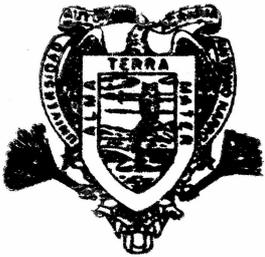


FACTORES GENETICOS Y NO GENETICOS QUE AFECTAN
LA COMPOSICION DE LA DIETA DE CABRAS EN PASTOREO
EN UN MATORRAL INERME PARVIFOLIO

ALVARO FERNANDO RODRIGUEZ RIVERA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS
AREA: SISTEMAS DE PRODUCCION



Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista. Saltillo. Coah.

DICIEMBRE DE 2002



13792

BIBLIOTEC
EGIDIO G. REBO
BANCO DE TE
U.A.A.A.N.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

**FACTORES GENÉTICOS Y NO GENÉTICOS QUE AFECTAN
LA COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE CABRAS EN PASTOREO
EN UN MATORRAL PARVIFOLIO INERME**

TESIS

POR

ALVARO FERNANDO RODRÍGUEZ RIVERA

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de
Asesoría y aprobada como requisito parcial para optar al
grado de

DOCTOR EN CIENCIAS
Área: SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

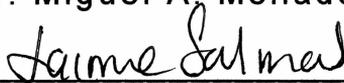
COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:



Dr. Miguel A. Mellado Bosque

Asesor:



Dr. Jaime Salinas Chavira

Asesor:



Dr. Rafael Rodríguez Martínez

Asesor:

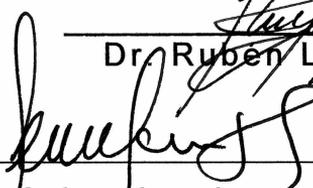


Dr. José A. Villarreal Quintanilla

Asesor:



Dr. Rubén López Cervantes


Dr. Jerónimo Landeros Flores
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Diciembre de 2002

AGRADECIMIENTOS

Eclesiastes 1, 12 - 17; 2, 12 - 26; 3, 18 La única manera de agradecer este logro es seguir trabajando

por la superación en el bien Espiritual, familiar, profesional y personal, gracias **Señor**.

A Annette Salazar Rdz. esposa, madre, amante, chofer, mi todo, por su apoyo de vida, amor, paciencia, dedicación y sabiduría.

A mis hijos: Annette; Alvaro Jesús y Odette, les dejo este legado de tesón y superación

La culminación de esta etapa, en mi vida se basa únicamente, en el apoyo de **mi** amigo Ph.D. Miguel A. Mellado Bosque, sin su amistad, apoyo, interés, dedicación y capacidad de trabajo no **hubiese** podido estar maquinando esta hoja.

A mis amigos Ph.D. Eduardo Aizpuru García y Dr. Luis A. Aguirre Uribe **Rector de** nuestra Universidad

Otro **amigo** es el MC. Humberto Alvarado Sánchez, a quien agradezco el ser mi profesor en la vida, en el aula y en la política, agradecido con Usted en vida.

Asimismo agradezco el apoyo desinteresado, de mis asesores: **Dr.** Jaime Salinas Chavira, Dr. Rafael Rodríguez Martínez, Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla y Dr. Rubén López Cervantes.

DEDICATORIA

A mi **mamá** Sra. Guadalupe Rivera Zavala *In memoriam*

A mi **papá** Sr. Victoriano Rodríguez Loera *In memoriam*

A mi **suegra** Sra. Ma de Jesús Rodríguez Dorado *In memoriam*

A mi **suegro** Sr. José Candelario Salazar Pérez *In memoriam*

A mi esposa Sra. Annette Salazar Rodríguez

Sin su apoyo, no hubiese logrado este nivel

A mis hijos:

Annette, Alvaro Jesús y Odette

Esta meta alcanzada es en parte de ellos, les debo el todo de
y en la vida.

A mis hermanos:

Sergio, Consuelo, Claudio, Edelmira, Anselmo, Rene, Lidia,
Silvia, así como sus descendencias

Personas de trascendencia en mi vida:

Dr. Federico Sánchez Navarrete (Sanidad vegetal)

Don Manuel Sescosse (Banco Mercantil de Zacatecas).

Hombre de **DIOS** y de gran corazón *In memoriam*.

A la gloriosa generación 50 de la UAAAN y 3a sección

A la bondad y filantropía del creador de esta Universidad

Don Antonio Narro Rodríguez *In memoriam*

A los incredulos

Composición de la Dieta de Cabras en Pastoreo en un
Matorral Parvifolio Inerme

Por

ALVARO FERNANDO RODRÍGUEZ RIVERA

DOCTORADO EN CIENCIAS

EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, DICIEMBRE 2002

Ph. D. Miguel Angel Mellado Bosque- Asesor-

Palabras claves: Cabras, factores genéticos y no genéticos,
dieta, pastoreo, preferencia, vegetación.

El objetivo de este estudio fue determinar los factores genéticos y no genéticos que afectan la selección de la dieta de las cabras en pastoreo en un matorral parvifolio inerme, y la asociación entre la composición de la dieta y el contenido de metabolitos y minerales de la sangre. El estudio se desarrolló, en el Ejido Jaguey de Ferniza, en el municipio

experimentos con cinco repeticiones; colecta de vegetación antes de cada muestreo de heces. Se colectaron heces, vía rectal, de 5 cabras en diferentes estados fisiológicos. Las heces fueron procesadas y analizadas con la técnica microhistológica. Las cabras lactantes presentaron un 25 por ciento más de arbustivas, en su dieta mayor divergencia en especies y además de menor consumo de plantas con alto contenido de pared celular que las cabras no lactantes.

Durante el período de lluvia, la estrategia alimenticia de los machos se enfocó a un mayor consumo de arbustivas que las hembras, pero, en la época de sequía, éstas utilizaron mayor cantidad de arbustivas que los machos. Asimismo, el mayor consumo de mezquite y gobernadora por los machos sugiere una mayor capacidad de detoxificación de aleloquímicos de las plantas, en comparación con las hembras.

Se observó una mayor variabilidad en el consumo de especies de plantas por cabras gestantes, pues las herbáceas y gramíneas fueron más consumidas por cabras preñadas que por cabras no preñadas.

La dieta de las cabras con dientes desgastados estuvo constituida mayormente de arbustivas con hojas y ramas tiernas (*Atriplex canescens* y *Opuntia leptocaulis*), y evitaron el consumo de pastos en época de lluvia, pero en época de sequía se vieron forzadas a consumirlos.

Una mayor utilización de gramíneas y herbáceas por las cabras parece permitir una mejor condición corporal, resultante quizás de una mayor ingestión de nutrientes digestibles.

Las cabras Nubias usaron mayor diversidad de plantas en comparación con las Granadinas, por el contrario, las Granadinas utilizaron más arbustivas y discriminaron las gramíneas. Asimismo, la mayor proporción de gobernadora en la dieta de las cabras Granadinas mostró que esta raza está mejor adaptada al matorral parvifolio inerme que las Nubias.

Un mayor consumo de gobernadora en la época de sequía por las cabras adultas indica que éstas tienen una habilidad superior tanto para detoxificar como tolerar las fitotoxinas de esta planta. Los animales jóvenes buscan

forrajes con altos niveles de nitrógeno cuyo fin es llenar sus requerimientos de proteína para su crecimiento.

Se observó que animales con menor circunferencia abdominal eligieron especies menos palatables y resinosas, y utilizaron mayor proporción de herbáceas en comparación con cabras con menor circunferencia abdominal en la época de lluvia.

Independientemente del estado fisiológico, sexo, raza o talla de las cabras, la alta utilización de mariola (*Parthenium incanum*) en ambas épocas, se reflejó en mayores niveles de urea en la sangre de las cabras con alta ingestión de esta planta.

La reducción del colesterol en el suero sanguíneo de las cabras se asoció a una alta ingestión de gobernadora, lo que sugiere que esta planta posee productos químicos que inhiben la síntesis de colesterol en estas.

ABSTRACT

Genetic and non genetic factors affecting goat diets in a
dessert grassland dominated by creosotebush

By

ALVARO FERNANDO RODRÍGUEZ RIVERA

DOCTOR IN SCIENCE

SYSTEMS PRODUCTION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, DECEMBER 2002

Ph. D. Miguel Angel Mellado Bosque- Advisor-

Key words: goats, factors genetics and non genetics, diet,
grazing, preference, vegetation

The objective of this study was to evaluate the effect of breed, age, teeth wear, body condition score, sex, height, abdominal circumference, pregnancy status and lactation on botanical composition and selectivity of goat diets in a desert grassland. An additional objective was to determine the association between the proportion of forage species in the

diet and the blood serum levels of some metabolites and minerals. The study was carried out in northern Mexico (23° 30'N, 101° 02'W). The highest divergence in diet composition was observed between lactating and nonlactating animals. The contribution of shrubs to the diet was 25 percent greater ($P < 0.05$) in the lactating animals than the "dry" goats. The low consumption of plants with a high cell wall content (*Opuntia imbricata*, *Dasyllirion palmeri*, and grasses in general) by lactating goats compared to the non-lactating goats suggested that the strategy of the lactating goats was the avoidance of low digestibility forages. During the rainy season, bucks showed a consistently higher preference for shrubs (20 percentage points higher), compared to adult does. During the dry season bucks switched to grasses and forbs, whereas does relied heavily on shrubs during this season. Granadino goats used 41 percent more shrubs than Nubian does. A shrub of singular importance was *Acacia farnesiana*, which contributed 8.3 per cent ($P < 0.05$) to total composition of the diet in the Granadino does, compared to only 2.6% in the Nubians. Of note, Granadino goats did not utilize grasses, whereas graminoids made up 8 per cent of the diet of Nubian goats. The feeding strategy of pregnant goats was a wider selection of species, where grasses and forbs in the diet were

greater than non-gestating animals. Goats with deteriorated teeth selected shrubs with tender branches and leaves (mainly *Atriplex canescens* and *Opuntia leptocaulis*), and avoided grasses during the rainy season. However, during the dry season, teeth wear did not limit the utilization of grasses, whose proportion in the diet was similar between goats with normal and deteriorated teeth. Good body condition scores was the consequence of a higher utilization of grasses and forbs by goats, which possibly increases nutrients intake. A higher proportion of *Larrea tridentata* in the diet of adult goats (7.8 vs 4.5; $P < 0.10$) in the dry season, compared to younger does suggest a higher adaptation of adult goats to resinous and unpalatable forages. Goats of medium size used a greater proportion of small shrubs compared to the tallest goats in the rainy season. On the other hand the forage used by the tallest goats was from the tallest shrubs in the range. Goats with reduced abdominal circumference made use of resinous and non-palatable forages, compared with goats of ample abdominal capacity. Finally, the proportion of *Parthenium incanum* in the diet was positively associated with concentration of serum urea. On the other hand, high proportions of creosotebush in the goat diets resulted in a significant reduction of cholesterol in blood serum. The

ingestion of *Atriplex canescens* was positively associated with an increased serum concentration of phosphorus.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
Indice de Cuadros	XVII
Indice de Figuras	XX
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos generales	5
Objetivos específicos	6
Hipótesis	7
REVISIÓN DE LITERATURA	
Marco teórico	10
Efecto de la dentadura sobre la selección de la dieta	17
Modelos de simulación en las estrategias de pastoreo	21
Técnica micro histológica	22
Patrones de distribución del pastoreo	27
Escalas y jerarquías de pastoreo	29
Escalas de pastoreo	31
Modelo conceptual de escalas de pastoreo	39
Constituyentes en la escala en las decisiones de pastoreo por herbívoros	40
Modelos jerárquicos de Comportamiento de pastoreo	42
Plazo corto, escalas pequeñas: de bocado a parche	44
Plazo largo, escala grande: de bocado a potrero	45
Teoría del pastoreo	53
Elementos y estructura de modelos de pastoreo. Bases evolutivas	55
Decisiones variables	56
Limítrofes en la selección de la dieta	57
Efectos de estado fisiológico del animal sobre las decisiones de pastoreo	59
Rapidez en el consumo (saciedad?)	60
Lactación	61
Efecto de estacionalidad y comunidad de plantas en la dieta	67
Efecto de la edad, sexo y raza sobre la composición de la dieta	73
Efecto de preñez sobre la selección de la dieta	88

Composición química de la dieta	90
Efecto de morfología de la planta	91
Preferencia	94
Efecto especie animal sobre composición de la dieta	96
Efecto de morfología animal	98
Efecto de parásitos sobre composición de la dieta	103
Toxicidad y/o aversión	105
 MATERIALES Y MÉTODOS	
Descripción general del área experimental	109
Clima	110
Suelos	111
Características de manejo de las cabras	111
Trabajo de campo	
Caracterización de la vegetación	112
Inventario de la vegetación	113
Colecta de heces	114
Trabajo de laboratorio	
Preparación de laminillas	115
Molido, homogeneización y depuración	116
Tamizado y montaje	116
Lectura	118
Elaboración de la solución Hoyer	119
Análisis del suero sanguíneo	120
Trabajo experimental	
Experimento 1. Efecto de genotipo	121
Experimento 2. Efecto de la lactancia	121
Experimento 3. Efecto del estado de crecimiento	122
Experimento 4. Efecto de gestación	122
Experimento 6. Efecto de la circunferencia abdominal	123
Experimento 7. Efecto de condición corporal	124
Experimento 8. Efecto del desgaste de dientes	124
Experimento 9. Efecto de sexo	125
Experimento 10. Relación entre la composición botánica de la dieta sobre la química sanguínea y contenido de algunos minerales de la sangre	126
Análisis estadístico	126
 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	 130

Experimento 1. Efecto del genotipo sobre la composición botánica y selectividad de la dieta	130
Experimento 2. Efecto de la lactancia de las cabras sobre la composición botánica y selectividad de la dieta al final de la época de lluvias, en un matorral parvifolio inerme	148
Experimento 3. Efecto del estado de desarrollo de las cabras sobre la composición botánica y selectividad de la dieta, en dos épocas del año en un matorral parvifolio inerme	156
Experimento 4. Efecto de la gestación sobre la composición botánica de la dieta de las cabras, en un matorral parvifolio inerme	173
Experimento 5. Efecto de la altura de las cabras sobre la composición botánica y selectividad de la dieta, de estos animales, en un matorral parvifolio inerme	180
Experimento 6. Composición botánica De la dieta de las cabras y selectividad de ésta, en función de la circunferencia abdominal, en la época de lluvias y en la época de sequía en un matorral parvifolio inerme	188
Experimento 7. Efecto de la condición corporal sobre la composición y selectividad de la dieta, de las cabras	194
Experimento 8. Efecto del desgaste de Los dientes sobre la composición botánica y selectividad de la dieta, de las cabras, en un matorral parvifolio inerme	203
Experimento 9. Efecto del sexo de las cabras sobre la composición botánica y selectividad de la dieta, en un matorral parvifolio inerme	213

Experimento 10. Asociación entre la composición botánica de la dieta de las cabras, en un matorral parvifolio inerme, y el contenido de algunos metabolitos y minerales de la sangre	226
CONCLUSIONES	233
LITERATURA CITADA	239

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Página
4.1. Efecto de genotipo sobre la composición botánica de la dieta de las cabras al final de la época de lluvia, en un matorral parvifolio inerme	134
4.2 Efecto del genotipo (Granadina y Nubia) sobre el índice de preferencia en un matorral parvifolio inerme al final de la época de lluvia	147
4.3 Efecto de la lactancia sobre la composición botánica de la dieta de cabras mantenidas en un matorral parvifolio inerme durante el período de lluvias.	152
4.4 Efecto de la lactancia sobre el índice de preferencia en un matorral parvifolio inerme, durante la época húmeda	155
4.5 Efecto del estado de desarrollo de las cabras sobre la composición botánica de la dieta, en dos épocas del año en un matorral parvifolio inerme	166
4.6 Efecto de la etapa de crecimiento sobre el índice de preferencia en un matorral parvifolio inerme, en la época lluvia	172
4.7 Composición botánica de la dieta de cabras en pastoreo en un matorral parvifolio inerme, en función de preñez durante la época de humedad (octubre 2000) en el Ejido Jaguey de Ferniza , Municipio de Saltillo, Coahuila	177
4.8 Índice de preferencia de cabras gestantes o no gestantes mantenidas en un matorral parvifolio inerme, durante la época de humedad en Octubre del 2000 en el ejido Jaguey de Ferniza, Municipio de Saltillo, Coah	179

- 4.9 Efecto de la altura a la cruz de las cabras sobre la composición botánica de la dieta en dos épocas del año en un matorral parvifolio inerme
- 4.10 Efecto de la altura a la cruz de cabras adultas sobre el índice de preferencia en un matorral parvifolio inerme
- 4.11 Efecto de la circunferencia abdominal sobre la composición botánica de la dieta de las cabras mantenidas en un matorral parvifolio inerme, en dos épocas del año
- 4.12 Efecto de la circunferencia abdominal sobre el índice de preferencia de cabras en pastoreo en un matorral parvifolio inerme, durante la época de humedad
- 4.13 Efecto de la condición corporal (escala de 0 a 5) sobre la composición botánica de la dieta de cabras en un matorral parvifolio inerme, en el período de lluvia y sequía
- 4.14 Efecto de condición corporal (CC, escala de 0 a 5) sobre el índice de preferencia de cabras en pastoreo en un matorral parvifolio inerme, durante la época de humedad
- 4.15 Efecto del estado de los dientes sobre la composición botánica de la dieta de las cabras, durante dos épocas del año en un matorral parvifolio inerme
- 4.16 Efecto del estado de los dientes sobre el índice de preferencia

de cabras en pastoreo, en un matorral parvifolio inerme, durante la época de humedad (octubre del 200) y sequía (febrero del 2001)	212
4.17 Efecto del sexo sobre la composición botánica de la dieta de cabras adultas, en un matorral parvifolio inerme, en dos épocas del año	219
4.18 Efecto del sexo (hembras y machos adultos) sobre el índice de preferencia de la dieta de cabras adultas, en un matorral parvifolio inerme, en la época húmeda del año	224
4.19 Coeficiente de correlación entre componentes de la sangre y composición botánica de la dieta de cabras (especies principales) en pastoreo en un matorral parvifolio inerme, durante la época de sequía (febrero del 2001), en el Ejido Jaguey de Ferniza, Municipio de Saltillo	228

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
4.1 Asociación entre el porcentaje de mariola (<i>Parthenium incanum</i>) en la dieta de las cabras y el contenido de urea en el suero sanguíneo de estos animales	229
4.2 Asociación entre el porcentaje de gobernadora (<i>Larrea tridentata</i>) en la dieta de las cabras y los niveles sanguíneos de colesterol en cabras en agostadero	230
4.3 Asociación entre el consumo de suelda (<i>Buddleja scordioides</i>) y el contenido de fósforo del suero sanguíneo en cabras en agostadero	231
4.4 Relación entre el contenido de huizache (<i>Acacia farnesiana</i>) en la dieta de las cabras y los niveles sanguíneos de creatinina en cabras mantenidas en agostadero	232

INTRODUCCIÓN

Los mecanismos de la selección y/o composición de la dieta por herbívoros han sido pobremente entendidos (Illius y Gordon, 1999) asimismo, estudios concernientes a la cantidad y calidad de la dieta de cabras, así como la composición botánica de éstas en tipos de vegetación característicos del desierto Chihuahuense han sido muy limitados (Villena y Pfister, 1990; Askins y Turner, 1972). Algunos de estos estudios se han llevado a cabo con cabras de Angora (Owens, 1991), cuyos hábitos alimenticios son marcadamente distintos a los de las cabras criollas y mestizas de las zonas áridas de México.

Lo anterior ha conducido a que muchas de las recomendaciones para el manejo de pastizales resulten inapropiadas en zonas con poblaciones abundantes de caprinos, debido al reducido conocimiento de la forma en que el pastizal es utilizado por esta especie animal.

Un conocimiento más profundo de la composición botánica de la dieta y su composición química a través del año, permitiría mantener más eficientemente la productividad de estos animales, puesto que se estaría en condiciones de diseñar un plan nutricional acorde a las condiciones de la zona.

La determinación misma de la composición botánica de la dieta en ganado doméstico así como en animales silvestres, genera información que permite el manejo adecuado del ecosistema, tanto en el orden pecuario como en el de los recursos naturales (Wilson *et al.*, 1971; Rosiere *et al.*, 1975; Chávez *et al.*, 1979)

Esta misma información permitiría, además, formular planes de manejo del pastizal que optimicen la utilización combinada de los recursos forrajeros por las cabras.

El desarrollo de la ganadería caprina en el norte de México está basado en sistemas de manejo extremadamente rústico, donde la sanidad, mejoramiento genético, alimentación y reproducción de los animales, así como las instalaciones y el apotreramiento de los predios constituyen

renglones con muy poca atención. La correcta utilización de los agostaderos representa la clave para el desarrollo armónico de la ganadería y el pastizal. Sin embargo, en el caso de los caprinos esto es extremadamente complicado, debido a que no se ha desarrollado la tecnología para la utilización racional del agostadero con esta especie. De hecho, varios hatos numerosos de cabras son comunes en las comunidades rurales, lo cual muchas veces resulta en presiones de pastoreo muy superiores a la capacidad de sustentación del agostadero.

En el estado de Coahuila, cuya superficie es de 15,157,100 ha (7.68 por ciento de la superficie del país), de los que el 65-70 por ciento son utilizadas en la explotación del ganado en forma extensiva, con 700,000 bovinos, 74,000 ovinos y 200,000 caprinos (SARH, 1984), se localizan 23 tipos de vegetación (COTECOCA, 1979). Entre estos se encuentra el pastizal mediano abierto, donde las arbustivas predominantes son la gobernadora, hojasén, huizache, mezquite, ocotillo, cenizo, gatuño y chaparro prieto. En los tipos de vegetación de las zonas áridas y semiáridas se diferencian claramente dos estratos: uno superior donde predominan las arbustivas, y otro inferior donde se localizan

estrato de las arbustivas y los terrenos con topografía complicada por su pendiente escarpada, resultan inadecuados para los bovinos; pero no para los caprinos, ya que las plantas de estos lugares pueden ser aprovechadas por las cabras, debido a su hábito trepador, a su boca estrecha y gran movilidad labial, a su gran rusticidad y su gran capacidad de desplazamiento.

Para utilizar de manera más eficiente el pastizal en las zonas áridas y semiáridas del estado, es pertinente el uso de rumiantes menores, ya que por sus hábitos de consumo del forraje, éstos pueden hacer un uso adecuado del estrato vegetal no apetecido por los bovinos, sin que exista un traslape importante en el consumo de las especies de plantas existentes en el pastizal entre bovinos, caprinos, ovinos y otras especies animal domésticas o de fauna silvestre.

Es necesario determinar la calidad de la dieta de animales en pastoreo en las condiciones ambientales que prevalecen en cada región, las mismas que inciden directamente en las características fenológicas de la planta, composición florística del pastizal, y la disponibilidad de forraje, además de considerar lo relacionado al animal en

cuanto a adaptación, requerimientos nutricionales oportunidad de selectividad del forraje.

El conocimiento de la composición botánica y química de la dieta, así como el consumo voluntario de los diferentes animales en pastoreo, en concordancia con el conocimiento de la disponibilidad de las especies vegetales existentes en el pastizal, permitiría la formulación de programas nutricionales apropiados para los animales, con un menor deterioro del pastizal.

En atención a lo anteriormente mencionado se plantearon los objetivos generales y específicos siguientes:

Objetivo general

Determinar los factores genéticos y no genéticos que afectan la selección de la dieta de las cabras en un matorral parvifolio inerme y la asociación que existe entre la composición botánica de la dieta de las cabras y el contenido de metabolitos y minerales de la sangre.

Objetivos específicos

Determinar el efecto que tiene el genotipo de las cabras (cabras con predominancia de Granadino vs cabras con predominancia de Nubla) sobre la composición botánica y selectividad de la dieta de las cabras en un matorral parvifolio inerme, en la época de sequía y abundancia de forraje.

Determinar el efecto que tiene el estado fisiológico de las cabras (lactancia, crecimiento y preñez) sobre la composición botánica y selectividad de la dieta de las cabras en un matorral parvifolio inerme, en la época de sequía y abundancia de forraje.

Determinar el efecto del fenotipo de las cabras (altura y circunferencia abdominal) sobre la composición botánica y selectividad de la dieta de las cabras en un matorral parvifolio inerme, en la época de sequía y abundancia de forraje.

Determinar el efecto que tiene la condición corporal sobre la composición botánica y selectividad de la dieta de las

cabras en un matorral parvifolio inerme, en la época de sequía y abundancia de forraje.

5. Determinar el efecto que tiene el desgaste de los dientes de las cabras sobre la composición botánica y selectividad de la dieta de las cabras en un matorral parvifolio inerme, en la época de sequía y abundancia de forraje.

Determinar el efecto que tiene el sexo (edad adulta) sobre la composición botánica y selectividad de la dieta de las cabras en un matorral parvifolio inerme, en la época de sequía y abundancia de forraje.

Determinar la asociación de la composición botánica de la dieta sobre el contenido de metabolitos y minerales de la sangre de las cabras.

Hipótesis

La composición botánica de la dieta varía en función de la raza de las cabras, presentándose una mayor flexibilidad en la dieta de las cabras de origen hispánico.

2. La composición botánica de la dieta varía en función del fenotipo de las cabras, presentándose un mayor rango de especies vegetales en la dieta de las cabras de mayor talla y menor angulosidad.
3. La composición botánica de la dieta varía en función de la condición corporal de las cabras, presentándose una mayor cantidad de especies forrajeras de alta calidad en la dieta de las cabras con mayor condición corporal.
4. La composición botánica de la dieta varía en función del desgaste de los dientes presentándose una mayor cantidad de especies vegetales fibrosas en cabras con menor desgaste de los dientes.
5. La composición botánica de la dieta varía en función del desarrollo corporal de las cabras, presentándose un mayor rango de especies vegetales en la dieta de las cabras de más edad.
- . La composición botánica de las cabras adultas presenta variaciones de acuerdo al sexo del animal.

Los niveles de metabolitos y minerales sanguíneos tienen relación con la ingestión de ciertas plantas del agostadero.

REVISIÓN DE LITERATURA

Marco teórico

Referente al título de esta disertación: "Factores genéticos y no genéticos que afectan la composición de la dieta de cabras en pastoreo en un matorral parvifolio inerme", se utilizó el concepto **composición de la dieta**, en lugar de preferencia, uso o utilización del pastizal. Para entender la definición anterior es necesario definir inicialmente **palatabilidad**, la cual se entiende como las características o condiciones de la planta que estimulan la respuesta selectiva por el animal. Arnold (1963) y Heady (1964) señalan que el término preferencia se reserva a la selección por el animal, evento que es esencialmente de comportamiento. Por otro lado, la preferencia relativa indica la opción entre dos o más alimentos. La relación respuesta-estímulo en la selección y aceptación de un alimento por el animal constituye una compleja cadena de eventos. Ni una sola característica se ha encontrado que sea isomórfica con la misma medida y procesos de comportamiento. Evidencia de ello es lo relativo

la bien conocida prueba de gustosidad (sabores salado, dulce, agrio y amargo) no muy apropiada, ya que el gusto resulta de una combinación de estímulos (Newman *et al.*, 1995), así como la continua y cambiante química de las plantas lo cual tiene una importante influencia sobre el gusto de los animales (Skoglanol, 1988).

Se asume que existen tres sistemas interrelacionados los cuales regulan la aceptación de un alimento por los animales. Estos son: el intrínseco del animal, tal como el estímulo nervioso, iniciado por la acumulación de una serie de metabolitos y hormonas en la sangre, la temperatura corporal, los movimientos en el tracto digestivo, la fatiga de las mandíbulas, los sentidos, entre otros, los cuales se han asociado mas con la saciedad que con el inicio del consumo del alimento. El segundo incluye el condicionamiento alimenticio de un animal por hábitos alimenticios previos. El tercero se relaciona con el ambiente nutritivo y físico del animal (Smith, 1992).

Por otro lado, el porcentaje de utilización de las plantas, a o la mayoría de las condiciones, es considerado como un índice de preferencia o palatabilidad a una cierta planta, por

lo tanto, la utilización comparativa expresa la avidez o gusto que un animal muestra por una u otra planta (Heady, 1964). La composición de la dieta algunas veces es incorrectamente usada como una medición de preferencia del animal, en lugar del porcentaje de utilización, en tal caso los resultados son por demás diferentes (Herbel y Nelson, 1966a; Prache et al., 1998). Sin embargo, los rangos de preferencia pueden basarse en porcentajes de utilización, o bien en porcentajes de cada una de las especies en la dieta, por lo que los rangos de palatabilidad de las plantas difieren grandemente cuando se basan en el porcentaje utilizado, en comparación a la proporción en la dieta actual de una especie animal. Para fines prácticos, la palatabilidad o preferencia puede clasificarse en cuatro categorías: buena, regular, pobre, sin valor. Por lo anterior, la medición e interpretación del uso y preferencia de las plantas del pastizal por los herbívoros no ha sido bien entendida, y por lo tanto ha sido controversial, pues el término "uso del pastizal" se refiere a un evento de interacciones complejas de la planta y el animal. Por consiguiente, su medición requiere del juicio personal donde se consideran muchas variables de criterio. Sin embargo, el término porcentaje de utilización se restringe a la cantidad de producción de forraje actual removido por el pastoreo.

