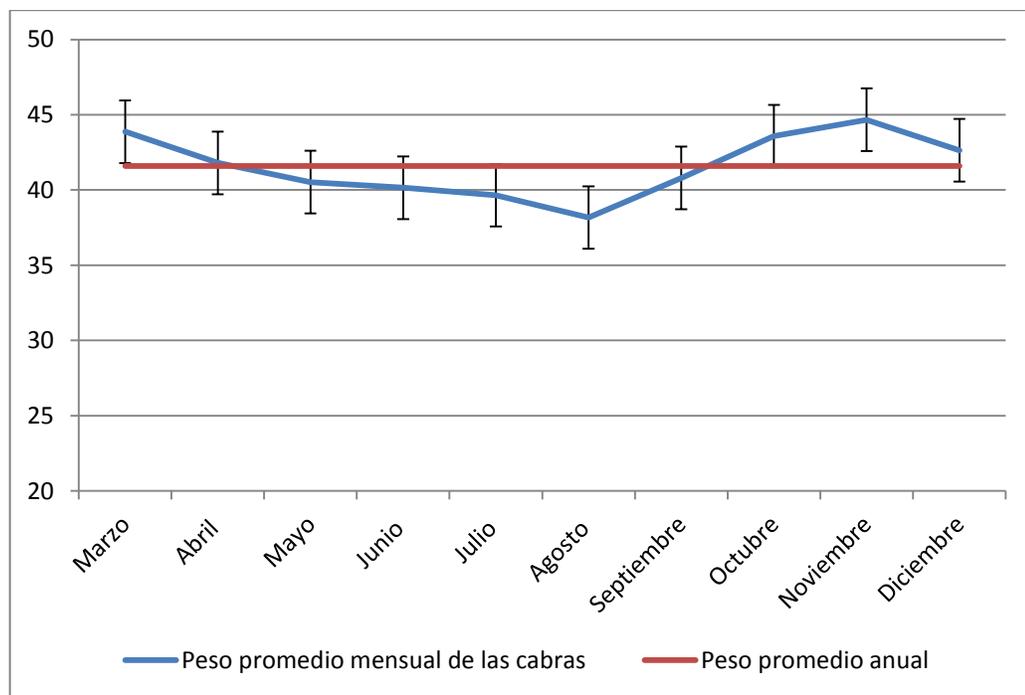


Figura 9. Peso promedio (Kg.) del rebaño caprino durante el año.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, se puede concluir que con los componentes alimenticios utilizados en este sistema de producción, es factible cubrir los requerimientos nutricionales para mantenimiento del ganado caprino durante todo el año. . Las pérdidas que registraron las cabras durante la lactancia permiten concluir que a pesar de que el valor nutritivo de los ingredientes ofrecidos supera a los requerimientos, las cantidades fueron insuficientes para sostener una lactación por encima de un litro diario.

Los ingredientes disponibles durante las dos épocas del año: seca y de lluvias fueron: rastrojo de maíz junto con la pollinaza y un concentrado comercial; en la época de lluvias los ingredientes disponibles fueron: Uña de Gato (*Mimosa spp.*), Ramoncillo o Engordacabra (*Dalea bicolor*), Lechuguilla (*Agave Lechuguilla*) y Nopal (*Opuntia spp.*). En cuanto a la aportación nutricional, los ingredientes con mejores niveles de PC son *Medicago sativa* con 24.8% y en el agostadero, el arbusto con mayor porcentaje de PC es *Mimosa spp* con 15.6%. Al realizar el análisis estadístico se observa que no hay diferencias significativas al compara los ingredientes de las dos épocas del año.

En cuanto a los cambios de pesos que se presentaron en los animales, no es posible explicar el comportamiento de los mismos, ya que existen muchos factores que modifican estas variables. Estudios realizados previamente comprueban que las condiciones de producción (clima, alimentación, manejo) afectan un 60-80% a la producción de leche y entre un 20-40% la parte de la genética.

Con el trabajo realizado se abren muchas posibilidades para futuras líneas de investigación, en donde se considere la calidad y la cantidad de alimento consumido y su relación con el mantenimiento corporal de los animales, sus parámetros productivos y reproductivos.

Finalmente, los componentes alimenticios en un sistema agrosilvopastoril más algunos otros (pollinaza y concentrado), permiten planear y estructurar un esquema de alimentación suficiente para asegurar una alta producción sostenida a lo largo de todo el

año. Se espera que con el tiempo, una vez que se estabilicen todos los componentes del sistema agrosilvopastoril se puedan suprimir paulatinamente los elementos externos (concentrado y pollinaza).