Si bien la gran mayoría del territorio de zonas áridas de nuestro país se considera apta para la crianza y producción de ganado caprino, sólo alrededor de 40.9 millones de hectáreas de la superficie del país (20.8 % de la superficie susceptible de pastoreo) es factible de explotarse con caprinos, ya que esta área presenta condiciones apropiadas de temperatura, precipitación pluvial y topografía para la explotación de esta especie (Mayén, 1989). La explotación de la cabra bajo condiciones extensivas se lleva a cabo con muy limitada tecnología en nuestro país, observándose la ausencia de programas sanitarios, genéticos y reproductivos, y sobre todo, la nula planeación del manejo del pastizal. La determinación del uso de especies vegetales del agostadero por las cabras, así como la proporción de las mismas en la dieta, en las diferentes etapas y estados fisiológicos, redundará en la planeación apropiada del uso del pastizal, ya que se caracterizaría la época, proporción y frecuencia de utilización de las diferentes plantas del agostadero por las cabras. Con la información anterior sería posible formular un programa de suplementación alimenticia para las cabras en agostadero, con nutrientes que se consideren deficientes en la dieta de la especie caprina, para así incrementar la

productividad del hato, y promover la conservación de los recursos forrajeros del agostadero.

En México, como en muchas otras zonas marginales del mundo, la cabra ofrece una alternativa de alimentación para el hombre, dadas las diversas ventajas de esta especie, como son: bajo costo de inversión inicial, poco espacio en su explotación, aprovechamiento de forrajes que otras especies no utilizan, capacidad láctea en condiciones de extrema aridez, así como su alto índice de fertilidad y prolificidad

(Mayén, 1989; Ali y Sharrow, 1994)

En México la cabra fue introducida por los españoles después de la conquista (razas Celtibérica y Castellana de Extremadura), caracterizadas por su gran adaptabilidad al medio árido (Agraz, 1983). Existen tres grandes zonas en las cuales se halla el 81.6 por ciento de la población caprina del país; Zona norte (Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí); donde se alberga el 45.5 por ciento del total. Zona centro (Guanajuato, Querétaro y Michoacán), con 10 por ciento de las cabras y la Zona sur (Oaxaca, Puebla y Guerrero), con el 26.1 por ciento de este ganado (Guevara, 1980).

Spencer (1995), menciona que algunos miembros de los bovinos Africanos comparten los recursos de las savanas, lo cual presumiblemente permite la coexistencia de muchas especies de herbívoros. Los niveles de recursos compartidos, forza a los bóvidos al consumo de gramíneas o bien dicotiledóneas o una combinación de éstas.

El comportamiento de pastoreo y por ende la selección de la dieta de herbívoros puede parecer un vago ambulante de animales en búsqueda de alimento, o bien la búsqueda de un lugar para descansar, pero un análisis más detallado 'revela un sofisticado proceso por el cual los herbívoros sobreviven en un complejo, dinámico e impredecible hábitat, por lo que es necesario preguntarse como éstas criaturas de hábitos sobreviven en un mundo donde lo único seguro es el cambio, aún a pesar de las dificultades que éstos encuentran tales como: clima, suelos, plantas, herbívoros y gente; entes que se interrelacionan en un sistema dinámico, donde los cambios de cada componente del sistema es una constante, por lo que el herbívoro reacciona y se adapta (Provenza y Launchbaugh, 1999).

La selección de la dieta de los herbívoros es por demás compleja, en particular para los rumiantes mayores y menores en pastoreo en zonas desérticas, a causa del patrón espacial y temporal que ofrece la vegetación (Ralphs y Provenza, 1999). Debido a que algunas especies arbustivas son poco consumidas por herbívoros, estas mantienen una ventaja competitiva sobre el las especies frecuente e intensamente utilizadas, por ello, los metabolitos secundarios producidos por las plantas, a menudo sirven como defensa contra la herbivoría lo cual se presenta en algunas especies leñosas en ecosistemas desérticos (Freeland, 1991). Esta defensa parece depender del arreglo diverso de compuestos químicos, mas que de la clase de estos compuestos en las plantas (Bryant et al., 1991). Los fitoquímicos pueden combinarse con otros factores bióticos y abióticos para influenciar la expansión del nicho de arbustivas y conllevar a la dominancia de arbustivas.

El conocimiento y mejor entendimiento de lo que consumen las diversas especies de animales, y en particular la cabra, permitirá que el manejador del recurso forrajero tome decisiones que vayan de acuerdo al potencial del ecosistema (Gutiérrez, 1991).

Efecto de la dentadura sobre la selección de la dieta

El masticado es un factor clave que afecta la digestibilidad del alimento, debido a que este proceso incrementa la proporción superficie/volumen de los alimentos que luego son expuestos a los procesos de salivación y digestión (Hanley, 1982). Se debe considerar que en los rumiantes el efecto de masticado es muy importante por dos razones: primero, porque las plantas con alta pared celular son altamente resistentes a la acción química y al triturado. El alimento al ser macerado durante la masticación incrementa la adhesión de microorganismos simbióticos a las partículas del alimento, en el rumen, y aumenta la acción de la hidrólisis de los nutrientes (Pond *et al.*, 1984). El alimento es retenido en el retículo-rumen y es por lo tanto sujeto a digestión microbial, dependiendo del tamaño de la partícula (Ulyatt *et al.*, 1986; Lechner-Doll *et al.*, 1991). Por lo anterior, la reducción del tamaño de las partículas en el alimento es afectado por el comportamiento de masticado, así como por la efectividad de los molares y premolares (Pérez y Gordon, 1998b). Se puede decir que en rumiantes el comportamiento del masticado se ha estudiado de manera extensa y ha sido visto como el factor principal determinante de la tasa de

reducción en el tamaño de las partículas de alimento (Pearce y Moir, 1964; Lee y Pearce, 1984; Domíngue *et al.*, 1991a; Dryden *et al.*, 1995; Gross *et al.*, 1995), ya que la digestión microbial no parece reducir el tamaño de partícula de manera significativa (Poppi *et al.*, 1980; Murphy y Nicoletti, 1984). Sin embargo, pocos estudios han considerado el efecto de la morfología de los dientes molares en la efectividad de la masticación en rumiantes (Gross *et al.*, 1995). La efectividad de la dentadura es determinada por la característica morfológica de los molares asociados con el corte o triturado del alimento. Varios parámetros han sido usados como predictores en la efectividad de los dientes., por ejemplo, la superficie oclusal molar ha sido extensivamente usada en humanos (Luke y Lucas, 1985), aunque este rasgo ha sido raramente medido en mamíferos herbivoros (Gross *et al.*, 1995), en los que la longitud del esmalte del borde de los dientes ha sido más comúnmente estudiada (Gipps y Sanson, 1984; Lanyon y Sanson, 1986). Hay poca concordancia en cuanto a los factores morfológicos claves que determinan la efectividad de la masticación en rumiantes (Pérez y Gordon, 1998a); Sin embargo, la compleja estructura tridimensional de la cresta del esmalte oclusal en rumiantes sugiere que este tipo de dientes tiene la capacidad de plegar y consolidar las

hojas colectadas, y la efectividad de corte de estos bordes parece ser más importante que las propiedades de la superficie oclusal (Pérez y Gordon, 1998b). El tamaño de la superficie oclusal también juega un papel importante en la eficiencia del masticado, ya que se asume que ésta se encuentra directamente relacionada con la cantidad de alimento atrapado entre las filas de los dientes superiores e inferiores, incrementando el número de fragmentos de alimento cortado o picado por efecto de la masticación (Pérez y Gordon, 1998b).

Aunque los dientes desgastados han sido considerados como un factor importante que afecta la sobre vivencia en poblaciones de ungulados silvestres (De Bies y Wieren, 1980; Tyler, 1986; Skogland, 1988; McArthur y Sansón, 1988), pocos estudios se han realizado para medir las consecuencias de dientes desgastados sobre los comportamientos del masticado y consumo de alimento, así como la digestibilidad de éstos en herbívoros mamíferos (Gipps y Sansón, 1984; Lanyon y Sansón, 1986). Así mismo, cuando la efectividad de los dientes es baja (debido a dientes desgastados o bien a un tamaño pequeño de éstos con relación al tamaño corporal), varios mecanismos para el mantenimiento de la efectividad de

la masticación pueden ocurrir: 1) incremento del número de mordidas por cantidad de alimento procesado, para obtener la misma distribución de tamaño de partícula en el alimento tragado (Dryden *et al.*, 1995), 2) modificación de la tasa de consumo o la tasa de pasaje (Semiadi *et al.*, 1994; Gross *et al.*, 1995) y 3) selección de alimentos que impliquen un menor proceso de maceración con los dientes (Trudell-Moore y White, 1983; Lee y Pearce, 1984; McSweeney y Kennedy, 1992; Gross *et al.*, 1995). La disminución en la efectividad de los dientes, debido al desgaste molar, ha sido propuesto como un importante causa de mortalidad en poblaciones de ungulados silvestres (Pérez y Gordon, 1998). Los autores anteriores llevaron a cabo un estudio donde el consumo voluntario, la digestibilidad, el tiempo medio de retención, el comportamiento de masticación, y la selección de la dieta se compararon en dos grupos de venados rojos hembras, los cuales diferían en el desgaste de sus molares. El grupo con los dientes más desgastados presentó menor consume voluntario de alimento. Esto mismos animales tuvieron un mayor número de masticaciones por gramo de materia seca ingerida, un mayor tiempo de masticación, pero un menos número de masticaciones por minuto, en comparación con los animales con sus dientes intactos. El grupo con la dentadura

más deteriorada presentó partículas más grandes en sus heces. No se detectaron diferencias entre grupos en cuanto a la composición botánica de la dieta. Estos investigadores concluyeron que la modificación del consumo y el tiempo invertido en la masticación durante la comida son los principales mecanismos utilizados para compensar por la reducida efectividad de masticación asociada con el desgaste de los dientes.

Modelos de simulación en las estrategias de pastoreo

La selección de la dieta por los herbívoros ha sido estudiada como estrategia y problema táctico, ya que desde el punto de vista evolutivo, la estrategia de selección de la dieta surge como resultado de la selección natural, donde está involucrada la optimización de la ingestión de energía y el estado nutricional del animal (Ellis *et al.*, 1976). En la última década se han utilizado, de manera apropiada, modelos de simulación con la finalidad de cuantificar la relación entre la calidad de la dieta, los procesos digestivos y el peso corporal de ungulados herbívoros (Illius y Gordon, 1992). Se han estudiado además los análisis filogenéticos de la adaptación del estómago en relación a las estrategias digestivas en

rumiantes (Pérez y Gordon, 2001). Estudios adicionales incluyen las relaciones funcionales entre el tipo de alimento y morfología del cráneo y la quijada (Pérez y Gordon, 1999b), el tipo de fauna (Gordon, 1997; Wítte y Croft, 2002), la transición evolutiva entre estilo de alimentación y hábitats en ungulados (Pérez *et al.*, 2001b), el efecto de estación, sexo y estilo de alimentación a nivel potrero comparado con el volumen corporal (Mysterud y Pérez, 2001).

Técnica microhistológica

Los primeros estudios para conocer las especies vegetales consumidas por herbívoros estuvieron basados en métodos observacionales (Cory, 1927; Dixon, 1934; Halls, 1954; Bjugstad *et al.*, 1970). Existen varios procedimientos y modificaciones de esos métodos, pero todos ellos consisten en seguir animales en libre pastoreo y registrar la actividad de pastoreo, las especies vegetales más frecuentemente utilizadas y el comportamiento de los animales durante el pastoreo.

A través de la observación directa, Culley (1937) estudió los hábitos de pastoreo del ganado bovino en Arizona.

También, Doran (1943) usó unos binoculares para observar los hábitos alimenticios y actividades de ovejas en agostadero en Colorado, E.U.

Por dificultad de su aplicación y por el error a que suelen conducir las técnicas de muestreo antes señaladas, Tare!! (1954) desarrolló el uso de la fístula esofágica en ovejas, que permite la colección directa del forraje consumido.

Otro método que se ha implementado para determinar la dieta de herbívoros, es el análisis microhistológico de muestras fecales. La ventaja de este método es que no interfiere con los hábitos de los animales domésticos o salvajes, sobre cualquier tipo de vegetación. Este método, sin embargo, tiene la desventaja de que no es posible conocer la composición química del alimento ingerido por el animal.

Con el método antes descrito, Dusi (1949) analizó las heces de conejo cola blanca para determinar la dieta. Croker (1959) usó también este método en ovejas para determinar que especies forrajeras consumían en un tiempo determinado. En Australia, Storr (1960) analizó las heces del canguro y wallabies para determinar su dieta. Ward (1970)

examinó las

heces del alce; Hansen y Dearden (1975) aplicaron este método en su estudio de la dieta del venado. Por otro lado, Hansen *et al.* (1970) aplicó el método anterior para conocer la dieta de la tortuga, y Hansen y Dearden (1975) en alce y otros ungulados. Bjugstad *et al.* (1970) revisaron métodos de observación directa en animales de pastoreo principalmente ganado vacuno.

La técnica microhistológica es la más exacta para la identificación del material vegetal en la dieta de herbívoros. Esta técnica fue descrita por Baumgartner y Martín (1939), y modificada por Dusi (1949).

Baumgartner y Martín (1939) prepararon dos tipos de "laminillas" (portaobjetos): (1) las permanentes de material vegetal y (2) las temporales de material estomacal. Ambas laminillas fueron preparadas con solución de Hertwig, la cual sirvió como sustancia aclaradora, y a la vez, de medio de montaje. Para la identificación botánica se basaron en caracteres histológicos de las diferentes plantas en la dieta.

En la actualidad, uno de los puntos básicos para analizar los componentes del ecosistema, es el precisar el uso de una

técnica *ad hoc* para la evaluación del valor nutricional de los recursos forrajeros, así como la determinación de la composición botánica de la dieta de los animales que dependen del recurso natural (Uribe, 1997). Algunos investigadores consideran que el uso de la técnica microhistológica para la determinación de la composición botánica de la dieta sesga los resultados, específicamente cuando en la dieta se presenta un alto grado de herbáceas (Bartolome *et al.*, 1995). Se asume que con esta técnica se sobreestima la presencia de hierbas y la de gramíneas (Alipayo *et al.*, 1992). Sin embargo, esto sólo es cierto cuando las herbáceas se encuentran poco lignificadas, Una vez que éstas han madurado, la digestibilidad de las herbáceas se acerca más a la digestibilidad de gramíneas y arbustivas, Al determinar la composición botánica se debe considerar la época de año, disponibilidad de forraje, especies vegetales, diferencias ecotípicas, el estado fisiológico del animal, características fenológicas del animal y arquitectura del ecosistema (Ngugi *et al.*, 1992; Alipayo *et al.*, 1992; Mantella *et al.*, 1996; Boo *et al.*, 1993; Smith *et al.*, 1994).

Como ya se apuntó anteriormente, la técnica microhistológica fue empleada primeramente por Baumgartner

y Martin (1939), únicamente como un método cualitativo. Si bien ésta ha evolucionado, el procedimiento básico que en la actualidad se utiliza se desarrolló en la Universidad de Colorado, en EUA, por Sparks y Malechek (1968), quienes la utilizaron con fines cuantitativos, apoyándose en las publicaciones de Curtis y McIntosh (1950) y Fracker y Briske (1944). Las muestras de la dieta de los animales domesticados y/o fauna silvestre, provienen ya sea de animales fistulados del esófago (Villena y Pfister, 1990), evacuación del estómago vía fístula ruminal o sacrificio de los animales (Peña, 1981; McInnis *et al.*, 1983), o bien de las heces, tomadas directamente del recto o recogiénolas del suelo (Bartolome *et al.*, 1998; Kinutia *et al.*, 1992). Las 'muestras son procesadas de acuerdo a los lineamientos de Sparks y Malechek (1968). Con esta información se puede determinar la selectividad y eficiencia del pastoreo de los animales (Ali y Sharrow, 1994; Didier *et al.*, 1994). La determinación de las preferencias forrajeras de diversos 'herbívoros que utilizan el pastizal, sirve para efectuar programas de utilización del pastoreo donde se establezca una adecuada capacidad de carga animal, y estrategias de manejo del recurso forrajero (Stoddart *et al.*, 1975; Kinutia *et al.*, 1992); o bien en la determinación de la preferencia que

tienen especies distintas de animales por una especie de planta que predomina en el pastizal (Walker *et al.*, 1994).

Patrones de distribución del pastoreo

La distribución de los herbívoros en pastoreo es un punto sumamente debatido por los manejadores del pastizal y los productores de animales en condiciones extensivas. Un asunto complejo y con alternativas conflictivas, es la interacción entre la fauna silvestre y los animales domésticos, interacción que puede dañar especies en peligro de extinción, así como contaminar fuentes de agua. El tema de discusión más común es la distribución animal con relación a la extracción de nutrientes y su impacto en el ecosistema (Bailey *et al.*, 1996; Provenza, 1995; Walker *et al.*, 1981). Un pastoreo desigual en algunas circunstancias permite el deterioro del suelo, causando la erosión del mismo (Blackburn, 1984).

Se ha estudiado la relación existente entre las características del hábitat y el tipo del pastoreo, en cuanto a la distribución del pastoreo y su impacto en los factores abióticos, como la distancia al agua y la pendiente del terreno

(Senft *et al.*, 1987; Smith, 1992). También se ha estudiado el impacto del pastoreo sobre la composición de especies existentes en el pastizal, la morfología de las plantas, la productividad del recurso, así como la calidad del forraje existente. Por otro lado, para los herbívoros de porte alto el tiempo empleado en pastoreo está en función del nivel o tipo de recurso existente; con relación a esto, Senft *et al.* (1987), aplicaron el término de patrón de respuesta "matching" a la relación que hay entre el tiempo que emplea el animal en una comunidad de plantas o lunares grandes y la cantidad disponible de nutrientes, el cual ha sido observado en el bisonte, bovino, elk, venado y wapiti. Senft *et al.* (1987) mencionan que este puede predecirse en bovinos, en función de la cantidad relativa de especies preferidas por los animales y su abundancia en el agostadero.

Escalas y jerarquías de pastoreo

De acuerdo a Stuth (1991), la selección jerárquica de la dieta va desde el paisaje general hasta la planta individual. Bailey *et al.* (1996) indican que los grandes herbívoros reaccionan a patrones espaciales de topografía y distribución del forraje, pero se tiene muy poco conocimiento de la

portancia relativa de los elementos del paisaje que ocurren diferentes escalas espaciales. Se asume que la confusión e rodea la identificación e interpretación de los patrones paciales resulta, de manera parcial, de la diferencia en los }etivos de las diferentes áreas del conocimiento afines a te tema. Diferentes niveles dentro de una jerarquía de mportamiento se puede llegar a definir usando diferencias

la tasa de comportamiento, o bien los procesos a erentes escalas y tiempos (Kotliar y Wiens, 1990). Si bien

heterogeneidad funcional también puede llegar a ottingirse entre elementos espaciales a un mismo nivel por cambio en la tasa de una función (Bailey *et al.*, 1996). La tinción entre heterogeneidad estadística y funcional puede serse al definir claramente el término "parche", al referirse)astoreo de herbívoros. Un parche puede ser definido como á agregación espacial de mordidas sobre el cual el consumo tasa de movimiento permanece relativamente constante)re un período corto (p. e. 30 segundos). Astrom *et al.* 190) consideran que un parche puede consistir de un área 'nogénea de gramíneas, de arbustivas, o bien un grupo de iustivas distintas en estrecha proximidad una de otra. A nudo un parche es definido antes del estudio y se asume

es una agregación específica de forraje (árbol, matorral o

área de gramíneas). Kotliar y Wiens (1990), sugieren una jerarquía en la estructura de parche, esto es, un grano es la unidad más pequeña a la cual un animal responde, y el parche es construido a niveles mayores. En estudios de herbivoría un gramo consiste de un solo bocado, en primer orden un parche consistiría de un grupo de mordidas, y un segundo orden consistiría de un grupo de los del primer orden, de otra manera, un parche de primer orden podría ser un sólo manojito de una gramínea o arbustiva, o bien podría consistir de muchos manojos de gramíneas o arbustivas.

La teoría de jerarquías provee una estructura conceptual eslabonando así atributos espaciales con funciones biológicas a una o más escalas (Senft *et al.*, 1987), lo cual requiere de técnicas cuantitativas para identificar propiedades espaciales del paisaje.

Escalas de pastoreo

Bailey *et al.* (1996) identifican cinco escalas espaciales dentro de las jerarquías de pastoreo: bocado, estación de consumo, "parche", sitio de consumo y potrero, las cuales son funcionalmente definidas basadas en características del

comportamiento que ocurren a diferentes tasas, mismas que están asociadas con diferentes unidades de espacio, y que varían en dimensión absoluta con el tamaño corporal y estrategia de pastoreo del herbívoro. La escala más pequeña es el bocado, el cual está claramente definido por la secuencia: prehensión del forraje, movimiento de la quijada y hocico, y desprendimiento del forraje por movimiento del hocico (Laca *et al.*, 1994b). Novellie (1978) define a la "estación de consumo" como el arreglo de plantas disponibles a un herbívoro sin mover sus patas delanteras. Si bien "parche" se ha definido de diversas formas, se considera apropiada la de Jiang y Hudson (1993), cuya definición es un grupo de estaciones de consumo separadas unas de otras por un claro, en la secuencia de pastoreo, cuando un animal se reorienta a nuevas locaciones. Bailey *et al.* (1996) y Roguet *et al.* (1998) indican que el "sitio de consumo" es un grupo de "parches" en un área contigua donde los animales pastorean durante un periodo de tiempo, el cual puede contener una o más comunidades de plantas. Asimismo, "periodo corto de pastoreo" se define como el cambio en comportamiento desde el pastoreo hasta el descanso, rumia, o cualquier otro comportamiento que no sea pastoreo. Un "centro" es un conjunto de sitios de consumo donde los animales beben,

descansan o buscan cobijo en común, por lo que el movimiento entre un campo y otro involucra toda la unidad social, lo cual pudiese llegar a ocurrir durante períodos de semanas. Los potreros son una colección de campos, los cuales pueden delimitarse por cercos, barreras topográficas, migración o transhumancia. Aunque las escalas descritas aquí se basan principalmente en definiciones funcionales y no corresponden a escalas basadas en tipo de suelo, unión de poblaciones de plantas y factores geomórficos, existen algunas similitudes a las escalas jerárquicas presentadas por Senft *et al.* (1987).

Distel *et al.* (1995) investigaron la selección de "parche", a través de la maximización de tasa de consumo en praderas con "parches" diferentes en cuanto a altura y densidad. Lo anterior representaba una igual o desigual tasa de consumo para estudiar la respuesta del pastoreo animal en función de la heterogeneidad en la estructura de "parche", donde se involucraban tres tratamientos de heterogeneidad y dos tipos de parche. Los animales encontraron y entraron a ambos tipos de "parches" con la misma frecuencia. El tiempo de estancia promedio y número total de mordidas fueron mayores en el parche de mayor cobertura. El patrón de preferencia relativa

de los diferentes parches dependió de la altura de la vegetación, densidad y biomasa aérea, como señal para la localización y tiempo de residencia en el parche. McNaughton y Georgiadis (1986), asumen que la diversidad de especies vegetales existentes en un pastizal constituye un factor clave en la estabilidad de un sistema de pastoreo, sobre la base de que la heterogeneidad espacial y temporal del recurso natural tiene una interrelación con la cantidad y calidad de la dieta de los animales en pastoreo. Asimismo, el flujo de energía, nutrientes y la estructura de los ecosistemas son influenciados a escalas ecológicas características de la vegetación (Holland et al., 1992). La selección de alimento por los animales en pastoreo se determina no solamente por la preferencia asociada con la calidad y sabor del alimento, sino también por el costo que involucra el reunir el mismo, así como la disponibilidad de éste. Los animales pueden presentar actividad de pastoreo en proporción a la recompensa de la dieta en términos de nutrientes ingeridos (Matching law). Frecuentemente una estrategia trata de maximizar la tasa de adquisición de alimento, por lo que un enfoque funcional para la estrategia de alimentación indica que el pastoreo de animales se lleva a cabo de tal manera que

éstos optimizan la tasa de consumo del alimento (Diste) *et al.*, 1995).

Wallis-DeVries y Laca (1999) predijeron y probaron los efectos del grado de "parches" sobre los movimientos y selectividad de herbívoros grandes en un experimento controlado. Se crearon mosaicos aleatorios de zacates altos y bajos en calidad. Subsecuentemente se efectuó el monitoreo del comportamiento de pastoreo de 4 novillos en esas parcelas. Como se había predicho con base en la teoría de la maximización del consumo de nutrientes, los animales seleccionaron los parches más cortos, a través de pasar más tiempo en una manera no aleatoria en estos lugares, y por una mayor selectividad por estas praderas. Estos resultados mostraron que los animales no tratan a las praderas grandes como estaciones discretas de alimentación, sino como recursos continuos. Estos autores concluyeron que la selectividad de los animales en pastoreo se facilita por una gran heterogeneidad de la vegetación lo cual les permite discriminar entre estaciones de consumo y entre unidades de diferente composición botánica.

La tasa de consumo de alimento de animales en pastoreo es resultado de la interacción entre la estructura de la pradera y el comportamiento de ingestión. Esto es, la cantidad de alimento ingerido por unidad de tiempo, medido sobre un periodo de minutos, durante el cual los animales forrajean en

de un "parque", además de la altura del forraje y la densidad (peso del forraje por unidad de copa) son los más importantes determinantes de la pradera en la tasa de consumo dentro de un "parque" (Laca et al., 1992).

Tanto las leyes empíricas de pastoreo (Senft et al., 1990) así como

los modelos de optimización funcional (Astrom 1990) predicen que los herbívoros deben destinar más tiempo y remover más masa foliar de los "parques" que

reciben mayor recompensa, sin embargo, estos conceptos no han recibido mucho soporte experimental con herbívoros de gran tamaño, debido a que en los experimentos de campo los cambios en la estructura de la pradera se confunden a menudo con cambios en la calidad del forraje.

La habilidad de los animales para una óptima colección forraje depende de su experiencia previa en la búsqueda alimento.

Animales en ambientes no familiares necesitan

aprender a discriminar y a localizar alimento potencial (Provenza y Balph, 1987). La adquisición de información sobre los forrajes disponibles conduce a la maximización de las tasas de consumo en el largo plazo, cuando los animales tienen diversas opciones en una vegetación heterogénea. Sin embargo, para caracterizar el comportamiento de consumo de los animales en pastoreo en sólo un encuentro corto con una nueva área, quizá la determinación de los hábitos de pastoreo sea engañosa debido al comportamiento exploratorio exhibido por los animales en terrenos que no les son familiares. Aún más, la pérdida de información completa es una limitante dentro de la cual los animales pueden optimizar la selección de la dieta (Diste) et *al.*, 1995).

Laca et *al.* (1994a) estudiaron los mecanismos de manipulación del tiempo y tasa de consumo en bovinos (novillos fistulados del esófago), a través del efecto de estructura de la pradera y peso del bocado sobre la tasa de mordida, para explicar los componentes de comportamiento de la manipulación del tiempo de pastoreo. Para esto se consideró la estructura de la pradera (alfalfa o *Paspalum dilatatum*) y tres tipos de movimiento de quijada: juntar forraje en el hocico, masticado y mezcla del forraje por los

movimientos de la quijada que manipula el forraje fresco y mastica el forraje dentro de un mismo ciclo de abrir y cerrar las quijadas. Los resultados de este estudio corroboran la importancia del peso del bocado en cuanto al tiempo dedicado a morder el forraje en potreros homogéneos.

La tasa de consumo de rumiantes en pastoreo sobre períodos cortos de pastoreo activo, determina la tasa de consumo instantáneo, el cual es el producto del peso del bocado y tasa de mordida (Anden y Whitakker, 1970). El peso del bocado y tasa de mordida son el resultado de la interacción entre morfología del animal, comportamiento del animal y la estructura de la pradera. El peso del bocado individual es controlado primeramente por la estructura de la pradera y calidad del forraje, lo cual a su vez tiene gran influencia en el consumo de alimento (Laca *et al.*, 1992). La tasa de consumo de alimento está en función del tiempo empleado por mordida en la búsqueda (movimiento, reconocimiento y decisión) y manipulación (juntar forraje con el hocico, dureza del forraje, masticación y deglución) (Laca *et al.*, 1994b).

Los pastizales se caracterizan por la presencia de "parches" de diferentes formas, los cuales le dan al ganado la oportunidad de pastorear selectivamente. La dinámica de pastoreo es determinada por las habilidades del animal para desplazarse en el agostadero y las limitaciones para obtener una adecuada cantidad de una dieta nutritiva; mientras que el volumen de forraje colectado con el bocado, se ha identificado como el mayor factor determinante en el consumo diario (Hodgson, 1985). La predicción de la tasa de consumo en ambientes heterogéneos es debilitada a causa de que los animales sólo seleccionan parte de la vegetación disponible (Laca *et al.*, 1993).

Los pastizales se han caracterizado por la variabilidad de la vegetación existente tanto espacial como temporalmente, por lo cual es necesario considerar que, para entender y explicar la relación entre planta-animal, es imprescindible el conocer la heterogeneidad del mismo (Coughenour, 1991). Un análisis apropiado de la escala y distribución espacial de las plantas aunado al patrón de defoliación es requerido para obtener la respuesta de las plantas a la herbivoría (Brown y Stuth, 1993).

Senft *et al.* (1987) percibe el pastoreo como un proceso jerárquico a través de niveles de organización, de la comunidad a la región; asimismo define la escala como la resolución dentro del rango de una cantidad medida.

Modelo Conceptual de Escalas del pastoreo

Escala es la resolución dentro del rango de una cantidad medida, la medida es la biomasa removida de la planta por herbívoros en cada punto en el espacio. El nivel más pequeño de resolución es el bocado, y el más grande es el área potencialmente disponible a los herbívoros (Laca y Ortega 1995). La mayoría de los estudios han ignorado la escala, e implícitamente asumen que la medición puede ser extrapolada a otra escala por el simple cambio en escala.

Constituyentes en la escala en las decisiones de pastoreo por herbívoros

La descripción de los diferentes constituyentes de escalas en las decisiones de pastoreo por herbívoros es presentada en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1 Descripción de los diferentes constituyentes de escalas en las decisiones de pastoreo por herbívoros (Laca *et al.*, 1995).

Espacio	Tiempo	Definición de comportamiento	Motivo/moverse	Entidad involucrada
Potrero	3-6 meses	Dispersión/migración	Social, reproducción, fenología, competencia, termorregulación, agua	Población
Campo	1-4 semanas	Áreas centrales donde los animales beben y descansan entre períodos de alimentación	Fenología, agua, cobertura, disminución de forraje y rebrotes	Hato
Sitio/alimento	2-3 Hr.	Encuentro de alimento	Disminución de forraje, tasa de consumo y digestión	Sub hato
Parche	15-30'	Longitud y ángulo de grupo de pasos, encuentros de masticación	Disminución de forraje, tasa de consumo, composición de especies, estímulo, olfatorio y visual, interacción social	Pocos individuos
'Estación /alimento	30-100"	Pasos y movimientos de cuello	Disminución de forraje, selección de la dieta, abundancia de forraje, bocado	Individuos
Bocado	1-2"	Movimientos de quijada, lengua y cuello	Disminución de forraje, selección/dieta; estímulo del tacto, gusto, olor	Cabeza

A pesar de la dependencia de la medición en escalas, el estudio de la dinámica del pastizal se ha enfocado en una sola escala, la comunidad. La ciencia del apacentamiento enfatiza el número de potreros y carga animal libre de escalas, en donde escalas variables, tales como el tamaño del potrero y número de animales, ha sido ignorado. Aunque un enfoque

multiescalas parece ser la clave para un mejor entendimiento de la dinámica del pastizal, la identificación de los campos de las escalas es crucial para concebir si se aplican a la realidad los modelos de comportamiento del pastoreo, debido a que los efectos de distribución espacial del recurso sobre el comportamiento del herbívoro, depende de las escalas y la forma que éstas interactúan (Smith, 1992). Debido a la experiencia de los herbívoros con el forraje en la vegetación con "parches" multifractal, se hipotetiza que los animales presentan estrategias de pastoreo jerárquico, las cuales requieren de habilidades para evaluar "parches" y el efecto de comportamientos a escala múltiple, pero esto incrementa la eficiencia de búsqueda, lo cual reduce la necesidad de realizar una costosa búsqueda en pequeña escala en

- , parches que pueden ser identificados como pobres a una escala grande (Laca y Ortega 1995).

Modelos jerárquicos de comportamiento de pastoreo

Los animales reciben información de su medio externo y SU estado interno, la cual puede ser percibida a escalas múltiples, pero una escala induce a otra escala. Por ejemplo, la habilidad para ver distintos parches es reducida mientras

los animales obtienen información acerca del bocado por medio del tacto. En un sentido general, la información a pequeña escala es más segura, pero también es más costosa por unidad de forraje, que con información a mayor escala, a causa de que los costos de tiempo implican que a escala grande, las decisiones se dispersan sobre una gran cantidad de forraje potencial. Por lo anterior, se asume que el herbívoro está continuamente decidiendo entre moverse, comer o reunir información, y a la vez decide sobre la escala espacial más apropiada. Si bien estos eventos no son mutuamente excluyentes, pues se reúne información a la par de que se obtiene forraje, la selección de la acción y localización resulta en cambios en el estado del animal, los cuales se asume que son percibidos como recompensa (tasa de consumo) o estímulo de aversión, los cuales son la base de los mecanismos de retroalimentación que regulan la selección del alimento y los sitios de alimentación. Las decisiones de pastoreo proceden de escalas burdas a finas y de finas a burdas (Laca y Ortega 1995).

Desde el inicio del pastoreo el animal selecciona un sitio de alimentación entre un grupo de alternativas, entonces, este selecciona un parche de los disponibles en el sitio. Una vez

que el bocado ha sido seleccionado, el pastoreo continúa a escalas pequeñas por un corto plazo de recompensa, que no cae debajo de cierto umbral, el cual posiblemente se base en la integración de información en la siguiente escala espacial y temporal. Si esta recompensa cae abajo del umbral, la decisión cambia al siguiente nivel jerárquico, donde una nueva selección se hace. Así, cuando la tasa de consumo dentro de la estación de alimentación llega a ser demasiado baja, entonces una nueva estación de alimentación es seleccionada, y cuando una estación aceptable de alimentación llega a ser escasa, un nuevo "parche" es seleccionado. Por lo anterior,

las consecuencias de selección del forraje son integradas sobre escalas de tiempo y espacio por varios órganos y tejidos (rúmen, reservas de grasa, cerebro), y entonces las selecciones son controladas por información de la retroalimentación en cascada, de grande a pequeña escala (Laca y Ortega 1995).

Plazo corto, escalas pequeñas: de bocado a "parche"

El bocado es el "átomo" de consumo y el patrón del pastoreo. La dimensión del bocado resulta de la interacción entre la altura de la pradera, densidad de ésta y dureza de

plantas en la pradera, y los cambios en la altura del forraje (Laca et al., 1993). Por lo que la cantidad del bocado mantiene en proporción constante a la altura de la pradera (Laca et al., 1992). Así también, el

área del bocado responde la altura, densidad y dureza de las plantas de la pradera (Laca y Ortega 1995). Griggs et al. (1991) encontraron que con novillos saciados no se afecta la dimensión del bocado; sin embargo, el área del bocado y la biomasa colectada por el bocado disminuyó en 40 por ciento después de cuatro horas de pastoreo.

Un segundo nivel de análisis es la estación de alimentación, pues la tasa de consumo dentro de ésta, es una función del volumen del bocado, debido a que la tasa de pérdida está determinada por el volumen del bocado. A este nivel se da la disminución del parche (Laca et al., 1994a; Spalinger et al., 1988), así como la reducción en la tasa de consumo determinada por la disminución del forraje. La disminución de la "estación de alimentación" motiva al animal a cambiar de pastoreo a nivel bocado, a seleccionar en el ámbito de estación de alimentación, esto como consecuencia de información más integrada, tal como memoria a corto plazo y percepción visual de alternativas de estación de

alimentación. La disminución de la estación de alimentación es explicada por mecanismos a nivel bocado, y en turno esto explica patrones de selección al siguiente nivel jerárquico (Laca y Ortega 1995).

Plazo largo: escala grande: de "parche" a potrero

La tasa de consumo a nivel "parche" resulta de la integración de procesos de pastoreo sobre muchas estaciones de alimentación. Cuando el borde de un "parche" es detectado o bien las tasas promedio caen debajo de ciertos umbrales, entonces el animal "emerge" de un nivel bajo (entre estaciones de alimentación dentro de "parche"), a un nivel alto de pastoreo, entre parches dentro de una estación de alimentación (Laca y Ortega 1995).

Cuando un animal se mueve de un "parche" a una estación de alimentación, los procesos que son ignorados a pequeña escala llegan a ser relevantes. La interacción entonces entre la ingestión y digestión tiene que ser considerada con la finalidad de entender como la restricción digestiva que opera en el ámbito de encuentro alimenticio afecta la selección de la dieta, ya que la ingestión y digestión

están enlazadas por la calidad nutricional de la dieta. Típicamente el forraje de baja calidad es fácil de encontrar (Demment y Van Soest, 1985), éste es duro de masticar y lento para digerirse (McLeod *et al.*, 1990). Esta relación negativa entre cantidad y calidad del forraje define el cambio fundamental de los herbívoros para orientarse hacia el nivel de sitio de alimentación. La tasa de consumo de alimento durante los encuentros con la vegetación declinan con un incremento en la calidad de la dieta (Laca y Demment, 1996). Esta tasa de disminución depende de la habilidad de búsqueda del animal y de la autocorrelación de las características del forraje, ya que los animales que muestran una estrategia de búsqueda multiescalar, en un paisaje que exhibe niveles múltiples de parches, sufre la menor consecuencia en la tasa de consumo y los animales tienden a ser más selectivos (Laca y Ortega 1995).

Contrario a la tasa de consumo voluntario de alimento, la digestión se incrementa con la calidad de la dieta. Por lo tanto, la limitación ingestiva y digestiva mantienen una fuerte interacción. Dependiendo de la selectividad de los forrajes a niveles bajos, la tasa de consumo puede ser limitada por la tasa de digestión. Por lo anterior, las estrategias de pastoreo

que maximizan la tasa de consumo instantánea podrían no resultar en un consumo diario máximo de MS o nutrientes, debido a que la baja calidad de la dieta obtenida llenaría rápidamente el canal digestivo. Así, la interacción de digestión e ingestión integradas a escalas de uno o pocos encuentros debería ser la base para el grado de ajuste de selectividad y el umbral para decisiones de pastoreo a bajos niveles jerárquicos (Laca y Ortega 1995).

La distribución de agua y cobertura vegetal toma progresivamente una mayor importancia en los patrones de pastoreo a la escala de la fuente de agua y el potrero. Aún así las decisiones de pastoreo son relevantes, particularmente cuando los animales pueden moverse entre áreas que difieren en fenología, tal como valles o pendientes, con exposición norte y sur en áreas montañosas. Los patrones espaciales del impacto del pastoreo son vitales para la sostenibilidad y productividad de pastizales (Laca *et al.*, 1995).

La interacción planta-animal debería enfocarse a fenómenos de escala y heterogeneidad. Los herbívoros integran información de pastoreo sobre espacio y tiempo y

usan esta información para seleccionar alimento a varias escalas. El análisis fraccionado de patrones de pastoreo identifica el dominio de escala al cual los herbívoros interactúan con las plantas. El análisis cuantitativo de los patrones de pastoreo, a través de escalas espaciales, debería resultar en una habilidad mejorada para predecir y manejar el impacto del pastoreo (Laca y Ortega 1995).

Laca *et al.* (1994b) estudiaron la relación entre el tiempo de estancia de los animales en el parche y el consumo de alimento. El pastoreo afectó la estructura de los pastizales tanto en tiempo ecológico como evolutivo. Así la selección del lugar e intensidad del pastoreo por ungulados determina la estructura del dosel, y por lo tanto, la eficiencia de los herbívoros. Por consiguiente, el entendimiento de los mecanismos detrás de la estructura espacial y del flujo de energía y nutrientes en ecosistemas bajo pastoreo, requiere el conocimiento de los determinantes de selección del lugar e intensidad del pastoreo por los animales que hacen uso del forraje (McNaughton, 1984). El proceso del pastoreo puede ser descrito como un sistema jerárquico de comportamientos anidados en tiempo y espacio, ya que los herbívoros escogen donde y que comer a lo largo de los niveles del paisaje,

comunidades de plantas, parches, estaciones de alimentación, plantas, y partes de plantas. Contrario a la interacción presa-predador, la dinámica de las relaciones herbívoro-planta quizá sea principalmente controlada por fenómenos dentro de

parches de escala pequeña (Senft, *et al.*, 1987). La teoría del óptimo pastoreo (TOP) es el paradigma más importante aplicado al estudio de la selección de la dieta y comportamiento de consumo de los animales en pastoreo (Beiovsky, 1981, 1986; Astrom *et al.*, 1990; Laca y Demment, 1996). La aplicación del (TOP) para analizar y predecir patrones de utilización de vegetación y tasas de consumo de animales ha sido escasa (Illius, 1989). Al hablar del uso óptimo de "parches" es necesario considerar que la experiencia de los herbívoros disminuye el desplazamiento dentro de un parche, y que el movimiento hacia un nuevo

parche es costoso en términos de tiempo y energía. La reducción en la tasa de consumo cuando el alimento es agotado, se le ha llamado "abatimiento". Mientras que la aplicabilidad al paradigma "parche" depende del abatimiento del mismo, ya que éste puede o no ocurrir dependiendo de los mecanismos de pastoreo (Laca *et al.*, 1994b).

La identificación y cuantificación de los mecanismos que generan la curva de consumo (relación entre consumo tiempo de estancia) fortalece el uso común de los modelos de parches"; ya que la tasa de consumo instantánea dentro de una estación de alimento homogénea es determinada por el volumen del bocado (Ungar *et al.*, 1991; Laca *et al.*, 1994a). Asimismo, el volumen y dimensión del bocado son determinados por la estructura del dosel más cercano a la boca del animal (Black y Kenney, 1984; Laca *et al.*, 1994a; Ungar *et al.*, 1991), mismos que cambian cuando son agotados.

Las estrategias de pastoreo del animal son de suma importancia ecológica y agronómica. Los pastizales conforman la superficie más extensa en donde predominan los herbívoros, principalmente animales domésticos (Holechek *et al.*, 1995).

Por lo anterior, las estrategias de pastoreo usadas por los grandes herbívoros para acoplarse con su medio

ambiente definen enlaces fundamentales entre productividad primaria y secundaria. Los animales que dependen del forraje responden a cambios en los recursos forrajeros del agostadero o savana, por medio de una estrategia de pastoreo, pero esta estrategia afecta 1.

estructura de la comunidad de plantas. El entendimiento de las estrategias de pastoreo es fundamental para pronosticar los efectos de los cambios locales y globales en los sistemas de pastoreo (Laca y Demment, 1996).

Estrategia de pastoreo se refiere a los patrones relevantes del comportamiento de consumo, ya que las estrategias emergen cuando los herbívoros expresan el desafío de obtener suficiente energía y nutrientes para sobrevivir y reproducirse de manera eficiente, en un ambiente caracterizado por su variabilidad tanto espacial como temporal (Provenza y Balph, 1990).

Existen tres enfoques generales para entender y predecir como los herbívoros interactúan con las comunidades de plantas. Primero, existe un enfoque puramente empírico, el cual puede llegar a ser valioso en el caso de medir respuestas bajo un rango amplio de condiciones ambientales. Este enfoque quizá sea ineficiente y proporcione pocos fundamentos de los procesos fundamentales, ya que normas simples de comportamiento pueden resultar en relaciones cuantitativas entre características de las comunidades de plantas y patrones del comportamiento animal (Laca *et al.*,

1993; 1994a). Existe el enfoque mecanístico que estudia los procesos que determinan el comportamiento del consumo y la selección de la dieta dilucidando progresivamente fenómenos a niveles más bajos de agregación. Por lo tanto, si este enfoque mejora nuestro entendimiento de los procesos de pastoreo, explicaciones a muy bajo nivel de resolución pueden llegar a ser excesivamente complejas para hacer predicciones prácticas, además de que algunos de los mecanismos que resultan en estrategias de pastoreo pueden ser puramente de comportamiento (Newman *et al.*, 1994). Las estrategias de pastoreo pueden también ser parcialmente determinadas por el sistema nervioso central, sobre lo cual no existe suficiente información para poder hacer uso de un enfoque reduccionista. Tercero, se puede asumir un principio general que organice comportamiento de consumo para producir modelos que combinen el entendimiento de mecanismos y el poder predictivo (Laca *et al.*, 1993). Debe aclararse que explicaciones a diferentes niveles causales no son mutuamente excluyentes, pero sí son complementarios.

Teoría del pastoreo

Esta teoría fue desarrollada inicialmente por científicos interesados en explicar la estructura de la comunidad al observar diferencias en el comportamiento alimenticio de diferentes especies de animales (MacArthur y Pianka, 1966). En busca de esta meta, los investigadores se enfocaron en especies de pájaros insectívoros y lagartijas, cuyos comportamientos son fácilmente identificables. El comportamiento ecológico y alimenticio de estos animales conformó el desarrollo de los primeros modelos de pastoreo óptimo. En estos períodos la nutrición de herbívoros no era bien entendida, y esto complicó la valoración de los alimentos de los herbívoros. En la mayor parte de los años sesentas se estudió poco el pastoreo de grandes herbívoros, y fue hasta los años setentas cuando se desarrollaron mejores conceptos de nutrición en herbívoros, mismos que fueron adaptados a eventos ecológicos (Owen-Smith, 1979; Belovsky, 1981). Si bien existe un elemento crítico para la formulación de modelos de pastoreo de grandes herbívoros, esto es, una perspectiva correcta de los procesos de alimentación. En el caso de análisis de elementos de comportamiento entre carnívoros y herbívoros, en donde los procesos de comportamiento de

búsqueda, cosecha y digestión son diferentes en escala de tiempo y espacio, el alimento potencial forma un continuo (herbívoros), donde un factor relevante es el grado de selectividad del animal en pastoreo, como es indicado por la diferencia entre composición de su dieta y el forraje disponible en el agostadero o pradera (Laca y Demment, 1996).

Un factor clave del pastoreo es la heterogeneidad y calidad del alimento potencial. La heterogeneidad y complejidad de los ecosistemas dificultó originalmente la aplicación de modelos desarrollados para predadores que consumen presas de un alto valor nutricional, por lo que el valor nutricional adiciona una nueva dimensión a los modelos primarios de pastoreo. Entonces, una vez aclarado el panorama, se aplicó el TOP. Uno de los aspectos más distintivos de los grandes herbívoros generalistas es el intercambio entre calidad y cantidad del forraje que ellos perciben a escalas multiespaciales y multitemporales (Senft *e al.*, 1987). Este intercambio ha sido el principal factor atrás de las fuerzas evolutivas que conforman diferentes alimentos de herbívoros, así como estrategias sociales (Demment y Van Soest, 1985).

Elementos y estructura de modelos de pastoreo Bases evolutivas

TOP es un cuerpo de hipótesis, la mayoría de las cuales se formalizan como modelos cuantitativos que conforman un axioma y estructura común. El axioma es que, debido a que los animales pastorean más eficientemente, tienen mayor grado de rendimiento reproductivo (buen estado físico), por lo cual los animales pastorean óptimamente como resultado de la selección natural (Laca y Demment, 1996).

El término "currency" es el criterio métrico usado para evaluar diferentes opciones de comportamiento de acuerdo a su efecto en el rendimiento del animal (Laca y Demment, 1996). Por esto, muchos modelos asumen que la tasa de consumo promedio de energía neta a largo plazo es lo mismo que "currency" (Fryxell, 1991; Murray, 1991). Algunos autores han explorado otras alternativas, tales como tasa de consumo o energía digestible (Verlinden y Wiley, 1989), materia seca y tasa de consumo (Illius y Gordon 1992; Laca *et al.*, 1993). Uno de los principales defectos de estas mediciones ("currency") es que éstas sólo toman en cuenta las consecuencias nutricionales o energéticas de la alimentación. Sin embargo,

la alimentación tiene efectos sobre otros aspectos, tales como el riesgo de ser atacados por predadores

Una pregunta que surge, es si la tasa de maximización es una asunción válida?. Debería el comportamiento de pastoreo tender a maximizar la tasa de nutrientes de cualquier alimento. Estrictamente hablando, la respuesta es no, ya que no se debería esperar que los animales maximicen su tasa de consumo mientras se alimentan, debido a que es frecuente el entremezclar otros comportamientos, tales como estar alertas a la presencia de predadores, no separarse del hato y rumiar, lo cual reduce la tasa de consumo (Laca y Demment, 1996).

Decisiones variables

Describe los tipos de decisión animal que pueden afectar su rendimiento. Las variables típicas de decisión son: plantas aceptadas en la dieta, tiempo de pastoreo, peso del bocado, tiempo empleado en cada tipo de "parche". El éxito de un modelo es estrictamente dependiente de escoger las variables. La selección tiene que reflejar dimensiones que ofrezcan oportunidades relevantes para escoger el alimento por los animales (Laca y Demment, 1996).

Limítrofes en la selección de la dieta

Las limitantes de la selección de la dieta son la expresión de las habilidades de pastoreo del animal, y ellas definen la relación entre variables de decisión e intercambio. En general, las limitantes son todos aquellos factores que inhiben la adquisición del intercambio. Las limitantes deberían sintetizar todas las características del forraje que repercuten en el rendimiento y debería incluir mas factores que aquellos explícitamente identificados como limitantes (Laca y Demment, 1996). Aunque la clasificación de limitantes, ingestión y digestión del alimento ha sido muy útil, éstas son interdependientes y afectan simultáneamente la selección de la dieta por el animal, lo cual aplica para grandes herbívoros generalistas que pastorean en pastizales con niveles intermedios de calidad y cantidad de forraje. Por otro lado, existen modelos que ignoran factores que limitan la optimización de la dieta; aunque algunos consideran el alcance y cosecha (Illius, 1989), mientras que limitantes en adquisición y procesado de información por el animal son rutinariamente omitidas. Las limitantes nutricionales impuestas por compuestos secundarios han sido raramente incluidas en los modelos, por lo que Belovsky y Schmitz

(1991) claramente han mostrado que los efectos de los aleloquímicos de las plantas en las estrategias de pastoreo pueden fácilmente tomarse en cuenta con enfoque de programación lineal (Laca y Demment, 1996). Por otro lado, desde el punto de vista agronómico o ecológico se puede preguntar, cuáles son las limitantes más relevantes de consumo de nutrientes por los herbívoros?. Sin embargo, la limitante más restrictiva probablemente cambie con muchos factores, ya sean internos o externos del animal. Desde un punto de vista evolutivo, se puede argüir que todas las limitantes deberían tener el mismo peso para el rendimiento animal. Una restricción desproporcionadamente limitante estaría sujeta a una intensa selección natural. Por lo que el tiempo disponible para pastorear es una importante limitante debido a que comiendo y realizando otras actividades como descanso y rumia, son mutuamente excluyentes. Sin embargo el tiempo de pastoreo puede también ser visto como una variable con valores que emergen de la maximización de rendimiento animal (Newman *et al.*, 1994). Otras limitantes de importancia del consumo de alimento en pastoreo son: digestión, pasaje del alimento y llenado del intestino dentro de cualquier período de consumo. La absorción y paso de ingesta no pueden exceder el llenado del intestino y éste no

puede exceder un máximo de tiempo, b) el balance de agua temperatura corporal deben ser mantenidos dentro de ciertos niveles, c) tiempo necesario para la búsqueda, cosecha masticado de cada gramo de forraje ingerido, y d) área máxima de mordida. Existe confusión acerca de que es y que no una limitante. Ésta puede surgir debido a que un(limitante dada puede no siempre estar directamente involucrada en determinado comportamiento (Laca y Demment 1996).

Efectos de estado fisiológico del animal sobre la: decisiones de pastoreo

Debido a que el buen estado físico del animal no está linealmente relacionado a la cantidad de nutriente; adquiridos, o a las reservas del cuerpo, un bocado de alimento debería ser más valioso para el animal en condición corporal pobre que el animal en una condición nutricional buena (Newmann *et al.*, 1995). Arnold (1981) revisó los patrones de consumo que presumiblemente se generan por cambios en el estado físico del animal. Esto proveyó una revisión concisa de evidencias en patrones diurnos, lo que mostró que la calidad de la dieta tendía a ser mejor en la

tardes que en las mañanas, tal vez porque el animal desea comer más rápidamente durante la mañana (Newman *et al.*, 1994; Parsons *et al.*, 1994).

Rapidez en el consumo (saciedad?)

Quizá uno de los puntos más frecuentemente estudiados del estado físico del animal ha sido la rapidez del consumo del alimento. Jung y Koong (1985) observaron que el ayuno durante la noche no influyó la calidad de la dieta seleccionada, pero si se incrementó la tasa de consumo de 47 a 124 mg min⁻¹ de peso corporal^{-0.75}. Por otro lado, la saciedad por alimento de alta calidad resultó en una alta calidad de la dieta seleccionada y bajas tasas de consumo voluntario. Greenwood y Demment (1988) encontraron que animales que utilizaban los parches por 36 horas tenían significativamente diferentes patrones de pastoreo en comparación con aquellos animales que no hacían esto. Las tasas de consumo y bocados se incrementaron por la mañana, después que consumían su alimento rápidamente (27 vs 17 g MS min⁻¹), aún así, no se notaron efectos del consumo rápido sobre el volumen del bocado, o bien sobre la calidad de la dieta. Edwards *et al.* (1994) al estudiar la saciedad,

encontraron que las ovejas incrementaban su tasa de consumo y reducían la selectividad con alimentos menos succulentos con mayor contenido nutricional, que con alimentos succulentos: y con, un menor contenido de nutrientes. Newman *et al.* (1995) detectaron un incremento en la tasa de consumo, tiempo de pastoreo y proporción de gramíneas en la dieta de oveja: como resultado del ayuno. El estado reproductivo y fisiológico afectó las estrategias de pastoreo y tasa de consumo en vacas (Arnold, 1981).

Lactación

Los animales en lactación consumen más forraje que animales no lactando. Se asume que esto es debido al mayor tiempo de pastoreo empleado. Estos resultados empíricos no son explicados por el enfoque de la maximización de energía (porqué los animales secos no consumen tanto como lo; lactantes?) o ilustrado por el papel de las limitantes de comportamiento de consumo. Un prolongado tiempo de pastoreo y mayor consumo en animales lactantes se pueda predecir por medio de un programa estocástico-dinámico (Newman *et al.*, 1994).

P. enning *et al.* (1995) estudió el comportamiento de borregas lactando y secas en praderas de ryegrass y trebol blanco a las cuales se mantenían a una altura de 3 ó 6 cm a través de una carga animal continua y variable. Cada grupo de animales se componía de 4 ovejas lactantes y sus corderos gemelos, además de dos ovejas no lactantes y vacías. Cada pradera era de .33 hectáreas y se regaba para mantener la humedad del suelo con un déficit de menos de 30 ml. Otro de los tratamientos no recibió fertilizante nitrogenado mientras que otro de los tratamientos recibió 430 kg de nitrógeno por Ha. Todas las borregas se destetaron a las 15 semanas de edad y fueron removidas del experimento. Antes del destete se midió el comportamiento de ingestión en 5 ocasiones, utilizando un sistema automático que registraba los movimientos de las quijadas, además de pesar a los animales antes y después de una hora de pastoreo, para estimar el consumo de forraje consumido. En general las borregas presentaron mayores consumos de trebol que de pasto y las borregas lactando consumieron mayor cantidad de forraje que las borregas secas (+ 0.56 kg) esto resultó en un mayor crecimiento de los corderos (366, 312, 284, y 252 g/día) para los diferentes tratamientos. Se sugiere que las borregas pueden comer trébol más rápido que los zacates, porque se

requiere menos tiempo para morder y masticar estos forrajes. Sin embargo las borregas marcadamente alteraron su tiempo de pastoreo con relación a su estado fisiológico y por lo tanto la relación entre el estado de la pradera y la masa capturada con la mordida y el ritmo de consumo no se puede usar para predecir el consumo diario de alimento sin el entendimiento de los factores que controlan el tiempo de pastoreo.

¿Valdría la pena considerar cuales son las variables más relevantes que definen el estado fisiológico y que pueden potencialmente influenciar las decisiones de pastoreo?. Los modelos variable-estado han considerado: masa corporal, reserva de energía, llenado del intestino y/o cantidad de las diversas fracciones en el intestino (Illius y Gordon, 1992). Desafortunadamente los modelos de variable-estado para rumiantes han ignorado los procesos de comportamiento en la selección de la dieta. Entre los principales factores están: llenado del intestino, status reproductivo y fisiológico, grasa corporal y otras reservas de energía, balance de agua, niveles de metabolitos y toxinas en sangre, experiencia de consumo (aversión y preferencia, localización de alimento), grado de aclimatación en términos de morfología del intestino,

contenido de enzimas y microflora ruminal, y status social en el hato (Newman *et al.*, 1994).

Por definición, las variables estado integran resultados de pastoreo y eventos del comportamiento del animal. A causa que estos se integran en diferentes escalas de tiempo y espacio, diferentes variables deberían servir para regular la selección de la dieta a distintas escalas (Laca y Ortega, 1995). Este enfoque jerárquico de la regulación de consumo y selección de la dieta ofrece una herramienta muy poderosa, debido a que los procesos a pequeña escala (dinámica del llenado de intestino) anidado dentro de escalas mayores (cambio en volumen corporal) puede ser estudiado con un mayor grado de independencia (Laca y Demment, 1996).