Como recomendación general, se propone que se consideren cantidades de proteína y energía (además de otros nutrientes) totales, más que proporciones. Otra recomendación que se sugiere para que el sistema de producción sea eficiente es que el periodo de pastoreo de las cabras se debe restringir únicamente a los meses de Julio a Octubre, para que el desgaste energético no sea en vano en el periodo de estiaje. El maguey, se debe considerar como alimento importante para las cabras, ya que tiene alto contenido de azúcares, que permite que las ganancias de peso y la producción de leche no bajen tan drásticamente, y una buena forma de utilizarlo es ensilado.

El esquema de alimentación que se sugiere para una alimentación apropiada para un rebaño caprino en las condiciones semiáridas en donde se desarrollan:

Cuadro 10. Esquema de Alimentación Recomendado.

COMPONENTES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pastoreo en Agostadero						X	X	X	X	X	X	
Banco de Arbustivas y pastos	X	X									X	X
Ensilado de maíz, sorgo		X	X	X	X							
Rastrojo de Maíz con pollinaza				X	X	X						
Concentrado comercial y Bloques Nutricionales				X	X	X					X	X
Nopal o maguey picado, vaina de mezquite	X	X	X	X	X	X					X	X

LITERATURA CITADA

Amir, P. y Knipscheer, H.C. 1987. Application of the environment-behaviour performance model in FSR. The case of small ruminant technology transfer. *Journal of Agricultural Administration* 25: 161–176.

Anónimo. 2000. Libro Técnico N0.2. SAGAR-INIFAP, CIRNOC, CELALA. <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/Publicacion/Archivos/penit3.pdf>

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. 1990. Oficial methods of análisis. 15th ed. Washington, D.C. USA. 1289 p.

Arnold, G. W. y Dudzinski, M. L. 1978. Ethology of free-ranging domestic animals. Amsterdam, Elsevier scientific. Pp 1 – 125.

Arbiza, M. J. 1986. Nutrición y alimentación de las cabras. Producción de caprinos. S Arbiza. México, AGT. Pp 295 – 408.

Aréchiga, C.F., Aguilera, J.I., Rincón, R.M., Méndez de Lara, S., Bañuelos, V.R. y Meza-Herrera, C.A. 2008. Situación Actual y Perspectivas de la Producción Caprina ante el Reto de la Globalización. *Tropical and Subtropical Agrpecosystems* , 9, 1-14.

Baraza E., Ángeles S., García, A., y Valiente, A. 2008. Nuevos recursos naturales como complemento de la dieta de caprinos durante la época de seca en el Valle de Tehucán, Puebla. *Interciencia, volumen 33 (012):* 891-896 p..

Beltrán, L. S. 2010. Establecimiento de módulos agrosilvopastoriles para la producción sostenida de ganado caprino. Proyecto Transferencia de Tecnología. INIFAP. Pp. 10.

Beltrán, L. S. Loredó, O. C., Urrutia, M. J. 2009. Banco de Forraje de Arbustivas para Ganado Caprino en Zonas Semiáridas. Folleto para Productores Núm. 51. Centro de Investigación Regional del Noreste. INIFAP. Pp. 23.

Biquand, S. y Biquand-Guyot, V. 1992. The influence of peers, lineage and environment on food selection of the criollo goat (*Capra hircus*). *Applied Animal Behaviour Science*, 34 (3) : 231 - 245.

Burley, J., y Wood, J. 1995. *Agroforestry. Developing World Agriculture*. Netherlands, NL.: grosvenor Press Int., LTD.

Cantú, R.E., Colín, N.M., Contreras, M. y García, J. 1989. Estudios sobre la Estacionalidad Reproductiva de los Machos Caprinos de la Raza Saanen y Alpina.

Memorias de la V Reunión Nacional Sobre Caprinocultura, (pág. 67). Zacatecas, México.

Cardoso, I. M., Janssen, B. H., Oenema, O. y Kuyper, T. W. 2003. Phosphorus pools in oxisols under shaded and unshaded coffee systems on farmers fields in Brazil. *Agroforestry Systems* 58:55-64.

Charlet, P. y Le Jaouen, J.C. 1977. possibilites d'amélioration de la production caprine dans les pays méditerranéens: facteurs limitants et aspects socioéconomiques. *Simposium Sobre la Cabra en los Países Mediterráneos*, (págs. 365-371). Málaga-Granada-Murcia, España.

COTECOCA. 1974. Coeficientes de agostadero. Estado de San Luis Potosí. Comisión Técnico Consultiva para la determinación regional de los coeficientes de agostaderos. Secretaría de Agricultura y Ganadería. D.F. México. 159 p.

Daza, A. A., Fernández, C. y Sánchez, A.. 2004. Ganado caprino. Producción, alimentación y sanidad. Agrícola Española. Madrid, España. 214 p.

De Alba, J. 1985. Reproducción animal. La Prensa Médica Mexicana. D.F. México. P 538.

Devendra, C. 1991. *Milk and kid production from dairy goats in developing countries*. Proceedings of the 23rd International Dairy Congress, Montreal, Canadá.

Elizondo, J.A.S. 2008. Requerimientos Nutricionales De Cabras Lecheras. II. Proteína Metabolizable. *AGRONOMÍA MESOAMERICANA* 19(1): 123-130. 2008.

Escós, J., Alados, C. L. y Boza, J. 1993. Leadership in a domestic goat herd. *Applied Animal Behaviour Science*, 38 (1) : 41 - 47.

Fernandez, C., Sanchez, A. y Garces, C. Modeling the lactation curve for test-day milk yield in Murciano-Granadina goats. *Small Rum Res* 2002: 46: 29-41.

Gall, C. 1981. Milk production. In: *Goat production*. Academic Press. New York. p. 309-344.

García, E. H. 1983. La categoría "sistema de producción" como instrumento de. *Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México* (pág. 969). México: INIP-SARH.

García, S.T. García, A.A. y de Lucas, T.J. 1992. Caracterización de los Sistemas de Producción y del Ganado Caprino en el Sur del Estado de México. *Memorias e la VIII Reunión Nacional de Caprinocultura, AMPCA*, (págs. 129-132). Oaxaca.

Ginger, R. A., Fierro, L. C., y Negrete, L. F. 2011. Análisis de la Problemática de la Sequía 2011-2012 y sus Efectos en la Ganadería y la Agricultura de Temporal. Saltillo, Coahuila, México: CONAZA.

Gipson, T. A. y Grossman, M. Lactation curves in dairy goats: a review. *Small Rum Res* 1990; 3: 383-396.

Gropper, S.S., Smith, J. L. y Groff, J.L. 2005. *Advanced nutrition and human metabolism*. California, USA. Thomson Wadsworth. 600 p.

Hart, S. 2006. Nutrition for production. *Anual Goat Field Day Proceedings*. Langston University. Langston, Ok. U.S.A. 172 p.

Hernández, Z. 2000. La caprinocultura en el marco de la ganadería poblana (México): contribución de la especie caprina y sistemas de producción. *49*, 341-352.

Hernández, Z.J.S. y Sierra, A.V. 1992. Situación Particular de la Caprinocultura en la Mixteca Baja Oaxaqueña. *Memorias de la VIII Reunión Nacional de Caprinocultura, AMPCA*, (págs. 155-159). Oaxaca.

Hernández M. A., Estrada, R.P. y Torres, T.I. 2005. Efecto de la proteína en la canalovina. *Memorias del III Simposio sobre Rumiantes*. Guadalajara. Jalisco México. p. 78-89.

Honhold, N., Petit H. y Halliwell R. W. 1991. A condition scoring scheme for the Small East African Goats in Zimbabwe. *Trop Anim Health Prod* (21):121-127.

Juárez, R.A.S., Nevárez, C.G. y Cerillo, S.M.A. 2002. Aplicación del concepto de proteína metabolizable para estimar las necesidades de suplementación de caprinos en pastoreo en el Norte de México.

Jurgens, M. H. 1993. *Animal feeding and nutrition*. 7 ed. Iowa,USA . Kendall/Hunt Publishing Company. 580 p.

Kellems, R. O. y Church, D. C. 1998. *Livestock feeds and feeding*. 4 ed. Upper Saddle River, NJ, USA. Prentice- Hall, Inc. 546 p.

Kenney, P.A. y Black J. L. 1984a. Factors affecting diet selection by sheep. I Potential intake rate and acceptability of feed. *Australian Journal Agricultural Research*, 35 : 551 - 563.

Kenney, P.A. y Black, J. L. 1984b. Factors affecting diet selection by sheep. III. Dry matter diet particle length of forage. *Australian Journal Agricultural Research*, 35 : 831 - 838.

Lachica, M. R., Somlo, F. G., Barroso, J. y Boza, C. 1999. Goats locomotion energy expenditure under range grazing conditions: seasonal variation. *J. Range Manage.* 52(5):431-435.

López T. Q. 1985. Caracterización de cabras criollas en agostaderos del altiplano potosino y factores que influyen en la reproducción y el crecimiento. Tesis de Maestría. Centro de Ganadería, Colegio de Posgraduados. Chapingo, México. 103 p.