El estudio de las estrategias alimenticias ha generado el conocer mejor los patrones evolutivos a corto plazo. Estudios a través de taxas han revelado amplias estrategias que resultan en separación de nichos, así como la habilidad de especies para coexistir en los pastizales (Jiang y Hudson, 1993; Ungar *et al.*, 1991; Demment y Van Soest, 1985). Este conocimiento es por demás útil en el manejo del pastoreo, de manera particular para combinar el recurso disponible con la

mezcla apropiada de herbívoros. Dentro de taxa y aún dentro de individuo, el pastoreo y ramoneo animal exhibe estrategias de comportamiento para así conocer el desafío de reunir y procesar suficiente forraje para sobrevivir, reproducirse y producir. Si bien se ha estudiado abundantemente el comportamiento animal en pastoreo, aún el conocimiento del mismo es limitado. Por otro lado, los estudios iniciales de

comportamiento en pastoreo enfatizaron aspectos instantáneos de ingestión y digestión, la distribución espacial fue completamente ignorado, conjuntamente con las habilidades y limitantes de los herbívoros en la búsqueda y aprendizaje acerca de los recursos forrajeros. También es importante el considerar que al pastorear el animal éste se haya, sujeto a efectos de tipo social, a esquivar predadores y a necesidades de termorregulación y sed, entre otras. Al estar consumiendo forraje el animal, éste digiere el alimento, y simultáneamente impacta a las plantas y aprende acerca del valor nutricional y localización del alimentos (Laca y Demment, 1996).

Se requiere tener mejor entendimiento de las relaciones causa-efecto entre las características de la pradera y el

consumo por los herbívoros, así como su influencia en la mecánica del proceso de pastoreo (Hodgson, 1985).

Diversos modelos de consumo usan la dimensión de bocado como enlace crucial entre el alimento y el rendimiento del animal (Arnold, 1981; Illius y Gordon, 1987, 1992). Rodríguez y Kothmann (1998) mencionan que la selección de la dieta de herbívoros es una función compleja de preferencias específicas a nivel de especies y plantas individuales. Algunos de los factores que afectan la selección de la dieta son la cantidad de alimento disponible en el agostadero, así como el patrón de dispersión de la vegetación en tiempo y espacio. Variables tales como la estación del año, fisiología o estado del ciclo de vida de las plantas, pueden también afectar la preferencia, por lo que no puede asegurarse que los herbívoros exhiben preferencias consistentes, al menos para algunas especies o clases de forrajes, cuando las escalas temporal y espacial permite la manifestación de tales preferencias, ya que el pastoreo selectivo de especies preferidas, en turno, quizás sea responsabilidad de los cambios importantes en la composición de la vegetación del pastizal (Rodríguez y Kothmann, 1998).

Efecto de estacionalidad y comunidad de plantas en la dieta

Migongo y Hansen (1987) estudiaron los hábitos alimenticios de cuatro especies de animales en el NE de Kenya, concluyendo que los camellos son predominantemente ramoneadores, mientras que los bovinos son consumidores de pastos. Las ovejas y cabras son consumidores intermediarios y los bovinos son principalmente ramoneadores durante la estación lluviosa, cuando los rebrotes de las arbustivas son más abundantes y fáciles de cosechar. Asimismo, estos autores sugieren, de acuerdo a la variación de hábitos alimenticios entre las cuatro especies, que estos requieren diferentes manejos para obtener óptimas producciones.

Aylor y Kothmann (1990) observaron que la composición de la dieta de cabras Angora, varía con la presión de pastoreo, ya que éstas seleccionaron más gramíneas durante el verano y otoño que durante invierno y primavera, aunque las arbustivas fueron preferidas sobre gramíneas y herbáceas.

Villena y Pfister (1990) mencionan que existe poca información acerca de la nutrición y selección de la dieta de

cabras en pastizales con dominancia de arbustivas, por lo cual estudiaron la composición nutricional y botánica de la dieta de cabras Hispánicas y de Angora. Asimismo el consumo de forraje cuando pastorean en una comunidad de *Quercus havardii* en el oeste de Texas, de lo cual no observaron diferencias significativas en el consumo de especies forrajeras de dicha comunidad entre las dos razas. Tampoco encontraron efectos por intoxicación de dichas plantas en ambas razas. Los autores anteriores indican que es importante tener información de la cantidad y calidad nutritiva del forraje ingerido a través del pastoreo para así identificar las limitantes para eficientar la producción animal en el pastizal, ya que se ha observado que la producción subóptima del pastizal es consecuencia de diversos factores,

López y García (1995) estudiaron la composición química y botánica de la dieta de cabras en pastoreo en dos comunidades en el norte de México. Estos autores observaron que el 93 por ciento de la dieta se componía de especies arbustivas y herbáceas, obteniendo una correlación inversa con tiempo entre estos dos grupos de plantas. Con el avance de la estación de sequía, las especies de gramíneas y herbáceas disminuyen en la dieta

En un estudio realizado por Malecheck (1971) en el sur de Texas, E.U.A, se emplearon cabras con fístulas esofágicas para determinar la composición botánica de sus dietas a través del año, cuando pastoreaban áreas con subpastoreo y áreas con sobre pastoreo. Considerando el promedio del año, no hubo diferencias significativas entre sus dietas, con respecto a las proporciones de arbustivas, hierbas y gramíneas, pero hubo diferencias entre las estaciones. Las dietas en primavera en el área con subpastoreo consistieron principalmente de gramíneas y hierbas, mientras que en el área con sobre pastoreo las gramíneas y especies "ramoneables" fueron las plantas predominantes. En ambas áreas las gramíneas fueron muy consumidas en la época de junio a octubre. El pastoreo de las hierbas fue restringido por su limitada disponibilidad, pero las gramíneas y las especies "ramoneables" fueron consumidas a través del año, dependiendo de la gustosidad de éstas. De las especies ramoneables, el encino fue el más preferido. Las cabras en el área con sobre pastoreo comieron algunas especies leñosas consideradas como indeseables. De estas plantas utilizaron principalmente tallos y hojas jóvenes. Los autores concluyeron que para las condiciones en las que se hicieron las

observaciones, las cabras deben considerarse como consumidoras de gramíneas, en vez de "ramoneadoras".

Mellado et al. (1991) llevaron a cabo un estudio sobre la composición botánica y el contenido de nutrientes de las dietas de cabras criollas pastoreando en un matorral parvifolio inerme en el norte de México. Cinco cabras criollas adultas no lactantes y fistuladas del esófago fueron utilizadas para determinación de la composición botánica y contenido de nutrientes de las dietas, así como la preferencia de las cabras por las especies del agostadero. Los arbustos, en particular *Parthenium incanum*, *Agave lechugilla*, *Buddleja scordioides* y *Atriplex canescens* constituyeron mas del 80 por ciento de la dieta de las cabras en el transcurso del año, excepto en abril (periodo de lluvias) cuando los arbustos constituyeron el 57 por ciento de la ingesta. El porcentaje de pastos en la dieta siempre fue inferior al 10 por ciento, excepto en octubre, cuando más se acentúo la sequía. *Bouteloua karwinskii* fue el pasto más abundante en la dieta de las cabras. El porcentaje de herbáceas en la dieta sólo fue importante durante el periodo de lluvias (abril), siendo *Sphaeralcea angustifolia* la herbácea predominante. Las cabras mostraron mayor preferencia por *A. canescens*, *B. scordioides* y *S. angustifolia*.

El contenido de nutrientes de la dieta de las cabras fue pobre durante la mayor parte del año. Se estimó que las dietas no cubrieron los requerimientos de proteína para la preñez y lactación de las cabras (el porcentaje de proteína en la dieta fluctuó entre 7 y 12 %). Las dietas fueron también deficitarias en fósforo y energía, aun para los requerimientos de mantenimiento.

Bartolome (1998) determinó la composición específica de las dietas de pequeños rumiantes que pastoreaban una zona montañosa de España. Durante un año se estudiaron tres rebaños mixtos de ovejas y cabras, conducidos por pastores. Estos rebaños pastoreaban durante el día en encinares de montaña (*Quercus ilex*) y en terrenos de *Calluna-Erica*. Cada noche los animales volvían a su corral. La selección de la dieta se estimó a partir del análisis fecal. De las 111 especies identificadas, 71 resultaron comunes en ovejas y cabras, y 23 aparecieron en proporciones superiores al 1 por ciento de la dieta anual. A pesar de que las ovejas y las cabras pastoreaban juntas, sus dietas fueron significativamente diferentes. El factor animal contribuyó de un 18 a 60 por ciento del total de la varianza entre los principales componentes de la dieta. La varianzq entre estaciones fue

también un factor significativo (5% a 56%), mientras que las diferencias entre rebaños contribuyeron en una pequeña parte, aun significativa (3% a 10%) del total de la varianza de la dieta. La principal diferencia fue el rechazo del encino por parte de las ovejas en comparación con las cabras, las cuales consumieron esta especie durante todo el año. Las ovejas, en cambio, seleccionaron especies graminoides a lo largo del año, mientras que las cabras tendieron a rechazarlas. Para el resto de los componentes se observó un traslape sustancial en la composición específica de la dieta de ovejas y cabras, especialmente al considerar globalmente el ciclo anual.

El consumo de forraje en el pastizal depende de un sinnúmero de factores, algunos de estos intrínsecos y extrínsecos tanto de los animales como de las plantas (Cordova *et al.*, 1978; Allison, 1985). En los años ochentas se ha dado el enfoque de estudiar los metabolitos secundarios como disuasivos de consumo por los herbívoros (Cooper y Owen-Smith, 1985).

Everitt *et al.* (1981) al analizar la composición de la dieta de ovinos en relación a la preferencia estacional, observaron que el consumo mayor de gramíneas fue en la primavera (84.9

%), las herbáceas en otoño (34.8 %) y las arbustivas en invierno (11.9 %). Se tuvo un incremento en herbáceas en verano como consecuencia de la disminución de gramíneas. La arbustiva más importante en el invierno fue *Opuntia lindheimeri*. Si bien las gramíneas ocuparon la mayor parte de la dieta, las herbáceas constituyeron una alta proporción de la dieta en algunas estaciones.

Efecto de la edad, sexo y raza sobre la composición de la dieta

Es común el uso de una sola variable para determinar tanto la calidad como la cantidad de la dieta. Por ejemplo, varios investigadores han observado diferencias en la selección de la dieta entre animales jóvenes, becerros amamantados y adultos (Ferrar y Petit, 1995; Grings *et al.*, 1995). Langland (1969) encontró diferencia entre edad pero no para animales de diferente sexo en la composición de la dieta de bovinos. Mohammad *et al.* (1996) hallaron poca diferencia entre vacas adultas y machos jóvenes, principalmente en el otoño. Estos autores atribuyen esto a la poca disponibilidad de forraje en el agostadero.

Provenza y Malechek (1986) comentan, con relación a las cabras, que la única actividad de los animales jóvenes es el pastorear en el pastizal, lo cual los pone en desventaja frente a los animales adultos, debido a que éstos animales jóvenes tienen mayores requerimientos nutricionales que los adultos, además de tener menor experiencia de pastoreo en comparación de los adultos. Lo anterior se reflejó en la selección de la dieta, tiempo de consumo y cambio en peso, ya que la selección de la dieta en adultos fue más amplia que en los animales jóvenes. El tiempo de pastoreo fue mayor para animales jóvenes que en adultos (59 vs 41 %) y por consecuencia, el incremento en peso fue mayor para los adultos (22 vs 17 %).

Grings *et al.* (2001) compararon la dieta de bovinos de diferente edad y sexo (animales fistulados del esófago), cuando éstos pastoreaban en el agostadero. La composición botánica de la dieta varió con la edad y sexo de los animales. La proteína cruda varió de 7.2 por ciento para novillos en agosto hasta 14.3 por ciento para novillonas en junio. La digestibilidad de la dieta varió de 50.7 para las vacas en octubre hasta 74.3 en becerros en junio. Estos autores

enfatisan la necesidad de no extrapolar datos de dietas en agostadero de diferentes categorías o sexos de animales.

De Alba et al. (1998) analizaron la dieta de tres razas de ganado (Barzona, Brangus y Beffmaster) mantenido en agostadero, en Nuevo México. No se detectaron diferencias entre razas en cuanto a la composición botánica de la dieta. El contenido de nitrógeno y fósforo fecal tampoco difirió entre razas. En este estudio se observó poca diferencia entre el contenido de pastos (enero) y arbustivas (agosto) en la dieta, sin que se presentara la interacción entre raza y época del año. Por consiguiente, este estudio no mostró ninguna ventaja práctica de estas razas para los agostaderos áridos de Nuevo México,

Richman y Johnson (1995) señalan que las cabras de Angora en agostadero hacen uso mayoritariamente de los pastos. Sin embargo, al comparar la dieta de los animales adultos con los jóvenes, se observó que los cabritos consumieron una dieta más diversa que los adultos, y consumieron una mayor cantidad de sagebrush y otras plantas leñosas durante sus primeros recorridos por el agostadero,

Hofmann (1989) hizo una revisión de los sistemas digestivos de rumiantes, estudiando sus variaciones morfológicas-fisiológicas y adaptaciones relativas al comportamiento de pastoreo, fisiología digestiva e interacciones entre plantas y animales, así como a la diversidad climática y geográfica de los nichos ecológicos de los rumiantes. De estos datos resultó la siguiente clasificación: a) selectores de concentrados (40%), b) consumidores de pastos y forrajes toscos (25%) y c) oportunistas intermedios y consumidores mixtos (35%).

Ferrar *et al.* (1995a) llevaron a cabo un estudio con vacas Charolais secas maduras y con becerras de 18 meses de edad. Estos animales pastorearon en praderas con un rebrote de 8 semanas. El consumo de forraje se estimó por el método de alcanos y el comportamiento de los animales se registró visualmente. El peso de la mordida fue menor y el tiempo de pastoreo y la tasa de mordidas fue mayor en las praderas con plantas de menor altura y esto también se relacionó con una mayor digestibilidad *in vitro* del nitrógeno. Marcadores fecales sugirieron una mayor selectividad de los becerros comparados con los animales adultos. El promedio

de mordidas fue de 310, 467 y 718 mg de materia orgánica para los becerros, becerras y vacas, respectivamente.

Ferrar *et al.* (1995b) llevaron a cabo un estudio con vacas maduras no lactantes, con becerras de 18 meses de edad y con becerros de 7 meses de edad de la raza charolais. Estos animales pastorearon praderas con forraje con crecimiento de 1, 2, y 3.5 semanas de rebrote. El consumo de forraje se estimó por el método de alcanos y el

comportamiento de pastoreo se registró visulamente. El consumo de forraje por kg de peso vivo de los becerros y las becerras fue mayor que el de las vacas en todas las praderas. Los becerros tendieron a mantener el consumo mientras que las vacas y las becerras redujeron su consumo a medida que la altura de la pradera disminuía. El peso del bocado disminuyó linealmente con la altura de la pradera y esta disminución fue mayor para los animales más grandes. A medida que la altura de la pradera disminuía el peso del bocado también disminuía. El ganado más joven siempre pastoreó durante más tiempo que las vacas, pero estas diferencias se redujeron a medida que la altura de la pradera disminuía.

Pérez y Gordon (1998c) señalan que el dimorfismo del tamaño del cuerpo es una regla general en los artiodáctilos. Estos investigadores detectaron en cérvidos diferencias en tasa de la mordida (mayor en hembras), consumo de alimento y proceso de masticación debido al tamaño de los animales por ser éstos hembras o machos. Las hembras también mostraron una mayor habilidad en la selección de su alimento debido a su boca más angosta.

Pérez y Gordon (1999a) investigaron la segregación sexual en ovejas Soay para probar si existía diferencia debido al dimorfismo sexual. La selección del forraje entre sexos se estimó usando una matriz de parcelas de zacates que diferían tanto en calidad como en cantidad. Las diferencias entre sexos en estas parcelas en cuanto a comportamiento de pastoreo se probaron en experimentos de preferencia de corto tiempo. No se encontró diferencia entre sexos en cuanto al uso de los incisivos. Por otro lado, la anchura de la quijada fue dimórfica, teniendo las hembras una quijada más angosta que los machos. El tamaño de la mordida fue significativamente diferente entre sexos, siendo más pequeñas en las hembras que en los machos, aunque no fue diferente entre tipos de praderas. Las hembras presentaron una mayor

tasa de mordidas que los machos, y la tasa de mordidas fue mayor en las praderas de alta calidad que en las de baja calidad. Cuando el efecto de la masa corporal fue removido, no se detectó diferencia entre sexos en cuanto a tamaño de la quijada, tamaño de la mordida o tasa de mordidas. La diferencia detectada entre sexos en cuanto a la selección de praderas no fue directamente consistente con el dimorfismo sexual.

Wallace *et al.* (1972) mencionan que existe mayor efecto en la calidad que en la cantidad del forraje ingerido por los rumiantes, asimismo, en invierno existe poca diferencia en la calidad de la dieta de los animales en agostadero, debido a la uniformidad en la calidad de las plantas en esta época del año. Grings *et al.* (2001) observaron que existía diferencia en la calidad de la dieta entre edad y sexo durante la estación de crecimiento, debido parcialmente a la diferencia misma en la composición de la dieta. Diversos investigadores usan a menudo animales de un solo sexo para así determinar la calidad de la dieta de todos los animales de una misma especie en un ecosistema. Por ejemplo, se han usado machos maduros para muestreo de la vegetación utilizada debido a la facilidad de manejo que esto implica. Debido a la diferencia

en estatura física, composición corporal, consumo en proporción al peso corporal y requerimiento de nutrientes, en comparación con el resto de las categorías del ganado, es de esperarse que la dieta de estos animales no aplique a todo el hato. Por otro lado, algunos investigadores han encontrado diferencias en la selección de la dieta entre animales jóvenes lactantes y adultos (Ferrar y Petit, 1995; Grings *et al.*, 1995; Askins y Turner, 1972). Langlands (1969) observó diferencial en la selección de la dieta tomando en cuenta la edad, pero no hubo diferencia en cuanto al sexo del animal. Mohammac *et al.* (1996) encontró poca diferencia entre vacas adultas machos jóvenes. Estos resultados se dieron posiblemente porque el muestreo se llevó a cabo en el otoño, cuando la disponibilidad de forraje era limitada. Grings *et al.* (2001) encontraron diferencias en la composición de la dieta al analizar edad y sexo del animal. En este estudio se presentó un 70 por ciento de gramíneas en la dieta, con una cobertura de éstas del 33-90 por ciento en el pastizal. Por otro lado existió un 1-61 por ciento de arbustivas en la dieta. Asimismo se observaron diferencias en la composición química de la dieta entre edad y sexo durante la estación de crecimiento debido quizás a las diferencias mismas en la composición de la vegetación.

Waiker *et al.* (1981), encontraron pequeñas pero significativas diferencias en la composición de la dieta de vacas adultas y becerros, pero no entre la raza de estos animales. Por otro lado, se presentó un alto grado de traslape y correlación entre la edad y la raza. Cuando se comparó la dieta de ovinos y caprinos en pastizales con dominancia de *Euphorbia esula*, los caprinos emplearon más tiempo en el consumo de ésta especie (64%) que los ovinos (20%). Asimismo, se han observado diferencias en razas de ovejas en

composición de la dieta, ya que en dos razas la composición de la dieta fue significativamente diferente al analizar la interacción genotipo x ambiente, lo cual permitió determinar el comportamiento de consumo del alimento de cada raza, y determinar la conveniencia de diferentes genotipos para un ambiente en particular.

En un trabajo de Osoro *et al.* (1999) se estudió la composición de la dieta de dos razas de ovinos no lactantes de diferente tamaño: la Laxta y la Gallega. En general las ovejas Laxta presentaron un mayor consumo de forraje por unidad de peso vivo, y seleccionaron una dieta de mayor digestibilidad. Estos autores consideraron que las razas de

tamaño pequeño son probablemente más aptas para terrenos con recursos forrajeros pobres, donde la disponibilidad de especies apetecidas es baja.

Grings *et al.* (1995) no encontraron diferencia en la calidad de la dieta por efecto de edad en becerros lactantes y novillos, durante septiembre, octubre y noviembre, con lo cual se concluyó que los becerros lactantes seleccionan una dieta más alta en calidad que los novillos al inicio de la estación de crecimiento. La mayor calidad del forraje puede permitir un comportamiento selectivo en esta época; asimismo, bajos consumos de forraje por becerros puede permitir más tiempo para la selección del forraje, o bien, que el pastoreo exploratorio resulte en dietas con un incremento en la calidad de ésta al inicio del verano.

Mohammad *et al.* (1996) determinaron la influencia del sexo (vacas vs novillos) sobre la composición de la dieta a través del año. Los resultados de este estudio mostraron que los porcentajes de gramíneas, herbáceas y arbustivas en la dieta variaron con la estación, disponibilidad de forraje, estado fenológico y presencia de otras especies vegetales, por lo que la dieta entre vacas y novillos varió con las

estaciones. Se dio una similitud relativa del 70 por ciento (otoño) al 90 por ciento (verano) en la dieta de estos animales, lo cual podría relacionarse con la variación fisiológica o bien a diferencias anteriores en experiencia de pastoreo, por la diferencia de edad de los animales. Por otro lado, se encontró que las herbáceas y arbustivas constituyeron más de un 60 por ciento de su dieta en primavera y otoño. Este cambio en la composición de la dieta se atribuyó a fenología y disponibilidad de las plantas. Rosiere *et al.* (1975a, 1975b) indican que la dieta de bovinos es dinámica y ninguna tendencia estacional debe ser establecida para todos los años. Si bien es común el uso de la dieta de novillos para representar a la dieta de las vacas o viceversa, esto no parece ser correcto.

Herbel y Nelson (1966a) al estudiar el efecto de la raza de borregas sobre la composición de la dieta, observaron que algunas especies de plantas maduras y secas fueron consumidas particularmente cuando eran ablandadas por el rocío, aunque no se observó de manera aparente diferencias entre razas en el porcentaje de todas las especies de plantas.

Mysterud *et al.* (2001) analizaron en animales ramoneadores, no-ramoneadores y mixtos, el efecto de la estación, sexo y estilo de consumo a nivel agostadero (home range) con relación a la masa corporal de rumiantes de clima templado. Se predijo que los hábitos de pastoreo en el potrero con relación a la masa corporal son menos drásticos durante el invierno que durante el verano, debido a que los grandes rumiantes pueden derivar parte de sus requerimientos de energía a partir de las reservas de grasa depositadas durante el verano, en comparación con los rumiantes pequeños. Por lo anterior, las especies de porte grande no necesitan pastorear tan ampliamente durante el invierno, porque existe una relación positiva entre la masa corporal y disponibilidad de forraje en el verano y el invierno, tanto en hembras como en machos.

Pérez *et al.* (2001a) utilizaron la filogenética de especies existentes en un modelo de un máximo de probabilidad de evolución. El camino que más probablemente conduce a la diversificación actual de los tipos de alimentación en los ungulados es descrito en este estudio, y es relacionado a su uso de hábitat, ya que uso de habitat y tipo de alimentación están íntimamente asociados con las especies existentes. Las

especies de herbívoros y mixtas, y los animales consumidores de gramíneas probablemente usen hábitats abiertos, en comparación con los animales ramoneadores. Desde su estado ancestral de un habitat cerrado cavernícola/ramoneador, la adquisición de un habitat abierto/pastoreador probablemente haya ocurrido a través de una transición de tres pasos. En el primer paso, el ungulado ancestral evolucionó a un tipo de alimentación mixto, pero reteniendo la condición de habitat cerrado. Posteriormente los herbívoros tuvieron una dieta mixta, los cuales evolucionaron para ocupar hábitats abiertos. Finalmente, un tipo de alimentación en pastoreo evolucionó con hábitats abiertos, estado que ha sido retenido. El estado mixto es un estado flexible que actúa como un enlace entre hábitats cerrados y abiertos.

Bailey (1999) indica que los manejadores de tierras así como los productores de ganado quizás sean capaces de modificar el uso del pastoreo al seleccionar la especie animal apropiada, domesticada o silvestre, que deba usar el terreno escarpado, ya que el ganado bovino a menudo utiliza los pastizales desigualmente (Coughenour, 1991). Lo anterior puede reducir la capacidad de carga del pastizal, y por ende, la productividad del ganado. En Europa, las tierras altas

usadas con baja presión de pastoreo tienden a la creación de áreas subexplotadas, las cuales son cubiertas por especies arbustivas (Bailey *et al.*, 1998b). Estos tipos de vegetación son susceptibles al fuego, y por consiguiente, son potencialmente erosionables, por la reducción de hojarasca y cobertura vegetal en caso de existir un incendio, lo cual reduciría la infiltración del agua e incrementaría la producción de sedimento (Vallentine, 1990).

Witte y Croft (2002) investigaron la interacción espacio-temporal entre canguro, oveja, conejo y cabra para examinar: presión total de pastoreo, carga asociada apropiada y tasa de control para conservar la vegetación, suelo y agua. Estos autores mencionan que la mayor interacción se tiene con el canguro rojo y la oveja. En cuanto a la cabra, se llegaron a observar rebaños con pocos o muchos animales, lo cual coincidió con el deterioro del pastizal.

Ayantunde *et al.* (2001) en África estudió el efecto de tiempo de pastoreo en animales jóvenes sobre la calidad de la dieta seleccionada. Estos autores concluyeron que la calidad de la dieta seleccionada durante el día no es diferente de la dieta seleccionada durante la noche. Una sola ventaja

presentó el pastoreo de noche, el incremento en la tasa de consumo, lo que condujo a una mejor conformación animal especialmente durante la baja producción de forraje en la época de sequía. Otros beneficios del pastoreo nocturno fue el menor gasto energético y la menor tasa de consumo de agua.

Laca (1998) analizó el efecto de experiencia de pastoreo sobre el tiempo empleado en la búsqueda del alimento distribución del pastoreo y selección de la dieta. Los resultados mostraron que los animales emplearon diferentes estrategias: la tasa de consumo se incrementó en función de incremento en experiencia, la tasa de consumo se vio afectada negativamente por el tiempo de búsqueda de forraje lo que a su vez fue determinado por la habilidad (memoria espacial) de los animales. Los animales con experiencia evitaron lugares (forraje) ya visitados y/o contaminados. El factor social y de edad afectó el tipo de consumo y selección de la dieta que ejercieron los animales jóvenes, ya que se observó un incremento en el consumo de plantas tóxicas cuando los animales jóvenes (sin experiencia) fueron juntados con animales con experiencia, lo cual es coincidente con observaciones de Ralphs *et al.* (1994) y Bailey *et al.* (2000).

Al analizar el efecto de la raza con experiencia de pastoreo, sobre la selección de la dieta, se observó que al pastorear juntos animales con y sin experiencia, los animales con experiencia tuvieron sólo un 3 por ciento de plantas tóxicas en la dieta, mientras que los animales sin experiencia tuvieron un consumo de 25 por ciento de plantas tóxicas en sus dietas (Ralphs *et al.*, 1994).

Efecto de preñez sobre la selección de la dieta

Es fundamental el entendimiento del comportamiento del pastoreo de herbívoros para poder desarrollar un manejo sostenible de tierras marginales. Los herbívoros mayores son el principal factor que influye en el funcionamiento y la dinámica de los ecosistemas en la mayor parte de los tipos de vegetación, pues es a través del pisoteo, defecación y orina que se llega a afectar el flujo de nutrientes, dinámica de las comunidades y la respuesta de la fauna. Por otro lado, el animal puede ser visto como un cosechador para consumir nutrientes, los cuales son ingeridos de acuerdo al tamaño corporal del animal y a su estado fisiológico (Gordon, 1997).

Fedele *et al.* (1993) analizaron el comportamiento de pastoreo y la selección de la dieta de dos razas de cabras en pastoreo libre, observando diferentes comportamientos en la Selección de especies forrajeras, ya que las cabras Maltesas prefirieron gramíneas, mientras que las cabras de la raza Mediterránea prefirieron las herbáceas, estando influenciado este comportamiento no sólo por la raza, sino por la cantidad de energía y proteína cruda del forraje.

O'Reagain y Grau (1995) mencionan que llegar a obtener información acerca de la secuencia en la selección de especies de plantas sobre un período de pastoreo, ayuda a entender la efectividad de los sistemas de pastoreo. Asimismo, es importante el entendimiento de la interfase planta-animal, por ejemplo, en bovinos y ovinos, la secuencia es: la misma en la selección de especies, aunque la aceptabilidad de algunas gramíneas variaron entre estas especies de animales. También, cuando alrededor del 60 por ciento de los tallos de las especies preferidas habían sido pastoreados, entonces el re pastoreo de estos tallos comenzó y la tasa de utilización de especies intermedias se incrementó. .Sólo después de que el 80 a 100 por ciento de los tallos de especies preferidas e intermedias habían sido defoliadas,

entonces los tallos de especies menos preferidas fueron consumidos.