Maynard, L. A., Loosli J. K., Hintz, H. F. y Warner, R.G. 1981. Nutción Animal. Segunda Edición. McGraw Hill, México. Pp. 530.

Mc Dowell, L. R. 2003. Minerals in animal and human nutrition. 2 ed. Amsterdam, The Netherlands. Elsevier Science B. V. 644 p.

Medina, G.G., Díaz, G.P., Loredó, O. C., Serrano, A. V. y Cano, M.A.G. 2005. Estadísticas Climatológicas Básicas del Estado de San Luis Potosí. Libro Técnico No. 2. INIFAP. San Luis Potosí, México. Pp. 66.

Mellado, M., Foote, R.H. y Gómez, A. 1991. Reproductive efficiency of Nubian goats throughout the year in northern México Small Ruminant Research 6:151-156.

Mellado, M., Cantú, L. y Suárez, J.E. 1996. Effect of body condition, length of breeding period, buck :doe ratio, and month of breeding on kidding rates in goats under extensive conditions in arid zones of México. Small Rumin. Res. 23: 29-35.

Mellado, M., Amaro, J.L., García, J.E. y Lara, L.M., 2000. Factors affecting gestation length in goats and the effect of gestation period on kid survival. J. Agric. Sci. 135, 85-89.

Montaldo, H., Tapia, G y Juárez, A. 1981. Algunos factores genéticos y ambientales que influyen sobre la producción de leche y el intervalo entre partos en cabras. Tec. Pec. Mex. 41:32-44.

Montaldo, H. y Sánchez, F. 1991. Curvas de lactancia y su ajuste en cabras lecheras. En Memorias del Simposium de Reproducción y Genética en Caprinos Productores de Leche. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM y Asociación Mexicana de Producción Caprina A.C. Pp. 10-21.

Montaldo, H., Almanza, A. y Juárez, A. Genetic group, age and season effects on lactation curve shape in goats. Small Rum Res 1997; 24: 195-202.

Morand-Fehr, P. y Sauvant, D. 1984. Alimentation des caprins (Goat feeding). In: Alimentation des bovins, ovins et caprins. Jerrige, R. (Ed), Paris, France, Institut National de la Recherche Agronomique: 282-304.

Morand-Fehr, P., Giger, S., Sauvant, D., Broqua, B., y De Simiane, M. 1987. Utilisation des fourrages secs par les caprins, récolte, traitement, utilisation. INRA, France: 391-422.

Morand-Fehr, P. y Jaouen, J.C. 1991. *The Production of Goats Milk and Kids in dairy Goat Farming in developpe countries*. Proceedings of the 23rd International Dairy Congress, Montreal, Canadá.

Nair, R. P. 1989. Agroforestry: An approach to sustainable land use in the tropics. USA: CRC Press.

Norbis, H.M. 1991. Factores que influyen sobre el consumo voluntario y la performance animal. *Utilización de forrajes* , 33-68. Montevideo, Uruguay: Facultad de Agronomía, Universidad de Montevideo.

NRC (National Research Council). 1981. Nutrient requirements of goats. Washington, DC, U.S.A. National Academy Press. 91 p.

NRC (National Research Council). 1986. Agroforestry in the West African Sahel. *Resource management for arid and semiarid regions* , 166-183.

NRC (National Research Council). 2001. Nutrient requirements of Dairy Cattle. 7 rev. ed. Washington, DC., USA. National Academy Press. 381 p.

NRC (National Research Council). 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, DC, USA. National Academy Press. 362 p.

Palma G., J. M. 1995. Factores que influyen en la producción lechera de un hato caprino en el semiárido mexicano. Tesis de Doctorado. PosgradocInterinstitucional en Ciencias Pecuarias. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Colima. Colima, México. 114 p.

Papachristou, T. G. y Nastis, A. S. 1996. Influence of deciduous broad-leaved woody species in goat nutrition during the dry season in northern Greece. *Small Ruminant Research*, 20 : 15 - 22.

Papachristou, T. G. y Nastis, A. S. 1994. Forage value of Mediterranean deciduous woody fodder species and its implication to management of silvo - pastoral systems for goats. *Agroforestry Systems*, 27(3): 269 - 282.

Pinto, R., Gómez, H., Martínez, B., Hernández, A., Medina, F., Ortega, L. y Ramírez, L. 2004. Especies forrajeras utilizadas bajo silvo-pastoreo en el centro de Chiapas. *Avances en Investigación Agropecuaria*, Junio. Vol.8. número 002. Colima, México. Pp 4-9.

Sánchez, F. 1991. Curvas de lactación y su ajuste en cabras lecheras. *Memorias, Simposium de reproducción y genética en caprinos productores de leche*. 17 a 19 de Julio 1991. FES-Cuau-titlán UNAM, México. 9-21.