Composición química de la dieta

Ferrel *et al.* (1984) encontraron que la energía metabolizable y el consumo diario de materia seca fue mayor para carneros que para ovejas. Lo anterior sugiere que la energía para mantenimiento y consumo diario de materia seca entre los dos sexos puede diferir en la composición de la dieta

en la selectividad del animal.

Papachristou y Nastis (1993), estudiaron la calidad de la dieta de cabras en pastoreo en 3 tipos de pastizales diferentes, y observaron que el patrón de uso del forraje fue similar, sin importar la proporción de gramíneas-arbustivas. Asimismo, se observó un deterioro de la calidad de la dieta en función de la lignificación y desaparición de forraje del agostadero, por lo que el contenido de proteína cruda fue mayor sólo cuando existió forraje verde disponible.

Efecto de morfología de la planta

Las defensas mecánicas de las planta son requeridas con la finalidad de soportar las presiones ambientales, tal como vientos y la herbivoría (Lucas *et al.*, 2000)

Maywald *et al.* (1998) al analizar el consumo de costilla de vaca en función al sexo de la planta, encontró que este varía de acuerdo a la existencia de utrículo en la semilla hembra, el cual es evitado por los herbívoros. Aunque no se detectaron diferencias en cuanto a la preferencia de esta planta de uno u otro sexo durante el invierno, la diferencia en vigor fisiológico y/o químico puede influenciar la palatabilidad relativa de las plantas de diferente sexo a través del tiempo.

Ganskopp y Rose (1992) al estudiar el efecto de morfología de la planta sobre la selección de la dieta, determinaron que el ganado es forrajeador selectivo en respuesta a diversos atributos de las plantas cespitosas de diferente área basal, las cuales eran igualmente susceptibles a herbivoría y fueron defoliadas con la misma intensidad. Se observó que las plantas con cobertura basal menor a 25 cm' (48%) son menos consumidas, y que las plantas con 65 a 100

tienen mayor probabilidad de ser consumidas (91%), lo cual se debe al comportamiento selectivo del ganado bovino.

Holechek *et al.* (1989) consideran que los principales factores que afectan la distribución uniforme del ganado son: distancia existente a la fuente de agua, topografía, diversidad de vegetación, tipo inapropiado de ganado, insectos y medio ambiente.

Kyriazakis *et al.* (1997) estudiaron la aversión que puede desarrollar el animal hacia ciertos sabores asociados con algunos compuestos secundarios como taninos condensados y ácido oxálico. Estos investigadores observaron que, los taninos no provocaron el desarrollo de aversión al mismo, lo cual no demuestra que el animal sea incapaz de desarrollar este rechazo. Existen evidencias de que el animal desarrolla aversión hacia ciertos sabores y olores, lo cual ocurre como consecuencia de reacciones post ingestivas, a través de la activación del sistema emético (Provenza, 1996).

Los taninos son el principal grupo de compuestos secundarios que se encuentran en un amplio rango de plantas consumidas comúnmente por los rumiantes, los cuales han

mostrado que afectan el valor nutritivo del forraje (Zucker, 1983). Éstos no parecen ser absorbidos por el tracto digestivo de los rumiantes y actúan formando complejos con la proteína en la dieta y enzimas digestivas (Terril *et al.*, 1994). Por otro lado, el ácido oxálico se encuentra también en las plantas consumidas por los rumiantes, el cual forma cristales de oxalatos de calcio en la sangre causando daño celular directo, así como la disminución de la disponibilidad sistémica de calcio (Vonburg, 1994); si bien se sabe que los microbios del rumen degradan el ácido oxálico (Allison *et al.*, 1977).

Se ha determinado que la aversión de un rumiante a compuestos secundarios está en función del consumo previo de los mismos (Kyriazakis *et al.*, 1998). Los herbívoros seleccionan una dieta que maximiza el consumo de nutriente, pero que minimiza la ingestión de compuestos secundarios dañinos (Westoby, 1974; Belovsky y Schmitz, 1991). Una manera de lograr esto es a través de cambios en el comportamiento alimenticio, los cuales permiten al animal reconocer alimentos con base en su calidad nutricional, y seleccionan o rechazan alimentos de acuerdo a las consecuencias positivas o negativas sobre el animal, después de la ingestión. La mayoría de las investigaciones al respecto

se han realizado con la aplicación de drogas eméticas como el cloruro de litio (Duncan *et al.*, 1998). Por otro lado, existen evidencias del daño que pueden causar al animal la concentración de terpenos en las plantas, los cuales ocurren en las coníferas. Compuestos de alto peso molecular tales como sesquiterpenos y diterpenos ocurren también en *Picea sitchensis*, y afectan algunos animales silvestres como *Cervus elaphus* (Duncan, 1994a).

Preferencia

Conocer las especies de plantas que son preferidas por los herbívoros es primordial en la formulación de planes para el manejo del pastizal y el manejo nutricional de los animales que dependen del agostadero. La estación de crecimiento, succulencia, abundancia y calidad nutritiva de las plantas son propiedades que influyen la preferencia de las especies por los herbívoros (Herbel y Nelson, 1966b). Por otro lado, Tribe (1952) menciona que en el animal los factores que influyen la preferencia son: edad, estado de preñez, condición física y hambre.

Sidahmed et al. (1981), observó que la preferencia de cabras de raza Hispánica en un pastizal predominante con arbustivas, fue en 80 por ciento para arbustivas principalmente de encino (*Quercus dumosa*) y manzanita (*Arctostaphylos glandulosa*). El resto de la dieta se compuso de gramíneas y herbáceas. Estos autores mencionan que la alta preferencia por las especies antes mencionadas no está en función de una igual disponibilidad de éstas plantas en el pastizal. Con relación al consumo de alimento por los ruminantes en pastoreo, éste varía ampliamente con la estación, vegetación disponible y tipo de animal. El consumo arbustivas en cabras jóvenes pastoreando solas fue de 50 por ciento y alrededor de 70 — 90 por ciento cuando pastoreaban junto con ovejas (Wilson et al., 1969). Sidahmed et al. (1981) demostró que la composición botánica y química de la dieta está en función de condición del pastizal y carga animal. Asimismo indican que las cabras presentan una mayor tendencia que las vacas y ovejas a variar su dieta con el cambio de estación. Devendra (1978) menciona de la habilidad de la cabra para utilizar arbustivas es probablemente un factor medular que contribuye a su sobrevivencia en áreas marginales, donde la calidad del forraje es tan pobre que no provee la mínima nutrición para vacas u ovejas. Al estudiar la

diferencia en composición de la dieta entre cabras Española y de Angora, se observó que las cabras españolas consumen menos gramíneas y herbáceas que las cabras de Angora (Merril, 1975; Córdova et al., 1978). Warren et al. (1984a) observaron que en cabras de raza española, las arbustivas fueron el principal alimento durante el otoño, invierno y primavera, mientras que en el verano las gramíneas Y herbáceas fueron las plantas más importantes de la dieta de estos animales, debido a la mala condición del pastizal.

Efecto especie animal sobre composición de la dieta

Kirby et al. (1997) analizaron la dieta de cabras de Angora en un pastizal con dominancia de *Euphorbia esula*, de lo cual observaron que *Euphorbia esula* y *Poa pratensis* comprendieron del 44 al 66 por ciento de todas las especies disponibles en el pastizal. Se observó un valor nutricional de *Euphorbia esula*, similar al de la alfalfa y un traslape de la preferencia (consumo complementario) de la dieta entre cabras y bovinos al inicio de la estación de crecimiento.

Walker et al. (1994) compararon la preferencia de las cabras y las borregas por *Euphorbia esula* en un agostadero

d . Utah. En este estudio las cabras prefirieron *Euphorbia la* sobre muchas otras plantas (80% de consumo), aunque en consumo de esta planta disminuyó cuando las cabras tuvieron la opción de consumir crested wheatgrass. Las b rregas, por el contrario, evitaron consumir *Euphorbia esula*, y sólo cuando se vieron forzadas a consumirla, ésta planta nstituyó el 28 por ciento de su consumo.

z

Warren *et al.* (1984b) al estudiar el efecto de especie y raza animal, observó una mayor cantidad de gramíneas en la dieta para varias razas de ovejas, y entre especies (oveja y ra) cuando existía disponibilidad de forraje suficiente, no servaron diferencias, entre arbustivas para razas y especies d animales.

Walker *et al.* (1994), Nge'the y Box (1976) estudiaron el efecto de la especie **animal** (cabras y eland) sobre la mposición de la dieta en Kenya. Estos investigadores observaron que la dieta se compuso principalmente de hojas J pocas especies de plantas, ya que 6 de 41 especies ostentes en el pastizal fueron las más comunes en la dieta d ambas especies animal. La dieta del eland fue más amplia, siendo los pastos más comunes en la dieta de esta especie en

comparación con las cabras, ya que el eland es consumidor mixto (pastos y arbustivas) durante los períodos húmedos y secos.

,.Hadjigeorgiou *et al.* (2001), analizaron la composición de la dieta de ovinos y caprinos machos en pastizales templados. Se observó que el tiempo de retención de la ingesta fue similar en las dos especies, mientras que la dieta seleccionada por los caprinos presentó un valor nutritivo más alto, concluyéndose que la dieta de las dos especies fue cercana a lo observado entre ovinos y caprinos en pastizales tropicales.

Efecto de morfología animal

La cabra posee la habilidad de utilizar una amplia variedad de vegetación, lo cual se atribuye a su hocico estrecho, labio superior móvil, lengua prensil y factibilidad de estiramiento hacia arriba, y pararse en sus patas traseras y utilizar así sus ágiles patas delanteras para conseguir el follaje de especies arbustivas (Maher, 1945; Staples *et al.*, 1942).

Bartolome *et al.* (1998) determinaron la composición de la dieta de rumiantes pequeños en pastoreo conjunto (ovejas y cabras). En este estudio, de 111 especies identificadas en el terreno de pastoreo, 71 fueron de uso común en ambas especies, Aún cuando pastoreaban juntas las cabras y ovejas, se notaron diferencias significativas en el consumo de alimento entre especies. El factor animal contribuyó de 18 a 60 por ciento en la composición de la dieta, teniéndose una variación de 5 a 56 por ciento entre estaciones. Asimismo, las ovejas seleccionaron gramíneas durante todo el año, cosa que las cabras no hicieron.

La preferencia por ciertas especies puede reflejar también la experiencia de pastoreo adquirida de la experiencia de pastoreo de la madre (Provenza, 1994). Se ha observado que en cabras nacidas en diferentes regiones, al pastorear juntas seleccionan distintas especies herbáceas (Fedele *et al.* 1993). Asimismo, cabras de razas distintas tienen hábitos diferentes de pastoreo (Warren *et al.*, 1984a), a pesar que sus requerimientos nutricionales y sistema digestivo sean similares (Bartolome *et al.*, 1998). En diferentes especies de animales se observa que la selección de la dieta difiere marcadamente, como es el caso entre cabras y ovejas

(Cuartas *et al.*, 2000). Lo anterior es el resultado de diferentes estilos de pastoreo, capacidad de aprendizaje y capacidad prensil de estos animales (Owen-Smith, 1994).

Pérez y Gordon (2001a) analizaron la relación existente entre la morfología oral y el tipo de alimentación (*feeding style*) en los ungulados, sobre la base de una evaluación filogenética. Estos autores mencionan que la especialización en el consumo de un tipo de alimento en particular se refleja en adaptaciones morfológicas de los órganos involucrados en la selección, procesado y digestión del alimento. Por esto, analizaron también la diferencia en tamaño y morfología de algunos rasgos orales que han sido funcionalmente relacionados con la habilidad para seleccionar alimento (*amplitud del hocico, forma de los incisivos, etc.*), prensión del alimento, incisivos sobresalientes, (*superficie molar oclusal, hipsodontia*) (*coronas molares altas*) y tasa de consumo (*incisivos anchos*) entre especies de ungulados con diferente estilo de alimentación (*ramoneadores, alimentación mixta y no ramoneadores*). Estos últimos se caracterizan por el tamaño grande del cuerpo. Después de controlar sólo por la masa corporal, encontraron que los no ramoneadores tuvieron hocicos amplios e incisivos más sobresalientes y más

voluminosos con coronas molares altas, en comparación con las especies de alimentación mixta y ramoneadores.

Pérez y Gordon (1999a) estudiando en ovejas el dimorfismo sexual y la segregación en ungulados polígamos, han propuesto las siguientes hipótesis: a) Hipótesis estrategia-reproductiva (hembra evita riesgo a crías), b) Hipótesis dimorfismo sexual- tamaño corporal (diferencias alométricas entre tamaño corporal y tamaño de mordida lleva a diferencias en eficiencia de pastoreo entre sexos), y c) Hipótesis factor social (hembras y machos difieren en ontogenia de comportamiento, esto es, diferentes niveles de actividad y patrones de interacción tienden a la autosegregación social por clases de edades y sexo.

Pérez y Gordon (1999b) efectuaron un reanálisis del papel relativo de la filogenética, tamaño corporal y estilo de alimentación sobre el tiempo de actividad de rumiantes en áreas templadas, utilizando parámetros de Milchunas y Lauenroth (1993). Determinaron que la masa corporal y el tiempo de actividad se relacionaron negativamente. El estilo de alimentación no tuvo ningún efecto en el tiempo de pastoreo ni en otras actividades. Asimismo, determinaron qué

lia filogenética tuvo un fuerte efecto en los factores morfofisiológicos y de comportamiento de rumiantes que difieren en estilo de alimentación.

Pérez y Gordon (1999c) analizaron la relación entre quijada y morfología del cráneo y el estilo de alimentación (ramoneador, no ramoneador, mixto, frugívoro, omnívoro) de 94 especies de ungulados. Concluyeron que el tipo de alimentación tuvo un débil efecto sobre la morfología de la quijada y del cráneo, en comparación con el efecto filogénico.

Pérez y Gordon (2001b) efectuaron el análisis filogénético de la adaptación del estómago en las estrategias digestivas en 28 especies de rumiantes Africanos que difieren en su estilo de alimentación (ramoneadores, no ramoneadores, mixtos), usando una aproximación multivariada y corrección filogénica. Estos resultados mostraron que los animales que dependen de gramíneas y los que dependen de arbustivas presentaron similares rasgos morfológicos. La mayor parte de la varianza en la morfología del estómago se debió a la masa corporal y en menor proporción a la filogenia. Rasgos que en el pasado se han señalado como medios de adaptación, tales como mayor desarrollo del canal digestivo,

aumento de la tasa de retención del alimento, mayor subdivisión del aparato digestivo, no fue detectado en el presente estudio. Se concluyó que no existe suficiente evidencia de diferencias en la morfología del estómago *en* los artiodáctilos estudiados.

Efecto de parásitos sobre la composición de la dieta

Hutchings *et al.*, (2001) estudiaron el efecto que tiene el estado fisiológico del animal en la decisión entre consumo de nutrientes en pastizales de porte alto o el evitar ciertas áreas del potrero por el riesgo del parasitismo. Estos autores concluyeron que las decisiones de pastoreo involucran el consumo de forraje eludiendo los lugares más contaminados con larvas infectivas de parásitos gastrointestinales. La presencia de las heces (olor de éstas) en el pastizal afectó la motivación para el consumo de forrajes. Una fuerte esquivación de forrajes contaminados con heces pudo ser superada por la atracción de los herbívoros por las partes altas de los forrajes de porte alto.

Villalba y Provenza (1999) llevaron a cabo un estudio para examinar la posible influencia del comportamiento del

pastoreo sobre la infestación de nematodos gastrointestinales. Diez cabras Saanen y 15 cabras de Angora pastorearon en agostadero. Durante cinco meses que duró el estudio, las cabras de Angora presentaron mayor número de huevos de nematodos en las heces en comparación con las cabras Saanen. Estas diferencias se relacionaron estrechamente con los hábitos alimenticios de estas animales (cabras de Angora consumidoras de pastos, cabras Saanen consumidoras de arbustos).

No se sabe si las borregas evitan áreas del potrero contaminadas con larvas de parásitos, pero bajo condiciones de corral, las borregas con mayor carga parasitaria consumen más proteína que las no infectadas. Lo anterior parece ser una respuesta a ingerir más nutrientes para compensar las pérdidas de éstos por los parásitos gastrointestinales (Kyriazakis *et al.*, 1994).

Toxicidad y/o aversión

Ralphps *et al.* (1994) indican que la aversión condicionada de los alimentos es una herramienta experimental poderosa para modificar la dieta de los animales. Estos investigadores

investigaron el manejo potencial para prevenir que el ganado consumiera plantas tóxicas, tales como la espuela de caballero y la hierba loca en agostaderos del oeste de los Estados Unidos. Los siguientes principios se relacionan con el incremento de la aversión: Los animales maduros retuvieron la aversión mejor que los animales jóvenes; la novedad de las plantas fue importante, aunque la aversión se puede crear para algunas plantas que son familiares para los animales. El cloruro de litio es el producto más efectivo para lograr esta aversión a una dosis de 200 ml/kg de peso de los animales. La 'facilitación social' es el factor más importante que previene la amplia aplicación de la condición de aversión. Cuando animales que rechazan ciertas plantas ven a otros animales que comen estas plantas indeseables, éstos tienden a imitarlos, y si no hay una reacción negativa, el consumo continúa hasta que se extingue la aversión. Sin embargo si los animales con aversión pastorean en forma separada, la aversión persiste.

Bailey *et al.* (1989) analizaron si el ganado puede asociar la disponibilidad relativa de alimento y localización del mismo. En este estudio se observó que el animal puede aparentemente recordar no sólo donde pastorearon, sino también la cantidad de alimento que encontraron en el lugar

previamente pastoreado. Provenza y Balph (1987) mencionan que también el aprendizaje temprano en la vida de los animales herbívoros puede llegar a jugar un papel muy importante en el desarrollo de los hábitos del consumo de la dieta. Por otro lado, Burrit y Provenza (1989) determinaron que los corderos utilizan como uno de los criterios de selección del alimento nuevo, los malestares gastrointestinales causados por ciertas plantas.

Los rumiantes tratan de seleccionar dietas nutritivas de un diverso espectro de especies de plantas que varían en concentración de nutrientes, y adquieren su forraje en función de sus requerimientos nutricionales, los cuales varían con la edad, estado fisiológico y condiciones ambientales (Provenza, 1995). Así los rumiantes poseen un umbral nutricional en el sentido de que ellos generalmente seleccionan alimentos con los nutrientes que satisfacen sus necesidades nutricionales y evitan alimentos que causan toxicidad.

La degradación microbiana en el rumen es una importante ruta de detoxificación de compuestos secundarios en las plantas que constituyen la dieta de animales en libre pastoreo. Por lo anterior, la exposición de herbívoros a dietas

que contienen compuestos secundarios puede llevar a incrementar la tasa de degradación de éstos compuestos tóxicos en el rumen (Duncan *et al.*, 2000). Este fenómeno tiene una influencia importante en la dieta seleccionada por los herbívoros, y por lo tanto afecta el impacto del pastoreo sobre la composición de la vegetación en el tiempo (Holechek *et al.*, 1995).

Uno de los mecanismos por el cual los herbívoros evitan consumir alimentos potencialmente tóxicos es a través de la aversión condicionada (Provenza y Balph, 1987). Por consiguiente, los herbívoros pueden aprender a distinguir aquellas plantas con consecuencias post ingestivas, y después de una serie de encuentros con estas plantas, se desarrolla una aversión a estas plantas (Duncan *et al.*, 2000). La resistencia de aversión a fuentes tóxicas se sabe que depende de la resistencia de efectos fisiológicos post ingestivos (Du Toit *et al.*, 1991). Este comportamiento de adaptación a la presencia de compuestos secundarios en las plantas en la dieta se ha demostrado que opera en ciertas situaciones usando alimentos artificiales disuasivos en animales confinados (Provenza *et al.*, 1994). El significado del condicionamiento de aversión a productos tóxicos como

mediador en la selección de la dieta es el asunto en cuestión (Duncan *et al.*, 2000). Además de los mecanismos de comportamiento para limitar la toxicidad de los compuestos secundarios, los grandes herbívoros están equipados con importantes mecanismos fisiológicos de detoxificación (Smith, 1992). Se ha demostrado que la detoxificación de compuestos secundarios en plantas opera al nivel de tracto digestivo y sistémico. La flexibilidad de este mecanismo de detoxificación ofrece al herbívoro el potencial para adaptarse fácilmente a la inclusión de nuevos tóxicos en su dieta, proveyendo así tiempo suficiente para implementar los mecanismos de detoxificación (Duncan *et al.*, 2000).

MATERIALES Y METODOS

Descripción General del Área Experimental

El presente estudio se realizó en una superficie de 2250 en el Ejido Jagüey de Ferniza, Municipio de Saltillo, Coahuila. Este se ubica en los 25° 11' 47" latitud Norte y 100°55' 21" longitud Oeste (**INEGI**, 2000), a 24 Km de la ciudad de Saltillo, Coahuila. La altitud del terreno presenta variaciones entre 2040 a 2450 msnm existiendo valles y lomeríos. La Sierra "El Tapanquillo" es la parte más alta con 2850 msnm y la más baja el poblado del Ejido Jagüey de Ferniza con 2230 msnm (CETENAL 1976).

El tipo de vegetación predominante a nivel macro es: **Bpi-Mli**, cuya clasificación comprende: Bosque (**B**), pastizal inducido (**pi**), chaparral (**MI**), y matorral inerme (1), (CETENAL, 1976). Así mismo, a nivel de micro ambiente, el tipo de vegetación se caracteriza como matorral parvifolio inerme, donde la especie predominante es la gobernadora (*Larrea tridentata*). Otros arbustos comunes en esta área son: ocotillo

(*Fouquieria splendens*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), huisache (*Acacia farnesiana*), mariola (*Parthenium incanum*), hojasén (*Flourensia cernua*) y lechugilla (*Agave lechuguilla* Torr.). Las gramíneas más abundantes son: navajita azul (*Bouteloua gracilis*), zacate tres barbas, (*Aristida arizonica*) zacate arenero (*Muhlenbergia arenicola*) y zacate búfalo (*Buchloe dactyloides*). Las herbáceas predominantes son: hierba del negro (*Sphaeralcea angustifolia*), hierba del mediodía (*Sida abutifolia*), hierba del gato (*Croton dioicus*) y trompillo (*Solanum elaeagnifolium*).

Clima

Las características del clima en la región según Köppen, modificado por García (1973) son: clima C x' b (e') g. Cuya descripción es la siguiente: clima templado sub húmedo, con lluvias escasas todo el año, verano fresco, largo y muy extremoso. Por otro lado, Mendoza (1984) hace mención que para esta región la temperatura media anual es de 13.4° C, con lluvias en verano preferentemente en julio y agosto, cuyo promedio es de 320 mm en los últimos diez años. El período de heladas se presenta entre octubre y abril, así mismo, las temperaturas más bajas son en enero, aproximadamente —

12°C. Se considera como el mes más caluroso junio, con temperaturas máximas (34), media (18.1) y mínima (10.4°C); la evaporación promedio es de 200 mm/mes; la humedad relativa es de 60% ocasionalmente de 70 por ciento, con vientos predominantes del sureste.

Suelos

Son tipo siete, para uso exclusivo forestal o pecuario en forma limitada, de acuerdo a la clasificación FAO/UNESCO, modificada por (CETENAL, 1976), con clave E + Hc / 2, cuyo significado es: E = Rendzina; Hc = Feozem clacárico y 2 = clase textural media, con fase física = petro cálcica y geología = suelos aluviales (CETENAL, 1976).

Características y manejo de las cabras

Para cada uno de los diferentes muestreos, se utilizaron cabras mestizas adultas derivadas de apareamientos de razas Granadino, Nubia y Criollas, todas con un peso aproximado de 40 Kg. El hato donde permanecían las cabras bajo estudio estaba constituido por aproximadamente 250 animales, los cuales pastoreaban durante 8 horas diarias en tierras ejidales.

El terreno disponible para el pastoreo de las cabras se estimó en 1050 Ha. y considerando el resto de las cabras que pastoreaban en común en este terreno, se estimó que la carga animal (exclusivamente caprinos) era de 1.5 Ha. por cabra, carga animal superior a la capacidad de sustentación de este terreno.

Las cabras no recibieron suplementación alimenticia a través del año, ni tampoco fueron sujetas a programas sanitarios. Tradicionalmente las cabras son expuestas a los machos cabríos (3% de machos en el hato) al inicio del año, durante 4 semanas, las pariciones entonces se dan a mediados del año, y la lactancia de las cabras se prolonga durante el verano y el otoño.

Trabajo de campo

Caracterización de la Vegetación

Se efectuó una colecta de ejemplares de cada una de las diferentes especies de plantas que se hallan en el área de estudio, con la finalidad de determinar la composición florística del predio. Asimismo, para tener una colección de

referencia, tanto a nivel ejemplar como en la preparación de "laminillas" se obtuvieron muestras de cada una de las partes de las plantas (hoja, tallo, flor, fruto) de las especies halladas en el ecosistema. Estos materiales se mantuvieron disponibles en el laboratorio de Micro histología en el Departamento Recursos Naturales Renovables. Durante el proceso de colección de especímenes, las plantas se pusieron en una prensa de colecta de campo, se desecaron y molieron, para posteriormente preparar las "laminillas" de referencia, de acuerdo a la técnica de Sparks y Malechek (1968).

Inventario de la Vegetación

Antes de las colecciones de heces en las cabras, se estimó la cobertura aérea de las plantas presentes en el sitio de pastoreo de estos animales. Esta medición fue para determinar de la preferencia de las especies vegetales por las cabras. La cobertura vegetal se determinó con el método de la línea de Canfield (Canfield, 1942), para lo cual se establecieron 5 transectos permanentes de 500 m de longitud, en las áreas más frecuentemente pastoreadas por las cabras.

'Para el establecimiento de éstos se evitó interceptar caminos

o fuentes de agua, situándose los transectos tanto en los valles como en lomeríos.

Colecta de heces

La decisión de efectuar muestreos de heces para determinar la composición botánica de la dieta, se debió a la bondad de esta técnica, ya que se requiere de poca infraestructura, material y/o equipo, aunado a que es la técnica que mayor precisión y exactitud ofrece, asimismo a que dados los objetivos de estudio, no era necesario aplicar técnicas de fistulación del esófago o del rúmen.

La colección de heces se realizó en forma manual directamente del recto, de donde se tomaron de ocho a diez pelets de heces por animal por muestreo (Warren *et al.*, 1984a; Mohammad *et al.*, 1995). Los muestreos se llevaron a cabo durante 5 días consecutivos, en la mañana, antes de que las cabras salieran al agostadero. Los muestreos se realizaron en el mes de octubre (final de la época de lluvia) y en febrero (poca de sequía).

Mientras las muestras permanecían en el campo, éstas eran expuestas al sol, para evitar que se contaminaran o sufrieran un proceso de micosis.

Trabajo de Laboratorio

Se contempló la descripción del procesado de las muestras hasta su fase final, la lectura de las laminillas con el microscopio

Preparación de laminillas

Una vez en el laboratorio, las muestras de heces se terminaron de secar en una estufa a 50°C, durante 72 horas. Las muestras se almacenaron primeramente en bolsas de papel con su respectiva identificación, después se molieron en un molino Willey con malla de 1 mm, y después se depositaron en botes de plástico con la identificación de cada animal, para el posterior procesado de laminillas.

El procesado de las laminillas se efectuó sobre la base de la técnica de Spark and Malechek (1968) y Peña (1981), el cual brevemente se describe enseguida.

Molido, homogeneización y depuración

El molido de las muestras se realizó en un molino Willey con malla de 1 mm, cuidando de limpiar éste antes de la molienda de cada una de las muestras, para evitar contaminación entre muestras.

Para cada cabra se hizo una mezcla proporcional de las heces colectadas en cada uno de los cinco días del muestreo. Después de hecha la mezcla, se colocó la muestra compuesta en un vaso de precipitados con una solución comercial de "cloralex" (blanqueador de ropa) durante un minuto, para así disminuir la proporción de pigmento y tejidos blandos no identificables, lo que conlleva a una identificación precisa de los tejidos vegetales.

Tamizado y montaje

En el lavabo se vertió la mezcla de heces en un tamiz # 120, para lavarla bajo agua a presión, y con ello eliminar el agente aclarador y tejidos pequeños. En el caso de no remover adecuadamente el agente aclarador, se forman

burbujas en las laminillas, lo cual dificulta la lectura de las mismas.

Se colocaron cinco porta objetos juntos y se sobrepuso una plantilla metálica con cinco orificios. Luego se colocó la muestra lavada con el apoyo de una espátula pequeña. Se retiró la plantilla y se añadió solución Hoyer, esparciéndose luego con una aguja de disección sobre el área que ocupará el cubre objeto. Se colocó el cubre objetos sobre la muestra y se llevó la "laminilla" a la flama de alcohol, para calentar la muestra y eliminar el exceso de solución. Las laminillas después del calentamiento fueron colocadas sobre una esponja húmeda, con lo cual se extraen las burbujas de aire formadas. Después de preparar una serie de laminillas y al término de la jornada de trabajo, se aplicó a los porta y cubreobjetos una cantidad apropiada de esmalte para uñas, con la finalidad de sellar las "laminillas". Por último, éstas se expusieron al calor, para lograr un secado completo. La fase final fue la colocación de las laminillas en cajas especiales para ello.

Lectura

Para este proceso se utilizó un microscopio de contraste fases con aumento de 100x. Asimismo se dispuso de dibujos realizados, donde aparecían las características epidérmicas de mayor realce (células de sílice, estomas, células apareadas, pared celular en gramíneas; tricomas, estomas y pared celular en dicotiledoneas) de las plantas del área de estudio. Se procedió luego a la identificación de fragmentos vegetales, de acuerdo a la técnica de Spark and Malechek (1968), la cual consiste en observar veinte campos, de manera aleatoria (área circular observada en el microscopio) en cada una de las cinco laminillas por cabra (unidad experimental), por lo que al final se registraba la frecuencia por especies vegetales existentes en las heces.

La frecuencia se convirtió a densidad relativa a través de

la fórmula:

$$F = 1 - e^{-x}$$

Donde:

Frecuencia

Base de los logaritmos naturales

x Densidad media

Para la obtención de la densidad, se aplicaron las tablas desarrolladas por Fracker y Briske (1944). Para este proceso se cumplió con dos requisitos, para que la conversión matemática fuera válida (Curtis y Mc Intosh, 1950): a) Distribución aleatoria y uniforme de los fragmentos vegetales, y b) Densidad no mayor a 86 por ciento de la especie más abundante, en los campos muestreados.

En la obtención final de los porcentajes de la composición de la dieta, se dividió cada una de las densidades entre la suma de ellas y se multiplicó por cien.

Elaboración de la solución Hoyer

Se utilizaron las siguientes sustancias:

- > 400 g de hidrato de cloral
- > 40 ml de glicerina
- > 100 ml de agua destilada
- > 120 g de goma arábica

Usando una licuadora de cocina se procedió a lo siguiente:

1. Se licuó agua destilada con glicerina
2. Se agregó hidrato de cloral
3. Se agregó goma arábica
4. Se licuó por 10 minutos
5. Se dejó reposar 24 hr. en una recipiente con tapa

Análisis del suero sanguíneo

Se tomaron muestras de sangre de la vena yugular con vacutainer, en la mañana antes de salir a pastorear las cabras (14-16 horas del último alimento). Las muestras de sangre fueron obtenidas en tubos para vacutainer, esterilizados. Dos horas después se centrifugaron las muestras a 3000 g por minuto durante 15 minutos. El suero fue colectado y almacenado a -20°C para analizar: colesterol, glucosa, creatinina, urea, ácido úrico, proteínas totales, calcio, fósforo, cobre, magnesio y zinc. Todos los análisis de metabolitos se realizaron con un espectrofotómetro Junior II y kits comerciales. Todos los minerales, excepto fósforo, fueron determinados por un espectrofotómetro de absorción atómica.

Trabajo Experimental

xperimento 1. Efecto del genotipo.

Se utilizaron diez cabras con predominancia de la raza Granadina y diez cabras con predominancia de la raza Nubia (mínimo % de estas razas), en igualdad de condiciones fisiológicas al momento de la colecta de heces. La composición botánica, índice de preferencia relativa e índice de similaridad de la dieta de estos animales se llevó a cabo, al final del periodo de lluvia (octubre del 2000).

Experimento 2. Efecto de la lactancia.

Se utilizaron 5 cabras mestizas (mezcla de razas lecheras) en lactación, las cuales fueron comparadas con 5 cabras no lactantes, en igualdad de condiciones fisiológicas (a excepción de la lactancia) al momento de la colecta de las heces. La composición botánica, índice de preferencia relativa e índice de similaridad de la dieta de estos animales se llevó a cabo, al final del periodo de lluvia (octubre del 2000).

Experimento 3. Efecto del estado de crecimiento.

Se utilizaron 5 cabras mestizas, de aproximadamente cuatro meses de edad, las cuales fueron comparadas con 5 cabras adultas no preñadas y no lactantes. Se mantuvo una igualdad de condiciones fisiológicas al momento de la colecta de heces. Como en los experimentos anteriores. La composición botánica, índice de preferencia relativa e índice de similaridad de la dieta de estos animales se llevó a cabo tanto en la época de sequía (febrero 2001) como al final del periodo de lluvia (octubre del 2000).

Experimento 4. Efecto de gestación.

En octubre se utilizaron 5 cabras mestizas (mezcla de razas lecheras) preñadas (último tercio de la gestación) las cuales fueron comparadas con 5 cabras no preñadas. La preñez de los animales sobrepasaba los 4 meses, de tal forma que ésta se detectó visualmente, considerando el evidente e inconfundible volumen abdominal de las cabras gestantes. En igualdad de condiciones fisiológicas al momento de la colecta de heces. La composición botánica, índice de preferencia relativa e índice de similaridad de la dieta de estos animales

Experimento 5. Efecto de la altura.

Se compararon, tanto en la época de sequía como de lluvia 5 cabras mestizas (mezcla de razas lecheras) multíparas, con una altura a la cruz mayor o igual de 77 cm, las cuales se compararon con cinco cabras multíparas con altura a la cruz menor o igual a 71 cm. Todas las cabras en este experimento estaban lactando y con igual condición corporal. La composición botánica, índice de preferencia relativa e índice de similaridad de la dieta de estos animales se llevó a cabo tanto en la época de sequía como al final del periodo de lluvia.

Experimento 6. Efecto de la circunferencia abdominal.

Se compararon, tanto en la época de sequía como de lluvia, cinco cabras mestizas (mezcla de razas lecheras) multíparas, con una circunferencia abdominal mayor de 101 cm, contra cinco cabras multíparas con circunferencia abdominal menor a 92 cm. Todas las cabras en este

experimento estaban lactando y con igual condición corporal. La composición botánica, índice de preferencia relativa e índice de similaridad de la dieta de estos animales se llevó a cabo tanto en la época de sequía como al final del periodo de lluvia.

Experimento 7. Efecto de condición corporal.

Se compararon, tanto en la época de sequía como de lluvia cinco cabras mestizas (mezcla de razas lecheras: multíparas, con una condición corporal 2. a 2.5 (escala de puntos, donde 1 equivale a emaciación extrema y corresponde a obesidad), contra cinco cabras multíparas con condición corporal 5. a 1.5. La composición botánica, índice de preferencia relativa e índice de similaridad de la dieta de estos animales se llevó a cabo tanto en la época de sequía (febrero) como al final del periodo de lluvia.

Experimento 8. Efecto del desgaste de los dientes.

Se utilizaron cinco cabras mestizas con diente; desgastados (>30% de desgaste) comparadas con 5 cabras de más de 5 partos sin desgaste en sus dientes, en igualdad de

condiciones fisiológicas al momento de la colecta de heces. La composición botánica, índice de preferencia relativa e índice de similaridad de la dieta de estos animales se llevó a cabo tanto en la época de sequía (febrero) como al final del periodo de lluvia.

Experimento 9. Efecto del sexo.

Se comparó la composición botánica de la dieta de 10 cabras mestizas multíparas secas con 5 machos cabríos mestizos adultos, esto después del periodo de monta, para evitar que tanto las hembras como los machos se distrajeran durante el período de muestreo, y principalmente para evitar que los resultados no se vieron afectados con la actividad reproductiva. La composición botánica, índice de preferencia relativa e índice de similaridad de la dieta de estos animales se llevó a cabo tanto en la época de sequía (febrero) como al final del periodo de lluvia.

Experimento 10. Relación entre la composición botánica de la dieta sobre la química sanguínea y contenido de algunos minerales de la sangre.

Se utilizaron 24 cabras mestizas de las cuales se obtuvieron muestras de heces (cinco días consecutivos) en febrero del 2001. De las mismas cabras se obtuvieron muestras de sangre para la determinación de química sanguínea, metabolitos y algunos minerales. Se determinó, a través de una matriz de correlación, la asociación entre composición botánica de la dieta y los componentes de la sangre descritos. Se determinó solamente la composición botánica e índice de similitud de la dieta de estos animales en el período de la época de sequía (febrero).

Análisis Estadístico

Referente a la composición botánica de la dieta, los datos fueron analizados, para cada especie en particular, con un diseño de parcelas divididas, donde los rasgos de las cabras estudiados (altura, preñez, lactancia, circunferencia abdominal, desgaste de dientes etc.) constituían las parcelas principales, y las épocas de colección de las heces las

subparcelas. Sin embargo, la mayor parte de los análisis mostraron interacciones significativas ($P < 0.10$) entre los rasgos corporales de las cabras y la época del año, por lo que se optó por comparar los grupos de cabras, dentro de época, con pruebas de Diferencia Mínima Significativa (DMS). Previo a los análisis previamente descritos, todos los datos fueron transformados a arco seno.

En la determinación del índice de preferencia para especie vegetal en la dieta de las cabras en pastoreo, se aplicó la técnica descrita por Shannon (Oosting, 1956), donde:

$$\text{Preferencia relativa} = \frac{\% \text{ en dieta} - \% \text{ disponible}}{\% \text{ en dieta} + \% \text{ disponible}} \times 10 \%$$

Un valor de preferencia de +10 indica una preferencia alta, 'por otro lado un valor de -10 indica una preferencia baja. Un valor de 0 indica una selección proporcional a la disponibilidad de forraje en el ecosistema.

Se determinó también el grado de preferencia de las cabras por determinada especie vegetal (Loehle and Rittenhouse, 1982) por medio de la fórmula:

$$IPR = \frac{D}{d}$$

Donde:

IPR = Índice de preferencia relativa

D = Porcentaje de preferencia de la planta en la dieta

d = Porcentaje de disponibilidad de la spp. en la vegetación

Se calculó, además índice de similaridad de Kulczynski, (Oosting, 1956), cuya fórmula es:

$$IS = \frac{2Z}{a+b} \cdot 100$$

$$Z = \frac{a+b}{2}$$

$$I = \frac{a+b}{a+b}$$

Donde:

IS = Índice de similaridad

w = Porcentaje menor de una sp. al comparar el por ciento de dos animales

(a+b) = La suma de los dos porcentajes

Se llevaron a cabo pruebas Kruskal-Wallis para detectar diferencias en cuanto a la preferencia por las diferentes plantas del agostadero utilizadas por las cabras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1. Efecto del genotipo sobre la composición botánica y selectividad de la dieta.

De acuerdo a los datos, muestran que las cabras Granadinas utilizaron una mayor proporción de arbustivas que las Nubias. Las cabras Nubias, por otro lado consumieron 41% más de herbáceos que las Granadinas. Es notorio el mayor porcentaje de gramíneas en la dieta de las cabras Nubias, el cual sobrepasó por mucho al porcentaje observado en las cabras Granadinas. Pocas fueron las especies que difirieron en su proporción en las dietas de las cabras Granadina y Nubias. Las diferencias que vale la pena resaltar son la mayor ($P < 0.10$) utilización de *Sphaeralcea angustifolia* por las cabras Granadinas (7.7 vs 2.7%) y la mayor ($P < 0.05$) 'utilización del mesquite (5.7 vs 1.2) por las cabras Nubias en

la época de abundancia de forraje.

La diferencia encontrada en cuanto a la composición botánica de la dieta por las diferentes especies del agostadero por las cabras Granadinas y Nubias, merecen discusión. La mayor cantidad de arbustivas en la dieta de las cabras Granadinas, y la escasa utilización de gramíneas por estas cabras, muestran que esta raza ofrecería menor competencia por los recursos forrajeros al compartir el

agostadero con otros herbívoros domésticos.

Estos datos

indican también que se pueden seleccionar razas, o animales dentro de razas, que hagan un uso más eficiente de la vegetación existente en los agostaderos de zonas desérticas. La mayor cantidad de arbustivas en la dieta de las cabras Granadinas, y la mayor utilización de herbáceas y gramíneas por las cabras Nubias sugiere que la selección de la dieta en las cabras está altamente influenciado por el genotipo.

Las cabras Granadinas utilizaron 3 veces más la *Acacia farnesiana* en comparación con las cabras Nubias. Dentro de las especies de Acacias en el desierto Chihuahuense, la *Acacia farnesiana* es la que presenta el mayor contenido nutricional, mayor digestibilidad y menor contenido de taninos (Ramírez *et al.*, 1999). Las cabras Granadinas, por lo visto, tienen la habilidad de utilizar en mayor proporción forrajes del

agostadero altamente nutritivos y con reducido contenido de aleloquímicos. El *Atriplex canescens* fue más utilizado (2 veces más) por las cabras Granadinas en comparación con las cabras Nubias, lo cual refirma la hipótesis de que las cabras Granadinas hacen un mayor uso de los arbustos más nutritivos del agostadero. Las cabras Nubias, por otra parte, tendieron a utilizar plantas arbustivas más fibrosas, como es el caso de la lechuguilla, la cual fue utilizada 2 veces más por estas cabras, en comparación con las cabras Granadinas. La arbustiva que apareció en mayor proporción en la dieta de

mbas razas de cabra fue el *Parthenium incanum*, especie que

np difirió entre razas de cabras. Otra arbustiva importante en á

dieta de las cabras Granadinas fue la gobernadora, la cual fue tres veces más elevada en la dieta de estas cabras en Comparación con las cabras Nubias. La alta utilización de esta planta por las cabras Granadinas merece atención. Este hecho indica que, aparte de seleccionar arbustivas de alto nivel de nutrientes, las cabras Granadinas tiene la capacidad de complementar su dieta con plantas resinosas, poco apetecibles, y rechazadas por otros herbívoros en el agostadero. Lo anterior sugiere que las cabras Granadinas poseen bacterias en el rumen capaces de detoxificar metabolitos de algunas arbustivas. Esta capacidad en los

caprinos ha sido documentada por Akingbade *et al.* (2002). La estrategia alimenticia de las cabras Granadinas pareciera entonces el uso de una amplia gama de especies arbustivas, mezclando plantas altamente nutritivas, con plantas con un alto contenido de aleloquímicos.

Las cabras Nubias utilizaron 2.5 veces más el trompillo en comparación con las cabras Granadinas. La *Sphaeralcea angustifolia* fue también más abundante ($p < 0.05$) en la dieta de las cabras Nubias, en comparación con las cabras Granadinas. La mayor abundancia de herbáceas en la dieta de las cabras Nubias establece otra notable diferencia entre ésta raza y la Granadina. Estos datos sugieren que la estrategia alimenticia de las cabras Nubias es más flexible que las Granadinas, pues con la aparición de las herbáceas en la época de lluvias, esta raza reduce su consumo de arbustivas y utiliza las herbáceas en abundancia (39% de la dieta). Las herbáceas del desierto Chihuahuense presentan una alta digestibilidad y alto contenido de nutrientes (Gutierrez, 1991), por lo que la estrategia de las cabras Nubias es capitalizar esta disponibilidad de nutrientes de las herbáceas, mientras estas crecen en la época de lluvia.

Llama la atención la nula utilización de gramíneas por las cabras Granadinas. En el Cuadro 4.1 se presentan el efecto del genotipo sobre la composición botánica de la dieta al final del periodo de lluvias (octubre del 2000).

Cuadro 4.1 Efecto de genotipo sobre la composición botánica de la dieta de las cabras al final de la época de lluvia, en un matorral parvifolio inerme. Las cifras corresponden a porcentajes medias \pm desviación estándar.

Especies	Nubia	Granadina
<i>Acacia berlandieri</i>	2.4 \pm 2.1	
<i>Acacia farnesiana</i>	2.6 \pm 1.9 ^a	8.3 \pm 2.9 ^b
<i>Agave lechuguilla</i>	3.9 \pm 2.3 ^a	1.5 \pm 1.3) ⁶
<i>Agave striata</i>	3.7 \pm 2.1	2.6 \pm 1.7
<i>Atriplex canescens</i>	2.6 \pm 1.8 ^a	5.8 \pm 0.5 ^b
<i>Condalia warnorkii</i>	2.6 \pm 1.3	2.4 \pm 1.2
<i>Cowania plicata</i>	6.9 \pm 2.2	9.4 \pm 4.6
<i>Dalea bicolor</i>	0.5 \pm 0.7	2.4 \pm 2.1
<i>Dasyllirion palmeri</i>	4.5 \pm 2.7	3.5 \pm 1.6
<i>Fouquieria splendens</i>	2.3 \pm 1.7	
<i>Larrea tridentata</i>	3.0 \pm 1.6 ^A	8.6 \pm 1.4 ⁵
<i>Mimosa biuncifera</i>		3.4 \pm 1.8
<i>Nolina cespitifera</i>	1.0 \pm 1.3 «	3.2 \pm 2.1 fi
<i>Opuntia imbricata</i>	1.9 \pm 1.2	3.5 \pm 2.9
<i>Opuntia leptocaulis</i>	2.5 \pm 2.1	2.5 \pm 2.3
<i>Opuntia rastrera</i>	2.5 \pm 1.9	2.2 \pm 1.9
<i>'Parthenium incanum</i>	9.6 \pm 6.8	10.1 \pm 3.0
<i>Prosopis glandulosa</i>	2.2 \pm 1.1	1.2 \pm 1.2
<i>Vigueria dentata</i>	0.8 \pm 0.8	
Total arbustivas	56 \pm 37.2	70.6 \pm 32.5
<i>Croton dioicus</i>	7.3 \pm 2.4	9.6 \pm 3.4
<i>Cucurbita foetidissima</i>		0.7 \pm 0.8
<i>Ephedra aspera</i>		0.6 \pm 0.7
<i>Sida abutilifolia</i>	3.3 \pm 1.4	
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	13.9 \pm 5.2 ^A	5.2 \pm 2.7 ^B
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	11.9 \pm 3.3 ^a	9.0 \pm 2.6 ^b
<i>Tiquilia canescens</i>	2.7 \pm 2.1	2.6 \pm 2.1
Total herbáceas	39.1 \pm 14.4	27.7 \pm 12.3
<i>Aristida arizonica</i>	1.7 \pm 1.2	
<i>Bouteloua curtipendula</i>	2.6 \pm 1.8	
Total gramíneas	8.4 \pm 6.8	

P < 0.10; a, b P < 0.05; A, B P < 0.01

De todas las especies utilizadas por las cabras, sólo *Larrea tridentata* fue utilizada en menor proporción a su disponibilidad en el agostadero. Las cabras Nubias mostraron mayor preferencia por *Opuntia rastrera* que las cabras Granadinas. Por otro lado, las cabras Granadinas mostraron una mayor preferencia por *Sida abutifolia*, en comparación con las., cabras Nubias. Las cabras Nubias tuvieron mayor preferencia por *Solanun eleagnifolium* en comparación con las cabras Granadinas.

Aparte del genotipo, las características de la dieta de los herbívoros están influenciadas por factores ambientales como aprendizaje (Provenza, 1996), la estación del pastoreo, presión del pastoreo (Milne *et al.*, 1979) y disponibilidad de orraje en el agostadero (Launchbaugh *et al.*, 1999). El efecto genético sobre la selección de la dieta es menos conocido. Dos estudios con un limitado número de animales han mostrado un efecto significativo del semental en cuanto a la composición botánica de la dieta de cabras (Warren *et al.*, 1983) y bovinos (Winder *et al.*, 1995) en libre pastoreo. Se ha observado, además, variación individual (base para la selección animal) en cuanto a la selección de la dieta por los herbívoros (Arnold y Dudzinski, 1978; Marinier y Alexander

De todas las especies utilizadas por las cabras, sólo *Larrea tridentata* fue utilizada en menor proporción a su disponibilidad en el agostadero. Las cabras Nubias mostraron mayor preferencia por *Opuntia rastrera* que las cabras Granadinas. Por otro lado, las cabras Granadinas mostraron una mayor preferencia por *Sida abutifolia*, en comparación con las cabras Nubias. Las cabras Nubias tuvieron mayor preferencia por *Solanun eleagnifolium* en comparación con las cabras Granadinas.

Aparte del genotipo, las características de la dieta de los herbívoros están influenciadas por factores ambientales como el aprendizaje (Provenza, 1996), la estación del pastoreo, presión del pastoreo (Milne *et al.*, 1979) y disponibilidad de forraje en el agostadero (Launchbaugh *et al.*, 1999). El efecto genético sobre la selección de la dieta es menos conocido. Dos estudios con un limitado número de animales han mostrado un efecto significativo del semental en cuanto a la composición botánica de la dieta de cabras (Warren *et al.*, 1983) y bovinos (Winder *et al.*, 1995) en libre pastoreo. Se ha observado, además, variación individual (base para la selección animal) en cuanto a la selección de la dieta por los herbívoros (Arnold y Dudzinski, 1978; Marinier y Alexander

De todas las especies utilizadas por las cabras, sólo *Larrea tridentata* fue utilizada en menor proporción a su disponibilidad en el agostadero. Las cabras Nubias mostraron mayor preferencia por *Opuntia rastrera* que las cabras Granadinas. Por otro lado, las cabras Granadinas mostraron una mayor preferencia por *Sida abutilifolia*, en comparación con las cabras Nubias. Las cabras Nubias tuvieron mayor preferencia por *Solanun eleagnifolium* en comparación con las cabras Granadinas.

Aparte del genotipo, las características de la dieta de los herbívoros están influenciadas por factores ambientales como

aprendizaje (Provenza, 1996), la estación del pastoreo, presión del pastoreo (Milne *et al.*, 1979) y disponibilidad de forraje en el agostadero (Launchbaugh *et al.*, 1999). El efecto genético sobre la selección de la dieta es menos conocido. Dos estudios con un limitado número de animales han mostrado un efecto significativo del semental en cuanto a la composición botánica de la dieta de cabras (Warren *et al.*, 1983) y bovinos (Winder *et al.*, 1995) en libre pastoreo. Se ha observado, además, variación individual (base para la selección animal) en cuanto a la selección de la dieta por los herbívoros (Arnold y Dudzinski, 1978; Marinier y Alexander

1991). Un estudio reciente de Snowden *et al.* (2001) con ovejas Rambouillet, indica que la heredabilidad para la selección de *Artemisia tridentata* por estos animales fue de 0.25 para septiembre y 0.28 para octubre, un valor de heredabilidad moderado, que permitiría la selección para este rasgo. El estudio anterior muestra contundentemente que los factores genéticos significativamente influyen la preferencia por las especies vegetales del agostadero. Otros estudios con borregas Latxa y Gallega (Osoro *et al.*, 1999) y Churra y Merino (Revesado *et al.*, 1994) han demostrado diferencias marcadas en la composición de la dieta de estas razas, donde un denominador común es un mayor grado de adaptabilidad dietética (mayor selección de la dieta) de las razas pequeñas de borregas, en comparación con las grandes.

El efecto genético de la selección de la dieta también se ha estudiado en bovinos. En esta especie, los resultados del efecto de la raza sobre las características de la dieta en el desierto Chihuahuense han sido inconsistentes. Herbel y Nelson (1966b) y Winder *et al.* (1966) encontraron diferencias marcadas de importancia práctica en la selección de la dieta de bovinos. Por otra parte, De Alba-Becerra *et al.* (1998) no encontraron, desde el punto de vista práctico, ninguna ventaja

de las razas Barzona, Brangus y Beefmaster. La similitud de las dietas de las razas anteriores parece deberse a que las tres razas comparadas eran "sintéticas", todas con una raza en común: la Brahman.

Diferencias en patrones de pastoreo se han observado entre razas de bovinos, lo que sugiere que la selección por la distribución de pastoreo dentro de una raza de ganado puede ser efectiva. El ganado Brangus camina mas durante el pastoreo que el Hereford X Angus (Herbel y Nelson, 1966a), Havstad y Doornbos (1987) encontraron diferencias en la distancia recorrida entre ganado Simmental, Hereford y Angus, aunque las diferencias no fueron consistentes de año tras año.

El ganado Tarantés utilizó terrenos más elevados y más escarpados que el ganado Hereford. En una pradera en el mismo lugar las becerras de padres Charolais y pied montes caminaron mas que las becerras de padres Angus. Los patrones de pastoreo parecen ser heredables. Otro comportamiento de pastoreo que es heredable es la selección de la dieta. En un estudio de Winder *et al.* (1995), se mostró que los sementales en un hato de Brangus fueron

responsables de una cantidad significativa en la variación de la selección de la dieta. Las estimaciones de heredabilidad en es estudio fueron altas (0.51-0.87), pero los errores estándar para estas estimaciones fueron también altas (0.49-0.52).

Las características morfológicas son incuestionablemente heredadas; además, la morfología digestiva afecta la selección de la dieta, al menos entre especies. Una línea de evidencia que relaciona a la herencia de la morfología digestiva es la observación de que las razas de bovinos difieren en su habilidad para digerir materia seca y energía, cuando se les ofrecen dietas similares (Phillips, 1961; Beaver *et al.*, 1989). Otra forma en que la morfología pudiera potencialmente afectar la selección de la dieta es a través de diferencias en la demanda de nutrientes específicos o energía, por parte de los animales. La composición corporal y el tamaño están fuertemente determinadas por el genotipo, y la energía y nutrientes necesarios para los herbívoros tienen influencia sobre la calidad de la dieta (Owen, 1992).

Ciertamente hay bases genéticas para las habilidades físicas de los herbívoros (Marinier y Alexander, 1991). Las habilidades de pastoreo tales como el alcance, destreza física

y fortaleza pueden influenciar la selección de la dieta simplemente a través de la habilidad para acceder a las especies deseadas.

Los herbívoros también heredan la habilidad para oler, ver, tocar y sentir las plantas en su ambiente. Por ejemplo, diferentes especies de bovinos difieren en su habilidad para probar y discriminar varios compuestos purificados con sabores amargos, dulces, agrios y salados (Arnold y Inzinski 1978; Church, 1979). Investigaciones en bovinos (Herbel y Nelson, 1966a), ovejas (Warren *et al.*, 1984a), cabras (Warren *et al.*, 1984b; Pritz *et al.*, 1997), revelan diferencia entre razas en cuanto a preferencias de especies del agostadero, indicando que la selección de la dieta se basa en características somáticas heredadas. Mariner y Alexander (1981) han mostrado que el comportamiento de pastoreo de los caballos tiene una base genética y algunas líneas genéticas de estos animales son más susceptibles a intoxicarse con plantas tóxicas en comparación con otras líneas de caballos. La prueba más rigurosa para averiguar si las preferencias dietéticas son heredadas en la utilización de 'medios hermanos de varios sementales. Con este enfoque la experiencia de pastoreo y las influencias sociales se pueden

aislar de los atributos heredados. Warren *et al.* (1983), estudió la selección de la dieta de 60 machos cabrios Hispánicos jóvenes, en Texas. Estos animales fueron criados en un ambiente común sin ninguna influencia de sus padres. En una prueba posterior, el semental fue un factor importante en la composición de la dieta de los animales. La influencia del semental se observó en la proporción de 14 plantas en la dieta, de 33 examinadas.

En un estudio reciente, Taylor y Kothmann (1988), observó un efecto consistente del semental sobre el consumo de juníperos en cabras hispánicas x Boer. La heredabilidad del consumo de juníperos en cabras en libre pastoreo se calculó en 0.28.

Existen evidencias que las habilidades digestivas y detoxificación son heredables (Winder *et al.*, 1995), y estas características heredables pudieran influir en la selección de la dieta y el consumo de alimento en diversas formas. Los animales que presentan una mayor habilidad para detoxificar específicos aleloquímicos son capaces de consumir estas plantas y experimentar menos efectos negativos en el canal gastrointestinal. Las bases genéticas para las habilidades de

detoxificación se evidencian a través de la observación de algunas drogas (exoorbitol; Bazely, 1990; flúor acetatos: Mead, 1985), son altamente heredables. Las preferencias por ciertos alimentos también son influenciadas por características hereditarias los animales que son capaces de extraer energía arriba de la media de planta específicas, debido a su mayor habilidad digestiva experimentan mayor satisfacción digestiva y forman preferencias más duraderas y fuertes para esas plantas.

La herencia de sistemas enzimáticos involucrados en la digestión está bien documentada (Velásquez y Bourges, 1984). Diferencias en la absorción de minerales (Green et al., 1989), y nutrientes (Beaver et al., 1989), durante la digestión se han relacionado a razas de animales, y por lo tanto, indican una base genética para la digestión. Comparando el importante rol de la retroalimentación digestiva en cuanto a la digestión de la dieta, no es sorprendente que algunos estudios han reportado valores de herencia significativos para patrones de dieta.

Estos datos muestran la ventaja de la raza más pequeña en zonas de escasa vegetación, la cual presenta un bocado

más pequeño, lo que resulta en una mayor limitación en el consumo de forraje, pero a la vez estos animales tendieron a consumir especies poco apetecibles.