SAS. Institute, Inc. 1999. SAS User's Guide: Statistics, Statical version 8. Cary North Carolina. 956 p.

Steel, G. R., Torrie, J. y Dickey, D. 1997. Principles and procedures of some antinutritional plant secondary metabolites. *Agric. Food Chem* (5):5581-5597 p.

Ramírez, G. L. R. 1989. Estudios Nutricionales de las Cabras en el Noreste de México. *Cuaderno de Investigación. Primera Parte* . Universidad Autónoma de Nuevo León.

Ramírez, G. L. R., Haenlein, G.F.W., Treviño A. y Reyna, J. 1996. Nutrient and mineral profile of whit-tailed deer (*Odocoileus virginianus*, *texanus*) diets in northeastern México. *Small Ruminant research*. 23:7-16.

Ramírez, G. L. R. 2004. Nutrición de Caprinos en agostaderos del Noreste de México. Memoria de la XVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Universidad Juárez del Estado de Durango. Durango, México. Pp- 35-40.

Ridder, N., Benjamin, R. y Van Keulen, H. 1986. Forage selection and performance of sheep grazing dry annual range. *Journal of Arid Environments*, (10) : 39-51.

Rosengurtt, B., Arrillaga, B. y Sierra De Soriano. 1979. Tabla de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía. 97 p.

Rota, A. M., Gonzalo, C., Rodriguez, P. L., Rojas, A. I., Martin, L. y Tovar, J. J. Effects of stage of lactation and parity on somatic cell counts in milk of Verata goats and algebraic models of their lactation curves. *Small Rum Res* 1993; 12: 211-219.

Ruiz, F., R. López, H. Salinas, L. Aguirre, J.J.G. Ortíz y E. De J. Suárez. 1992. Goat production characterization in southeast of Coahuila in northern México. Recent Advances in Goat Production. IV. International Conference on Goats. Procc. New Delhy, Indy. Int. Goat Ass. 434-438.

Russo, R. 1994. Los sistemas agrosilvopastoriles en el contexto de una agricultura sostenible. *Agroforstería de las Americas* , 10-13.

Sánchez, M. 1988. *Aprovechamiento caprino lechero en la Sierra Norte de Sevilla*. Tesis de Doctorado., Universidad de Córdoba, Córdoba, España.

SIAP. 2011. *Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Recuperado el 15 de Mayo de 2012, de http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=21&Itemid=330

Sigwald, J.P. 1993. Control laitier. Resultats 91-92. *La Chevre*. Juillet/aout 197:26

Stipanuk, M. H. 2000. Biochemical and physiological aspects of human nutrition. Philadelphia, USA. W. B. Saunders Company. 1007 p.

Torquebiau, E. 1993. Los conceptos de la agroforestería; una introducción. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. P 61.

Torres, H. G., Díaz, R. P. y Ortega, J. E. 2003. Aspectos genéticos y ambientales en modelos que caracterizan la curva de lactancia en cabras. Memoria de la XVIII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Octubre 8-10; Puebla (Puebla) México: Asociación Mexicana de Producción Caprina, A C; 2003: 249-265

- Tuncel, E. y Rehber, E. 1995. Goat production system in Turkey. (S. L.-F. El Aich, Ed.) *Goat Production System in the Meiterranean Region*. (71), 111-133.
- Valdez, L. M., Portillo L. J. J., Estrada B. J.E., Gamboa V.,J.J. y Barajas C. R. 1993. XXIV Reunión Ampa. Facultad de Zootecnia, U.A.CH. Facultad de Zootecnia, UACH-Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Octubre 1993 Chihuahua, Chih.
- Vallentine, J. F. 1990. Grazing management. New York, Academic Press. 533 p.
- Van Soest, P., Robertson, J. y Lewis, B. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583 –3597.
- Verde, L. S. 1992. Estado actual de los conocimientos sobre crecimiento compensatorio. Montevideo, Facultad Agronomía. Pp 112 - 144.
- von Maydell, H. 1987. Agroforestry in the dry zones of Africa: past, present and future. (H. y. Steppler, Ed.) *Agroforestry a decade of development* , 89-115.
- Wilson, R. T. 1986. Livestock production in Central Mali: long-term studies on cattle and small ruminants in the agropastoral system. *ILCA Reserch* (14), 111.
- Zari, A. y Scappini, A. 1996. L'allevamento ovicaprino in Malasia e possibilità di integrarine con le piantagioni industriali. *di Agricoltura Subtropicale e Tropicale* (90), 5-23.