El mejoramiento genético en el proceso de desarrollo de las diferentes razas de cabras, tuvo como objetivos desarrollar animales con aptitudes productivas (producción de leche, carne y fibra), con colores y tamaños particulares, con determinados comportamientos y con resistencia para ciertos ambientes extremos. Sin embargo, ninguno de los herbívoros domesticados ha sido seleccionado por las características de su dieta. De hecho, fuera de la comparación de las cabras de Angora con otras razas de cabras, no existen en la literatura datos sobre la dieta de diferentes razas de cabras en agostadero. Este, por lo tanto, es un estudio pionero en este campo. El presente estudio muestra marcadas diferencias en la utilización de la vegetación por las cabras Granadinas y Nubias. De las diferencias más marcadas vale la pena resaltar la mayor utilización de las arbustivas por las cabras Granadinas y la escasa utilización de gramíneas por estos animales. Las cabras Nubias, por otro lado, utilizaron en forma importante las gramíneas y herbáceas.

Dado que ambas razas de cabras pertenecían al mismo hato y eran conducidas por el pastor al agostadero, las cabras no tuvieron la oportunidad de seleccionar algún tipo de topografía o vegetación particular, por lo que las diferencias detectadas entre las razas, son el resultado principalmente del genotipo. Considerando los datos anteriores, queda de manifiesto que existen diferencias marcadas en cuanto a las estrategias alimenticias las cabras Nubias y Granadinas. Las cabras Nubias parecen hacer uso de una mayor gama de plantas en comparación con las Granadinas. Las cabras Granadinas, por otra parte, enfocan su dieta a la utilización de arbustivas y a la discriminación de las gramíneas. El hecho de que la proporción de la gobernadora fue mayor en la dieta de las cabras Granadinas, en comparación con las cabras Nubias, muestra que las cabras Granadinas están mejor adaptadas al tipo de vegetación de esta zona, donde esta arbustiva resinosa es la especie predominante. La *Larrea* presenta altos niveles de resinas, lo que hace que los herbívoros hagan poco uso de ella. Este estudio, sin embargo, muestra que esta arbustiva constituye una fuente importante de forraje para las cabras Granadinas, a pesar de que, por ser la época de lluvia, existía disponibilidad de forraje de muchas otras plantas del agostadero.

La diferencia en los hábitos alimenticios de las razas de cabras estudiadas puede derivar del origen de éstas. Las cabras Granadinas fueron introducidas a México por los españoles, durante la época colonial, por lo que estos animales tiene siglos de vivir en los ecosistemas áridos del país. Al comparar las cabras Granadinas de México (no sujetas a selección) con las cabras Granadinas de España (sujetas a selección), se observa una diferencia marcada entre estos animales. La diferencia más distintiva es la talla de los animales, siendo las Granadinas de México mucho más pequeñas que los animales de esta raza en España. La capacidad de producción de leche es mucho menor en las Granadinas de México que las españolas. Lo anterior es indicativo de que, después de varios siglos de permanencia en las zonas desérticas de México, las cabras Granadinas, a través de la selección natural, redujeron su tamaño y capacidad de producción de leche, como estrategia para la sobrevivencia en ecosistemas xéricos. La mayor utilización de las cabras Granadinas de plantas consideradas como no forrajera parece ser otra estrategia de adaptación a los ambientes de escasa vegetación.

Las cabra Nubla, por otra parte, es el resultado de cruzamientos de cabras del sur del Sahara, en África, con cabras Británicas. Estos animales, están adaptados a zonas de escasa vegetación, aunque en el presente estudio mostraron una menor utilización de especies poco apetecibles, en comparación con las cabras Granadinas.

El mayor porcentaje de lechuguilla en la dieta de las cabras Nubias, en comparación con las cabras Granadinas sugiere que las cabras Nubias mostraron mayor habilidad para evitar las defensas mecánicas de esta planta (espinas y exceso de fibra).

Estos datos muestran también que la combinación de las cabras Nubias y Granadinas resulta en una utilización más homogénea de la vegetación en el matorral parvifloro inerte porque la poca o nula utilización de gramíneas por las cabras Granadinas es compensada por el consumo de estas plantas por las cabras Nubias. Por otra parte, el elevado consumo de la gobernadora por las cabras Granadinas permite aprovechar con mayor intensidad esta fuente de forraje del agostadero, que las cabras Nubias utilizan en forma limitada.

Llama la atención la mayor utilización de arbustivas por parte de las cabras Granadinas, ya que estos animales son de menor talla que las cabras Nubias. A pesar de su limitada altura, la proporción de *Acacia farnesiana* en la dieta de las cabras Granadinas fue superior al de las Nubias, lo que indica mayor habilidad de las cabras Granadinas para obtener forraje aún de plantas arbóreas. En el Cuadro 4.2 se presentan los índices de preferencia para las cabras Granadinas y Nubias durante el periodo húmedo.

Cuadro 4.2 Efecto del genotipo (Granadina y Nubia) sobre el índice de preferencia en un matorral parvifloro inerme al final de la época de lluvia. Las cifras corresponden a medias \pm desviación estándar.

Especie	Nubia	Granadina
<i>Acacia berlandieri</i>	6.3 \pm 3.0	6.6 \pm 1.9
<i>Acacia farnesiana</i>	7.9 \pm 1.7	8.4 \pm 0.6
<i>Agave lecheguilla</i>	5.8 \pm 0.7	3.6 \pm 3.1
<i>Agave striata</i>	7.3 \pm 1.3	8.0 \pm 1.1
<i>Atriplex canescens</i>	6.6 \pm 1.4	7.1 \pm 0.4
<i>Dasylium palmeri</i>	9.5 \pm 0.1	9.3 \pm 0.2
<i>Ephedra aspera</i>	9.1 \pm 0.6	8.6 \pm 0.1
<i>Flourensia cernua</i>	6.1 \pm 1.9	7.4 \pm 1.3
<i>Larrea tridentata</i>	-2.2 \pm 3.7	-3.5 \pm 1.6
<i>Nolina cespitosa</i>	9.7 \pm 0.8	8.7 \pm 1.3
<i>Opuntia imbricata</i>	9.5 \pm 0.5	8.8 \pm 1.0
<i>Opuntia leucotricha</i>	---	7.2 \pm 0.8
<i>Opuntia leptocaulis</i>	8.7 \pm 0.2	---
<i>Opuntia rastrera</i>	9.1 \pm 0.9 ^a	7.5 \pm 0.8 ^b
<i>Parthenium incanum</i>	7.0 \pm 2.0	6.9 \pm 1.4
<i>Prosopis glandulosa</i>	4.9 \pm 1.6	4.8 \pm 1.2
<i>Quercus saltillensis</i>	3.4 \pm 1.2	---
<i>Sida abutilifolia</i>	6.8 \pm 0.7 [']	8.0 \pm 0.5
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	8.5 \pm 0.9 ^a	7.7 \pm 1.0 ^P
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	6.5 \pm 0.9	7.5 \pm 0.4
<i>Tigullia canescens</i>	9.0 \pm 0.3	8.2 \pm 1.6

P < 0.10; a, b P < 0.05; A, B P < 0.01

El índice de similaridad de la dieta entre cabras Nubias y Granadinas fue de 68.3%. La cifra anterior denota una moderada divergencia en la utilización de las plantas del apostadero por las cabras Nubias y Granadinas.

Experimento 2. Efecto de la lactancia de las cabras sobre la composición botánica y selectividad de la dieta al final de la época de lluvias, en un matorral parvifolio inerme.

Las cabras lactando presentaron un 25% más de arbustivas en sus dietas en comparación con las cabras no lactando. En general, las arbustivas presentan consistentemente un mayor contenido de proteína que los zacates, aunque las arbustivas tienen también mayor cantidad de fibra en forma consistente.

La mayor demanda de nutrientes de los animales lactantes pudiera inclinar a estos animales a buscar una mayor ingestión de proteína, vía un incremento del uso de las arbustivas. Wilson (1969) y Devendra y Burns (1970) han sugerido que el consumo de arbustivas por las cabras es de gran significancia en períodos de escasez de forraje, porque

los arbustos constituyen fuentes importantes de proteína en ambientes desérticos.

En el caso de las herbáceas, el porcentaje de éstas en las dietas de las cabras no lactantes fue superior en comparación con las cabras lactantes, pero el porcentaje de gramíneas fue significativamente más alto en la dieta de las cabras no lactando. En el caso de las arbustivas, la *Opuntia imbricata* fue 2 veces más alta en la dieta de las cabras no lactando, en comparación con las cabras lactando. El alto contenido de pared celular y celulosa de esta especie posiblemente desincentivó a las cabras lactantes a hacer uso de esta cactácea.

Dasylíron palmeri fue también significativamente más alta en las cabras no lactando, en comparación con las cabras lactando. Referente a las herbáceas, las cabras lactando hicieron un mayor uso de *Croton dioicus*, en comparación con las que no estaban lactando. Las cabras no lactando. Por otro lado, utilizaron en mayor cantidad la *Salsola iberica* en comparación con las cabras lactando. Las cabras no lactando utilizaron en mayor proporción las gramíneas en comparación con las cabras lactando, sobre saliendo la *Aristida curvifolia*,

la cual fue 12 veces más abundante en la dieta de las cabras no lactando en comparación con las cabras lactando. Van Soest (1966) ha reportado que la pared celular constituye la mayor porción de la materia seca total de los pastos. La estrategia alimenticia de las cabras lactando fue entonces el evitar las plantas con una mayor cantidad de fibra.

Los cambios en los hábitos alimenticios en los animales lactantes están bien documentados. Se conoce que los animales están equipados con mecanismos que les permiten detectar cambios en su estado interno, como consecuencia de la ingestión de alimento, y consecuentemente modifican su comportamiento alimenticio (Kyriazakis *et al.*, 1999).

Otro fenómeno que se presenta en los rumiantes lactantes es la expansión del rumen, para incrementar la tasa de intercambio de metabolitos con la sangre. Lo anterior resulta en un incremento en la eficiencia de absorción de nutrientes y en el incremento en el consumo de alimento, tanto en rumiantes domésticos (Arnold, 1975) como silvestres (Clutton *et al.*, 1982b)

Penning et al. (1991), demostraron que las ovejas con un potencial reducido de consumo voluntario, y en un balance de energía positivo, lograron similares consumos de alimentos cuando solamente pastorearon el 30% del día. Esto se debió a que los animales incrementaron su tiempo de pastoreo para compensar la baja masa de forraje en el bocado. En otro estudio de Penning *et al.* (1995), se utilizaron ovejas lactando con un alto potencial de consumo y en balance negativo de energía, las cuales pastoreaban mas de 12 horas al día. Nuevamente, estos autores encontraron que las borregas comían trébol más rápidamente que el zacate. Las borregas en el tratamiento de pasto y lactando incrementaron su tiempo de pastoreo en aproximadamente 1 hora por día, comprado con las borregas lactando que pastoreaban *Trifolium repens*. Una interpretación de estos resultado es que los animales operaban al máximo de su tiempo de pastoreo, y no fueron capaces de incrementar el tiempo de pastoreo para compensar los bajos consumos voluntarios de alimento.

En el Cuadro 4.3 se presenta el efecto de la lactancia de las cabras sobre la composición botánica de la dieta al final de la época de lluvias.

Cuadro 4.3 Efecto de la lactancia sobre la composición botánica de la dieta cabras mantenidas en un matorral parvifolio inerme durante el periodo de lluvias. Las cifras corresponden a porcentajes medias * desviación estándar.

Especie	Lactando	No lactando
<i>Acacia berlandieri</i>	3.1 ± 2.3	
<i>Acacia farnesiana</i>	4.4 ± 3.0	3.8 ± 1.2
<i>Agave lechuguilla</i>	6.2 ± 4.2	6.0 ± 5.8
<i>Agave striata</i>	1.0 ± 1.0	1.2 ± 1.2
<i>Atriplex canescens</i>	1.4 ± 1.6	1.7 ± 1.2
<i>Buddleja scordóides</i>	1.0 ± 1.1	
<i>Condalia warnorkii</i>	3.0 ± 1.7	
<i>Cowania plicata</i>	7.7 ± 3.6	3.1 ± 2.9
<i>Dalea bicolor</i>	1.9 ± 1.7	12.8 ± 0.6
<i>Dasyilirion palmen</i>	3.9 ± 1.1 ^A	5.4 ± 1.3 ^B
<i>Flourensia cernua</i>	3.5 ± 2.2	3.9 ± 1.2
<i>Larrea tridentata</i>	3.8 ± 1.1	
<i>Mimosa biuncifera</i>		1.5 ± 1.1
<i>Nolina cespitifera</i>	1.1 ± 1.3	1.8 ± 1.6
<i>Opuntia imbricata</i>	2.8 ± 0.7 ^A	5.2 ± 1.0 ^B
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.9 ± 1.0	
<i>Opuntia microdasys</i>	2.0 ± 1.3	1.0 ± 1.2
<i>Opuntia rastrera</i>	2.1 ± 1.8	1.5 ± 1.3
<i>Parthenium argentatum</i>		1.6 ± 1.5
<i>Parthenium incanum</i>	15.0 ± 4.8 ^A	1.2 ± 1.2 ⁶
<i>Prosopis glandulosa</i>	1.0 ± 0.9	1.2 ± 1.4
Total arbustivas	65.8 ± 36.4	52.9 ± 27.7
<i>Croton dioicus</i>	11.2 ± 5.5 ^A	1.8 ± 1.3 ⁸
<i>Éphedra aspera</i>	2.9 ± 0.9	
<i>Salsola iberica</i>	1.1 ± 0.6 ^A	13.0 ± 0.2 ^B
<i>Sida abutifolia</i>	2.6 ± 1.7 ^a	3.6 ± 2.9 fi
<i>Sida endilichii</i>	0.5 ± 0.7 ^a	2.3 ± 2.1 ^b
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	9.2 ± 4.8	8.2 ± 1.0
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	3.9 ± 2.3 ^o	8.4 ± 4.8 ⁸
<i>Tiquilia canescens</i>	1.4 ± 1.5 ^a	1.7 ± 1.8v
Total herbáceas	32.8 ± 18	39 ± 14.1
<i>Aristida curvifolia</i>	0.3 ± 0.2 ^a	3.7 ± 1.6fi
<i>Bouteloua curtipendula</i>		1.0 ± 1.4
<i>Bouteloua gracilis</i>	1.1 ± 1.0	3.4 ± 2.3

α, β

Total gramíneas	1.4 ± 1.2	8.1 ± 5.3
------------------------	-----------	-----------

P < 0.10; a, b P < 0.0

A, B P < 0.01

La utilización de *Larrea tridentata* por ambos grupos de cabras fue marcadamente menor con relación a la

disponibilidad de esta planta en el agostadero. Las cabras no lactando utilizaron *Flourensia cernua* en mayor proporción a su presencia en el agostadero, cosa que no ocurrió con las cabras lactando, las cuales utilizaron esta arbustiva en proporción igual a su disponibilidad en el terreno.

Las cabras no lactando presentaron mayor preferencia por *Pinus cembroides*, en comparación con las cabras no lactando. Por otro lado, las cabras lactando seleccionaron con más avidez *Buddleja scordioides*, en comparación con las cabras no lactando.

Aparte de la divergencia en algunas plantas en la dieta de las cabras lactando y no lactando, las cabras lactando consumen una mayor cantidad de forraje en comparación con las cabras no lactando. En el agostadero, esto posiblemente no sea el caso, porque las cabras lactando normalmente 'incrementan su ingestión de forraje incrementando el tiempo de pastoreo (Arnold, 1985), y lo anterior no es posible bajo los sistemas de pastoreo tradicionales de las cabras en el norte de México, donde todos los animales tienen el mismo tiempo de pastoreo. En el presente estudio los animales lactando pudieron haber modificado la masa contenida en los

bocados, ya que un animal de alta producción pueden tomar bocados más densos y gastar menos tiempo por bocado, eligiendo reducir la masticación a favor de la aprehensión (Prache, 1997). A falta de tiempo de pastoreo, las cabras lactando en el presente estudio aparentemente trataron de llenar sus requerimientos nutricionales haciendo uso de plantas poco apetecibles, como la *Larrea tridentata*, planta no utilizada por las cabras no lactantes. En otros estudios (Mellado et al., 1991) la proporción de esta especie no supera el 5% de la dieta, aún en las épocas de mayor escasez de forraje. El alto consumo de esta planta en el presente estudio, posiblemente se debió a la excesiva presión de pastoreo de las cabras (aproximadamente 1.5 Ha. por cabra), lo cual ha conducido a una marcada reducción de las especies forrajeras en esta zona.

De todas las variables estudiadas en el presente estudio, la lactancia fue la etapa fisiológica que provocó la mayor divergencia en la composición botánica de la dieta. En la época de lluvia, el índice de similaridad de la dieta entre cabras lactantes y no lactantes fue de 40.6. Lo anterior muestra que las cabras lactantes, en su afán por incrementar la ingestión de nutrientes para sostener la secreción láctea,

cambian radicalmente su selección por las plantas del agostadero.

En el Cuadro 4.4 se presenta los índices de preferencia para cabras lactando y no lactando.

Cuadro 4.4 Efecto de lactancia sobre el índice de preferencia de cabras en un matorral parvifolio inerme, durante la época húmeda. Las cifras corresponden a medias \pm desviación estándar.

Especie	Lactando	No lactando
<i>Acacia farnesiana</i>	8.5 \pm 0.6	8.6 \pm 0.8
<i>Agave lecheguilla</i>	1.3	5.5 \pm 1.3
<i>Agave Asperrima</i>	10	10
<i>Agave striata</i>	2.0 \pm 1.1	1.8 \pm 0.8
<i>Atriplex canescens</i>	2.4 \pm 1.3	1.4 \pm 0.9
<i>Buddleja scordioides</i>	9.0 \pm 0.3 ^a	8.2 \pm 0.5 ^{fi}
<i>Condalia warnorki</i>	8.7 \pm 0.2	9.0 \pm 0.1
<i>Cowania plicata</i>	7.6 \pm 1.4	8.2 \pm 0.4
<i>Dasyllirion palmen</i>	10	10
<i>Ephedra aspera</i>	8.4 \pm 0.3	8.4 \pm 0.5
<i>Flourensia cernua</i>	-0.7 \pm 0.4 ^a	7.1 \pm 0.4 ⁵
<i>Larrea tridentata</i>	-2.7 \pm 3.9	-2.5 \pm 1.9
<i>Mimosa biuncifera</i>	7.8 \pm 0.1 ^a	5.7 \pm 0.8 ⁱⁱ
<i>Opuntia imbricata</i>	9.3 \pm 0.2	9.7 \pm 0.1
<i>Opuntia leucotricha</i>	9.6 \pm 0.1	9.5 \pm 0.2
<i>Opuntia rastrera</i>	8.4 \pm 1.1	8.4 \pm 0.9
<i>Parthenium incanum</i>	8.5 \pm 0.4	8.7 \pm 0.2
<i>Pinus cembroides</i>	3.2 \pm 1.2 ^a	6.3 \pm 0.7 ⁵
<i>Prosopis glandulosa</i>	9.6 \pm 0.2	9.6 \pm 0.1
<i>Croton dioicus</i>	9.7 \pm 0.3	9.8 \pm 0.6
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	9.5 \pm 0.2	9.9 \pm 0.3
<i>Tiquilia canescens</i>	9.4 \pm 0.4	9.5 \pm 0.1
<i>Aristida curvifolia</i>	0.8 \pm .3 ^a	4.3 \pm 1.1 ^b
<i>Bouteloua curtipendula</i>		9.1

a, fi P < 0.10; a, b P < 0.05; A, B P < 0.01

Experimento 3. Efecto del estado de desarrollo de las cabras sobre la composición botánica y selectividad de la dieta, en dos épocas del año en un matorral parvifolio inerme.

En la época de lluvias las cabras en desarrollo consumieron menor cantidad de arbustivas que las cabras adultas. Esto pudo deberse a las diferencias en tamaño de los animales, lo cual implica diferencias en el tamaño del bocado, la capacidad ruminal, el desplazamiento por el agostadero y la altura de los animales. Con menor alcance para aprovechar las plantas arbustivas, se esperaba la menor ingestión de arbustivas por parte de las cabras en desarrollo. La menor capacidad para percibir la vegetación del agostadero, por estar los ojos a una menor altura en las cabras jóvenes, parece no tener importancia en la selección de la dieta, ya que la visión no parece influenciar la selectividad de la dieta, porque no existe diferencia en la calidad de la dieta de animales pastoreando en el día o en la noche (Arnold, 1966; Milne, 1991).

Una de las arbustivas más abundante en la dieta de las cabras jóvenes fue *Prosopis glandulosa* la cual fue 4 veces

más alta ($p < 0.05$) en la dieta de estas cabras en comparación con las cabras adultas. Los flavonoides, alcaloides y aminoácidos no proteicos del mesquite hacen que este forraje sea poco palatable por los herbívoros. Las cabras jóvenes, sin embargo, en su aprendizaje por seleccionar forrajes apropiados en el agostadero, hicieron un mayor uso de esta planta en comparación con las cabras adultas. El nivel de ingestión de esta planta por las cabras en desarrollo, sin embargo, no sobrepasó el nivel en el cual la retención del nitrógeno del animal se reduce 5%, (Baptista y Launchbaugh, 2001). Este nivel de ingestión del mesquite por las cabras en desarrollo se apega a los resultados de Kyriazakis y Oldham (1993) quienes encontraron que las borregas son capaces de seleccionar su dieta de acuerdo a sus requerimientos de proteína, y que evitan dietas que sobrepasen sus requerimientos de este nutriente.

Por otro lado, plantas más fibrosas como la lechuguilla fueron más abundantes en la dieta de las cabras adultas, en comparación con las cabras jóvenes. En el caso de *Parthenium incanum* su utilización fue similar entre ambos grupos de cabras y constituyó la arbustiva más abundante en la dieta de estos animales. El alto contenido de esta arbustiva

en la dieta de las cabras confirma la importancia forrajera de esta arbustiva para las cabras en el matorral parvifolio inerme (Lopez-Trujillo y García Elizondo, 1995; Mellado *et al.*, 1991, 2002). La cantidad igual de esta planta en la dieta de ambos grupos de cabras reafirma que los animales en desarrollo aprenden a evitar algunas plantas que sus madres se rehusan a consumir, pero consumen especies que sus madres consumen rutinariamente (Mirza y Provenza, 1990, 1994).

Los hatos de caprinos manejados extensivamente viven en grupos multi-generacionales, en los cuales la información alimenticia puede ser fácilmente transmitida de animales experimentados a animales no experimentados. Los cabritos, por lo tanto, no requieren de un conocimiento alimenticio al nacimiento, sino que éste lo adquieren de la madre, aún antes del nacimiento. La leche de las cabras puede ser también otra fuente de información para los cabritos. Nolte y Provenza (1992) observaron que corderos huérfanos alimentados con leche con sabor a cebolla, prefirieron alimentos con sabor a cebolla en etapas más avanzadas de desarrollo corporal. Asimismo, Los animales jóvenes, sin embargo, deciden sobre que forrajes consumir de acuerdo a su propia experiencia. Los corderos evitan consumir plantas que previamente les hayan

causado toxicosis, aún cuando las madres consuman estas plantas (Provenza *et al.*, 1993).

El porcentaje de herbáceas en la época de lluvia fue muy similar entre las cabras jóvenes y adultas. Una de las herbáceas que sobresalió en la dieta de las cabras jóvenes fue *Sphaeralcea angustifolia*, cuya proporción fue 3 veces más alta que la dieta de las cabras jóvenes en comparación con las cabras adultas.

Las cabras jóvenes presentaron una mayor proporción de gramíneas durante el periodo de lluvias en comparación con las cabras adultas. Durante el periodo de sequía el porcentaje de arbustivas en la dieta de cabras jóvenes y adultas fue muy similar sobrepasando el 80%. En esta época, las cabras adultas utilizaron 5 veces más el mezquite que las cabras jóvenes. Las cabras adultas también utilizaron 4 veces más el *Opuntia rastrera* en comparación con las cabras jóvenes. La *Opuntia leptocaulis* fue también más utilizada por las cabras adultas en la época de sequía, en comparación con las cabras jóvenes. *Larrea tridentata* tendió a presentarse en mayor proporción en la dieta de cabra adultas en comparación con las cabras jóvenes. Referente a esta planta resinosa e

impalatable, el instinto de evitarla puede tener un valor significativo en cuanto a la sobrevivencia, por que muchas toxinas de las plantas poseen un sabor amargo (García y Hankins, 1975). Los herbívoros, sin embargo, no son generalmente inhibidos por los sabores amargos (Nolte *et al.*, 1994), y una alta preferencia puede ser observada hacia alimentos amargos, cuando la ingestión de estos es seguida por una consecuencia gastrointestinal positiva (Molyneaux y Ralphs, 1992). Se piensa que las preferencias por los sabores que se heredan juegan un papel muy limitado en la selección de la dieta de los herbívoros en el agostadero.

La mayor cantidad de gobernadora en la dieta de las cabras adultas en la época de sequía pudiera deberse a una habilidad superior para destoxificar o tolerar las fitotoxinas- de esta planta. Por estar expuestos a esta planta por un mayor tiempo, los animales adultos pudieran experimentar menos reacciones negativas en el aparato digestivos que los animales jóvenes, menos adaptados, cuando la toxina fue

consumida. La palatabilidad de la gobernadora, consecuentemente, sería mayor para los animales tolerantes, porque experimentan menores malestares digestivos (Du Toit *et al.*, 1991; Launchbaugh y Provenza, 1994). En un estudio

de Pritz *et al.* (1997), se determinó el consumo de *Juniperus pinchotii* por cabras Hispánicas y de Angora que nunca habían consumido esta planta. La primera vez que estas cabras recibieron este alimento, no existió diferencia entre razas en cuanto a la cantidad de alimento consumida. Sin embargo, en el segundo día de la prueba, las cabras Hispánicas comieron más juníperos que las cabras de Angora. Estos autores hipotetizaron que las cabras de Angora padecieron mayores malestares gastrointestinales que las cabras hispánicas, por lo que mostraron una mayor aversión hacia esta planta. Esta hipótesis fue corroborada al analizar algunas enzimas de la sangre, lo cual indicó que las cabras de Angora padecían de un mayor daño el hígado en comparación con las cabras Hispánicas.

Es común en los animales el incremento en el consumo de alimentos de baja calidad a medida que se acostumbran a ellos. Esto ha sido observado en cabras comiendo juníperos (Pritz *et al.*, 1997), bovino comiendo mesquite (Launchbaugh, 1996), y borregas comiendo *Artemisia tridentata* (Kyriazakis, *et al.*, 1997).

Sorpresivamente, las cabras jóvenes consumieron el doble de huizache en comparación con las cabras adultas. Mayores consumos de ciertas arbustivas por cabritos Angora, en comparación con cabras adultas, han sido también reportados por Richman y Jonson (1995). El huizache es una de las acacias del desierto Chihuahuense con menor cantidad de taninos y de mayor contenido de nutrientes (Ramírez et al., 1999). Pareciera entonces que las cabras jóvenes buscaron forrajes con altos niveles de nitrógeno para llenar sus requerimientos de proteína para el crecimiento. Existe diferentes conclusiones referentes a la importancia del nitrógeno en la selección de la dieta. Algunos autores sostienen que los herbívoros maximizan la tasa de ingestión de nitrógeno (Kyriazakis y Oldhman, 1993; Cooper y Kyriazakis, 1994), mientras que otros autores sostienen que los herbívoros maximizan el consumo de energía (Wilmshurst et al., 1995) o simplemente que la selección de la dieta no esta influenciada por el contenido de proteína del alimento (Coppock et al., 1974). Otros autores han concluido que las borregas pueden discriminar entre forrajes que difieren el nitrógeno y fibra, pero no pueden modificar su comportamiento de pastoreo con relación a los niveles de proteína suplementada antes de pastorear (Duncan et al., 1994a). Esta

disparidad puede ocurrir porque el nitrógeno es solamente uno e los signos post ingestivos que afectan la preferencia por las diferentes plantas (MackRae y Loble, 1998; Villalba y Provenza, 1996, 1997a), y debido también a las diferencias en el estado fisiológico del animal.

El porcentaje de herbáceas en la dieta de las cabras adultas y jóvenes fue muy similar en la época de sequía, observándose la misma tendencia en el porcentaje de gramíneas.

En general, en la época de sequía las cabras jóvenes seleccionaron una dieta más diversa que las cabras adultas. Lo anterior concuerda con datos de Richman y Johnson (1995) quienes también observaron una mayor diversidad de la dieta de cabritos Angora, en comparación con animales adultos de la misma raza.

En el presente estudio las cabras eran conducidas al agostadero en grupo, por lo que no se les dio oportunidad a los animales a disgregarse y escoger diferentes sitios del pastizal. Con lo anterior se controló el efecto del cuidado materno y desplazamiento de los animales, debido a la

presencia del cabrito o a la edad de los animales. En bovinos estos efectos son marcados.

Se ha observado que los novillos y novillonas de 1 año o las vacas secas (sin becerros) utilizan el agostadero más uniformemente que las vacas con becerros (Bell, 1971). La presencia del becerro aparentemente limita los movimientos de la vaca y este efecto es más pronunciado cuando el becerro es pequeño. Las vacas con becerros más grandes suben a lugares más escarpados que las vacas con becerros jóvenes (Bailey *et al.*, 1998). Las vacas secas pastorean en terrenos más accidentados en la temporada posterior al destete pero no después. Sin embargo, Bryant (1982) reportó que las vacas utilizaron el agostadero más uniformemente que los animales de 1 año. Esta aparente inconsistencia puede ser resultados de experiencias previas (Vallentine, 1990). Bailey (1999), observó que las vaquillas primerizas utilizan con mayor frecuencia los lugares de poca elevación en comparación con las vacas adultas con sus becerros.

Algunos investigadores han reportado que las dietas de s becerros puede diferir en la calidad nutricional cuando se compara con animales adultos, aunque esta diferencia varía

con las condiciones del forraje (Ledu y Baker, 1981), Ferrar y Petit (1995a), reportaron que becerros de 7 meses presentaron mayor nitrógeno fecal que becerras de 18 meses y vacas adultas. Esto ocurrió independientemente de la altura de una pradera de orchardgrass. Estos datos sugieren que los becerros consumen bocados más pequeños, lo cual resulta en dietas que consisten de más hojas con alto contenido proteico en comparación con animales más grandes. En el Cuadro 4.5 se presenta el efecto del desarrollo de las cabras (adultas en comparación con los animales en crecimiento) sobre la composición botánica de la dieta, en 2 épocas del año.

Al igual que en experimentos anteriores, *Larrea tridentata* fue utilizada en una menor proporción a su disponibilidad en el agostadero. *Croton dioicus* y *Tiquília canescens* fueron herbáceas utilizadas en mayor proporción a su disponibilidad en el agostadero por ambos grupos de animales.

La explicación más simple de la preferencia por las diferentes especies del agostadero es que los animales nacen prefiriendo alimentos que son nutritivos y evitando alimentos que son tóxicos.

Cuadro 4.5 Efecto del estado de desarrollo de las cabras sobre la composición botánica de la dieta, en dos épocas del año en un matorral parvifolio inerme. Las cifras corresponden a porcentajes (medias \pm desviación estándar).

Especie	Epoca de lluvias		Epoca de sequía	
	Adultas	En crecimiento	Adultas	En crecimiento
<i>Acacia berlandieri</i>	3.1 \pm 2.3	1.3 \pm 1.4		1.3 \pm 1.0
<i>Acacia famesiana</i>	4.4 \pm 3.0	5.7 \pm 2.6	3.5 \pm 3.2	7.0 \pm 2.7
<i>Agave asperima</i>			1.7 \pm 1.9	2.1 \pm 2.4
<i>Agave lechuguilla</i>	6.2 \pm 4.2 ^a	2.6 \pm 1.7 fi	0.5 \pm 0.4	
<i>Agave striata</i>	1.0 \pm 1.0'	3.7 \pm 2.7 fi		2.8 \pm 2.5
<i>Atriplex canescens</i>	1.4 \pm 1.6	2.7 \pm 1.8	0.9 \pm 1.7	1.1 \pm 1.7
<i>Buddleja scordioides</i>	1.0 \pm 1.1		4.8 \pm 2.5	7.6 \pm 4.4
<i>Condalia wamorkii</i>	3.0 \pm 1.7	0.4 \pm 0.9	11.2 \pm 3.7	11.5 \pm 1.9
<i>Cowania plicata</i>	7.7 \pm 3.6	6.2 \pm 3.1	5.7 \pm 3.8	4.3 \pm 5.1
<i>Dalea bicolor</i>	1.9 \pm 1.7		0.7 \pm 0.6	1.0 \pm 1.9
<i>Dasylinon palmeri</i>	3.9 \pm 1.1	3.1 \pm 3.0	1.7 \pm 1.7	
<i>Ephedra aspera</i>	2.9 \pm 0.9	1.8 \pm 1.9		
<i>Flourensia cernua</i>	3.5 \pm 2.2	1.9 \pm 1.9		
<i>Kochia scoparia</i>				0.9 \pm 1.3
<i>Larrea tridentata</i>	3.8 \pm 1.1	4.3 \pm 1.6	7.8 \pm 3.0 ^a	4.5 \pm 2.9 fi
<i>Mimosa biuncifera</i>		1.8 \pm 1.4	0.8 \pm 1.2	2.3 \pm 2.9
<i>Nolina cespitifera</i>	1.1 \pm 1.3			1.3 \pm 1.8
<i>Opuntia imbricata</i>	2.8 \pm 0.7		4.4 \pm 4.5	4.8 \pm 4.7
<i>Opuntia leucotricha</i>			2.2 \pm 2.9	1.9 \pm 2.1
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.9 \pm 1.0	0.5 \pm 0.5	4.5 \pm 4.7 ^a	0.5 \pm 0.8 fi
<i>Opuntia rastrera</i>	2.1 \pm 1.8	1.6 \pm 1.5	4.1 \pm 3.2 ^a	0.1 \pm 0.1
<i>Parthenium argentatum</i>		1.7 \pm 1.5		1.4 \pm 1.9
<i>Parthenium incanum</i>	15.1 \pm 4.8	15.3 \pm 3.4	17.7 \pm 4.0	13.7 \pm 5.6
<i>Pinus cembroides</i>			1.4 \pm 1.9	6.5 \pm 5.2
<i>Prosopis glandulosa</i>	1.0 \pm 0.9 ^A	4.0 \pm 1.6 ¹³	7.1 \pm 4.5'	1.3 \pm 1.7
<i>Quercus saltillensis</i>			4.5 \pm 3.1	4.7 \pm 4.3
Total arbustivas	69.1 \pm 37.3	58.6 \pm 32.5	85.2 \pm 52.5	82.8 \pm 59.8
<i>Croton dioicus</i>	11.2 \pm 5.5	7.5 \pm 1.3	6.6 \pm 4.7	4.5 \pm 3.1
<i>Sida abutilifolia</i>	3.7 \pm 1.7	3.6 \pm 2.3	0.3 \pm 0.4	1.4 \pm 1.6
<i>Sida endilichii</i>	1.8 \pm 0.7	2.7 \pm 0.5	0.2 \pm 0.3	
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	9.2 \pm 4.8	8.9 \pm 3.1		
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	3.9 \pm 2.3 ^A	11.6 \pm 4.4 ⁸	2.3 \pm 2.1	2.3 \pm 2.0
Total herbáceas	29.8 \pm 15.6	37.3 \pm 11.6	11.5 \pm 9.8	12.2 \pm 10.6
<i>B. curtispindula</i>		1.0 \pm 1.2	1.4 \pm 1.7	3.5 \pm 2.8
<i>Bouteloua gracilis</i>	1.1 \pm 1.0	2.1 \pm 1.3	1.9 \pm 1.1	1.4 \pm 1.2
	1.1 \pm 1.0	4.1 \pm 4.7	3.3 \pm 3.8	5.0 \pm 4.1

α, β P < 0.10; a, b P < 0.05; A, B P < 0.01

Específicamente, los animales pueden tener percepciones innatas de palatabilidad por plantas específicas, o por atributos específicos de las plantas, como el contenido de azúcar, densidad energética o textura (Owen, 1992). Esta explicación conocida como edifagia, esta basada en la idea de que los animales que prefieren el sabor de alimentos nutritivos, crecen adecuadamente y se reproducen. A través de la selección natural, los alimentos nutritivos se vuelven placenteros y los tóxicos o de baja calidad se vuelven ofensivos. Una consecuencia importante de esta explicación es que la preferencia de la dieta es heredada y no influenciada por experiencia previa. Sin embargo, este patrón de comportamiento se observa raramente en los mamíferos herbívoros.

La preferencia por un nutriente en particular depende de los requerimientos nutricionales (Booth, 1991), las preferencias se incrementan cuando los nutrientes disminuye las necesidades nutricionales y disminuyen cuando satisfacen las necesidades (Provenza, 1995). Por lo tanto, la importancia del nitrógeno en la preferencia de las dietas depende de la condición fisiológica del animal. El estatus de proteína afecta el consumo de forrajes con un bajo contenido de proteína

(Egan 1970, 1980), y la sección de las comidas por las borregas (Cooper y Kyriazakis, 1994; Kyriazakis y Oldham 1993).

Con frecuencia la composición química de las plantas se ha correlacionada con la selección de la dieta, como una forma de entender la preferencia de los rumiantes (Duncan *et al.*, 1994b; Willshurst *et al.*, 1995). El hecho de que la correlación no implica que exista una causa (Rosemburg, 1981), es imposible utilizar esta metodología para evaluar la importancia de nutrientes aislados (proteína sobre la preferencia de la comida).

Illius y Gordon (1999), probaron si la preferencia de las cabras por 5 pastos distintos se debía a diferencias en la tasa de consumo de las diferentes especies ofrecidas. Cuando los animales tuvieron la oportunidad de escoger cualquiera de las especies las cabras seleccionaron las dietas que tendían a maximizar el consumo de alimento.

Las cabras aparentemente fueron insensitivas a la digestibilidad de las dietas ya que las especies con el mayor contenido de fibra, y consecuentemente la menor digestibilidad presentaron los consumos más elevados.

Las especies leñosas presentan como medio de defensas contra los herbívoros diversas sustancias químicas (Bryant *et al.*, 1991).

Los fitoquímicos se pueden combinar con otros factores bióticos y abióticos para influenciar la expansión de las arbustivas, de tal forma que los compuestos químicos de las plantas pueden estar involucrados en la dominancia de los arbustos y la desertificación. Los compuestos antiherbívoros en la planta leñosas perennes son principalmente terpenoides y fenoles (Meyer y Karasof, 1991).

Los rumiantes se enfrentan a un dilema, por un lado deben escoger una dieta rica en nutrientes que les permita crecer y alcanzar la pubertad tan pronto como sea posible, pero por otro lado, la dieta debe mantener las condiciones estables del rumen.

Sin embargo, tal vez, parte de los objetivos de los rumiantes, de lograr consumos de energías satisfactorios bajo condiciones de pastoreo, depende grandemente del mantenimiento del rumen.

Los alimentos concentrados se digieren en grandes proporciones y consecuentemente cada comida es seguida por un incremento en la concentración de ácidos volátiles, lo cual causa disturbios en el ambiente ruminal. Si se les da la oportunidad de escoger entre concentrado y forrajes, las borregas consumen grandes cantidades de forrajes a pesar de que éste es menos nutritivo y requiere mayor tiempo para cosecharlo, masticarlo y digerirlo, en comparación con el concentrado.

Por ejemplo, a pesar de que las vacas lecheras consumen una mayor cantidad de materia seca y producen más leche cuando se les da ensilaje finamente picado, comparado con ensilaje de mediano o gran tamaño hecho del mismo zacate (Castle *et al.*, 1979), cuando se les dio a libre acceso los animales consumieron mayores cantidades de ensilaje menos molido

Igualmente, Cooper *et al.* (1994) y Cooper y Kyriazakis (1993), observaron que las borregas en crecimiento consumían aproximadamente 20% de su consumo de forraje no picado (alimento de baja densidad de nutrientes, cuando los animales tenían acceso más concentrado).

El comportamiento de las ovejas en praderas de ryegrass y trébol también parece dirigirse a prevenir una ingestión excesiva de carbohidratos y proteínas rápidamente fermentables (Newman *et al.*, 1992; Parsons *et al.*, 1994).

Los autores anteriores observaron que la dieta de estas borregas no consistía de trébol, a pesar de que estas plantas les darían una mayor cantidad de nutrientes por unidad de esfuerzo de cosecha. Estas tácticas se pueden ver como una estrategia de alimentación del animal en la cual le permite el animal obtener adecuado nutrientes y mantener el funcionamiento adecuado del rumen, con lo que se logran los objetivos a largo plazo.

Cabe mencionar de la consideración que debe hacerse respecto a la posible palatabilidad de las especies de plantas existentes en el pastizal.

En el presente experimento las cabras adultas y en crecimiento mostraron igual preferencia (Cuadro 4.6) por la mayor parte de las especies forrajeras presentes en el agostadero.

adro 4.6 Efecto de la etapa de crecimiento sobre el índice de preferencia de cabras en un matorral parvifolio inerme en la época de lluvia. Las cifras corresponden a medias \pm desviación estándar.

•1-4> Especie	Época de lluvia		Época de sequía	
	Crecimiento	Adultas	Crecimiento	Adultas
<i>Acacia berlandieri</i>	3.0 \pm 4.2	3.2 \pm 4.4		
<i>Acacia farnesiana</i>	7.6 \pm 1.4	8.1 \pm 1.3	8.7 \pm 0.4	8.8 \pm 0.4
<i>Agave lechuguilla</i>	5.5 \pm 1.3	5.5 \pm 1.3	6.6 \pm 0.4 ^a	1.1 \pm 0.2 ^b
<i>Agave striata</i>	7.0 \pm 2.5 ^a	2.9 \pm 4.0 ^b		8.8
<i>Atriplex canescens</i>	6.0 \pm 1.9	6.6 \pm 1.1	6.8 \pm 0.6	6.4 \pm 0.9
<i>Buddleja scordioides</i>	5.9 \pm 3.4	5.1 \pm 3.1	8.9 \pm 0.1	8.2 \pm 0.4
<i>Condalia warnorki</i>	3.02 \pm 1.3	1.2 \pm 0.3	9.7 \pm 0.3	9.4 \pm 0.2
<i>Cowania plicata</i>	7.2 \pm 0.7	7.8 \pm 1.2	8.5 \pm 0.5	7.9 \pm 0.6
<i>Croton dioicus</i>	9.6 \pm 0.1	9.4 \pm .23	7.6 \pm 0.9	6.3 \pm 0.7
<i>Dasyliion palmerii</i>	9.5 \pm 0.13	9.5 \pm 0.8	8.3 \pm 1.1	
<i>Flourensia cernua</i>	2.8 \pm 0.2	1.2 \pm 0.6		
<i>Larrea tridentata</i>	-4.1 \pm 2.2	-3.5 \pm 1.0	-0.8 \pm 1.8 ^a	-3.4 \pm 1.9(3
<i>Mimosa biuncifera</i>		3.2 \pm 0.8	2.4. \pm 0.4	4.2 \pm 0.4
<i>Nolina cespitifera</i>	2.4 \pm 3.4	4.2 \pm 3.0		
<i>Opuntia imbricata</i>	9.1 \pm 0.3		8.7 \pm 1.3	8.3 \pm 1.2
<i>Opuntia leucotricha</i>		---	1.2 \pm 0.2	3.2 \pm 0.4
<i>Opuntia leptocaulis</i>	7.6 \pm 1.6	8.9 \pm 0.5		
<i>Opuntia rastrera</i>	7.1 \pm 0.9	8.4 \pm 0.07	8.7 \pm 0.7	8.4 \pm 0.9
<i>Parthenium incanum</i>	8.1 \pm 0.7	6.8 \pm 1.8	7.3 \pm 2.9	8.7 \pm 0.2
<i>Prosopis glandulosa</i>	-0.9 \pm 0.7 ^a	3.1 \pm 6.2 ^b	9.6 \pm 0.7	9.6 \pm 0.1
<i>Sida abutifolia</i>	7.5 \pm 1.5	6.8 \pm 0.7		
<i>Sida endelichii</i>	6.3 \pm 0.4	---		
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	7.5 \pm 1.1	8.2 \pm 0.9		
<i>Sphaeralcea angustifoliE</i>	7.5 \pm 0.7	5.3 \pm 3.4	8.3 \pm 3.1	9.1 \pm 1.4
<i>Bouteloua curtipendula</i>		3.5 \pm 0.8	4.5 \pm 1.0	5.3 \pm 1.2
<i>Bouteloua gracilis</i>	9.8 \pm 0.3	8.7 \pm 1.4	2.4 \pm 0.3	3.4 \pm 0.7

Atji P<0.10; a,b P <0.05; A,B P < 0.01

El índice de similaridad de las dietas de las cabras dultas y en desarrollo fue de 97.9 en la época de lluvias. Lo 'Interior denota que las cabras jóvenes, en su proceso de 11prendizaje en el consumo de forrajes del agostadero, tienden 't imitar cercanamente a sus madres, en cuanto a las plantas utilizadas en sus dietas. Con mayor escasez de forraje en el

agostadero (época de sequía), la divergencia en las dietas de cabras en desarrollo y adultas se acentuó (Índice de similaridad de 70.2).

Experimento 4. Efecto de la gestación sobre la composición botánica de la dieta de cabras en un matorral parvifolio inerme

El porcentaje de arbustivas en la dieta de las cabras "vacías" fue 1.5 veces mayor que las cabras preñadas. La arbustiva que contribuyó en mayor proporción a la dieta de las cabras no preñadas fue *Parthenium incanum*, la cual fue 11 veces más abundante en las cabras sin gestación, en comparación con las cabras gestantes. La importancia de esta arbustiva en la dieta de las cabras en el matorral parvifolio inerme ha sido documentada en otros estudios en las zonas áridas de México (Mellado et al., 1991; 2002).

Otras arbustivas que se presentaron en mayor proporción en la dieta de las cabras no preñadas fueron *Opuntia leptocaulis*, *Atriplex canescens* y *Cowania plicata*. Por otro lado, el porcentaje de *Dasyllirion palmeri* fue 2 veces más alto en la dieta de las cabras preñadas, en comparación con las cabras no preñadas.

Las cabras preñadas hicieron un mayor uso de herbáceas 53 veces más) en comparación con las cabras no preñadas. Las herbáceas que destacaron en la dieta de las cabras preñadas fueron *Sphaera/cea endeli*, *Sida abutifolia* y *Ephedra aspara*. El porcentaje de *Croton dioicus* fue 5 veces mayor en la dieta de las cabras no preñadas en comparación con las cabras preñadas. Es conveniente resaltar el hecho de que las cabras no preñadas prácticamente no utilizaron las gramíneas, mientras que esta categoría de plantas constituyó el 8% de la dieta de las cabras preñadas. La mayor proporción de gramíneas en la dieta de las cabras preñadas, en comparación con las cabras "vacías" merece discusión. Considerando los mayores requerimientos de energía y proteína de los animales gestantes, se esperaría una menor utilización de las gramíneas por parte de las cabras preñadas, debido a que estas plantas, en el desierto Chihuahuense, son relativamente bajas en proteína (Fraps y Cory, 1940). Pudiera ser que las cabras preñadas utilizaron sólo los rebrotes de los pastos y esta forma obtuvieron forraje de una mayor calidad. Stdahmed *et al.* (1981) encontraron una asociación positiva entre la digestibilidad de la materia seca y el porcentaje de herbáceas y gramíneas en la dieta de las cabras. La mayor ingestión de pastos y gramíneas por parte de las

preñadas pudiera entonces ser una estrategia para incrementar la ingestión de energía digestible, para llenar las Crecientes demandas de energía derivadas del crecimiento fetal.

No se conoce si el peso de los fetos y fluidos placentarios tienen influencia sobre el desplazamiento de las cabras en el agostadero. En el presente estudio las cabras tenían más de 100 días de preñez, y esta circunstancia pudo limitar el movimiento de las cabras en su búsqueda por el forraje.

Además, las cabras son herbívoros oportunistas (Lu, 1988; Genin y Pijoan, 1993), los cuales presentan cambios en SU canal digestivo como una forma de adaptación a las condiciones nutricionales (Hofmann, 1989).

Las cabras gestantes en el presente estudio seguramente presentaron, como el resto de los mamíferos, una reducción en el consumo de alimento al final de la gestación, por la competencia por espacio entre el útero y canal digestivo (Forbes, 1983). La reducción en el tiempo dedicado a consumir alimento en el agostadero por las cabras

preñadas ha sido recientemente documentado por Akingbade *et al.* (2002).

El aparente menor consumo de alimento pudo forzar a las cabras gestantes a consumir rebrotes tiernos de gramíneas y una mayor cantidad de herbáceas.

Estos resultados muestran una clara divergencia en la dieta de las cabras como resultado de la gestación. La estrategia alimenticia de las cabras gestantes se caracterizó por una mayor diversidad en los consituyentes de la dieta, donde las herbáceas y gramíneas fueron utilizadas en cantidades sobresalientes.

En el Cuadro 4.7 se muestra la composición botánica de la dieta de cabras multíparas gestantes o "vacías", al final del eriodo de lluvias en un matorral parvifolio inerme.

Las cabras en el presente estudio presentaban una gestación de alrededor de los 4 meses, lo que implicaba un incremento de 25% en sus requerimientos nutricionales. La mayor diversidad de la dieta en las cabras gestantes posiblemente reflejó una estrategia de maximización del

consumo de forraje, como se ha demostrado en otros estudios Con caprinos (Illius y Gordon 1999).

Cuadro 4.7 Composición botánica de la dieta de cabras en pastoreo en un matorral parvifolio inerme, en función de preñez, durante la época de humedad (octubre 2000) en el Ejido Jaguey de Ferniza, Municipio Saltillo, Coahuila. Las cifras corresponden a medias \pm desviación estándar.

Especie	No preñadas	Preñadas
<i>Acacia farnesiana</i>	4.1 \pm 3.1	3.8 \pm 1.2
<i>Agave lechuguilla</i>	4.3 \pm 4.0	6.0 \pm 5.8
<i>Agave striata</i>	2.2 \pm 2.1	1.2 \pm 1.2
<i>Atriplex canescens</i>	7.1 \pm 1.8 ^a	1.7 \pm 1.2 ^b
<i>Condalia warnorkii</i>	1.5 \pm 1.6	
<i>Cowania plicata</i>	7.7 \pm 4.4	3.1 \pm 2.9
<i>Dasylirion palmeri</i>	5.7 \pm 1.2 ^a	12.8 \pm 8.6 ^b
<i>Larrea tridentata</i>	4.2 \pm 2.3	
<i>Mimosa biuncifera</i>	1.7 \pm 1.1	1.5 \pm 1.1
<i>Nolina cespitifera</i>	1.4 \pm 1.4	1.8 \pm 1.6
<i>Opuntia imbricata</i>	3.2 \pm 1.2	5.2 \pm 1.0
<i>Opuntia leucotricha</i>	2.0 \pm 1.3	
<i>Opuntia leptocaulis</i>	4.0 \pm 3.2	1.0 \pm 1.2
<i>Opuntia rastrera</i>		1.5 \pm 1.3
<i>Parthenium argentatum</i>	-	1.6 \pm 1.5
<i>Parthenium incanum</i>	13.2 \pm 4.9	1.2 \pm 1.2
<i>Prosopis glandulosa</i>	3.0 \pm 2.3	1.2 \pm 1.4
Total arbustivas	65.3 \pm 38.9 ^A	43.6 \pm 31.2 ^B
<i>Croton dioicus</i>	9.7 \pm 2.4	10.2 \pm 1.3
<i>Ephedra aspera</i>	3.6 \pm 0.8	7.1 \pm 3.3
<i>Kochia scoparia</i>	2.4 \pm 1.7	3.9 \pm 1.2
<i>Sida abutilifolia</i>	2.1 \pm 1.5 ^a	13.0 \pm 5.2 ^b
<i>Sida endelichil</i>	\pm	3.6 \pm 2.9
<i>Sol. elaeagnifolium</i>	6.1 \pm 1.8	2.3 \pm 2.1
<i>Sph. Angustifolia</i>	10.0 \pm 2.9	8.2 \pm 1.0
Total herbáceas	34.7 \pm 12.1 ^a	46.6 \pm 21.8 ^b
<i>Aristida curvifolia</i>		3.7 \pm 1.6
<i>Bouteloua curtipendula</i>		1.0 \pm 1.4
<i>Bouteloua gracilis</i>		3.4 \pm 2.3
Total gramíneas		8.1 \pm 5.3

c113 P<0.10; a,b P<0.05; A,B P<0.01; NS= P>0.10

Los autores anteriores sostienen que los herbívoros, en SU. gran mayoría, tienen una tendencia a maximizar su consumo de alimento, esto es, que en lugar de expresar ciertas preferencias específicas por ciertas plantas existentex en el pastizal.

La hipótesis anterior no es enteramente respaldada por los datos del presente estudio, pues algunas especies mostraron diferencias en cuanto a su selectividad de las cabras según su estado de gravidez (Cuadro 4.8).

Si bien tanto las cabras preñadas como no preñadas evitaron el consumo de *Larrea tridentata*, sin embargo, las cabras preñadas se observó que estas mostraron un mayor rechazo hacia esta planta. De las especies de plantas existentes en el pastizal las plantas que fueron más apetecidas por ambos grupos de animales en pastoreo fueron *Croton dioicus* y *Cucurbita foetidissima*.

A pesar de la divergencia mostrada entre las cabras gestantes y no gestantes en cuanto a la selección de la dieta, el índice de similaridad entre estos grupos de cabras fue alto (85.3). Lo anterior indica que se requieren estados

fisiológicos más demandantes de energía, como la lactancia, para que se presente una mayor divergencia en la elección de las especies forrajeras del agostadero.

0,4J adro 4.8 Índice de preferencia de cabras gestantes o no gestantes mantenidas en matorral parvifolio inerme, durante la época de humedad en Octubre del 2000 en el ejido Jaguey de Ferniza, Municipio de Saltillo, Coah. Las cifras corresponden a medias \pm desviación estándar.

Especie	No Preñadas	Preñadas	Significancia
<i>Acacia berlandieri</i>	8.0 \pm 0.6	7.1 \pm 1.7	NS
<i>Acacia famesiana</i>	8.1 \pm 1.3	7.9 \pm 0.6	NS
<i>Agave lechuguilla</i>	4.6 \pm 2.5	5.6 \pm 0.5	NS
<i>Agave striata</i>	7.3 \pm 0.9	8.2 \pm 0.6	NS
<i>Atriplex canescens</i>	6.7 \pm 1.1	6.5 \pm 0.3	NS
<i>Condalia wamorki</i>	5.4 \pm 0.2		NS
<i>Cowania plicata</i>	7.8 \pm 1.2	7.8 \pm 0.6	NS
<i>Dasyllirion palmerii</i>	9.5 \pm 0.01	9.3 \pm 0.2	NS
<i>Ephedra aspera</i>	9.1 \pm 0.6	8.8 \pm 0.3	NS
<i>Flourensia cernua</i>	6.1 \pm 0.3	5.7 \pm 0.9	NS
<i>arrea tridentata</i>	-2.4 \pm 2.9		
<i>Nolina cespitifera</i>	9.8 \pm 0.3	9.8 \pm 0.3	NS
<i>Opuntia imbricata</i>	8.7 \pm 0.4	9.1 \pm 0.3	NS
<i>Opuntia leptocaulis</i>	8.9 \pm 0.7	7.8 \pm 0.8	
<i>Opuntia rastrera</i>		7.7 \pm 0.9	NS
<i>Parthenium incanum</i>	6.8 \pm 1.8	7.2 \pm 1.1	NS
<i>Prosopis glandulosa</i>	5.2 \pm 1.4	5.8 \pm 1.6	NS
<i>Croton dioicus</i>	9.5 \pm 0.2	9.4 \pm 0.3	NS
<i>Cucurbita foetidissima</i>	9.8 \pm 0.3	9.9 \pm 0.2	NS
<i>Sida abutilifolia</i>	6.8 \pm 0.7	8.2 \pm 0.5	
<i>Sida endelichii</i>	---	8.6 \pm 0.3	
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	8.2 \pm 0.9	6.2 \pm 0.7	NS
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	7.0 \pm 0.8	7.0 \pm 0.8	NS
<i>Tiquilia canescens</i>	9.0 \pm 0.9	8.5 \pm 1.4	NS
<i>Vlristida curvifolia</i>		9.2 \pm 0.2	NS

P<0.10; a, b P<0.05; A B P<0.01; NS= P>0.10

Experimento 5. Efecto de la altura de las cabras sobre la composición botánica y selectividad de la dieta de estos animales, en un matorral parvifolio inerme

El porcentaje de arbustivas fue significativamente más elevado ($p < 0.05$) en la dieta de las cabras multíparas de más de 77 cm de altura a la cruz, que en la de estatura mediana. Sin embargo, en la época de sequía, cuando las cabras se ven forzadas a consumir una mayor proporción de arbustivas en esta área, la cantidad de arbustivas fue similar entre las cabras altas y de mediana estatura.

Los datos anteriores sugieren que, con abundancia de forraje, las cabras de mayor altura aprovechan este rasgo para hacer uso del follaje de las plantas más altas del agostadero. Lo anterior lo demuestra la mayor ($p < 0,10$) utilización de *Cowania plicata* por parte de las cabras altas, en comparación con las cabras medianas, esto en la época de lluvia.

Datos de Muhikambele *et al.* (1998) muestran una alta correlación ($r^2 = 0.80$) entre diferentes partes del cuerpo (longitud del cuerpo, cuello y cabeza, además de la altura a la

cruz) con el alcance por la comida de las cabras. Estos autores señalan que, para propósitos prácticos, el peso de las cabras es un predictor satisfactorio del alcance de las cabras por el alimento.

Lo anterior sustenta la mayor utilización de arbustivas de porte alto, durante la época de lluvia, por las cabras altas.

Las cabras de mediana estatura parecieron concentrarse en las arbustivas de porte bajo en la época de humedad. Por ejemplo, el porcentaje de *Opuntia imbricata* fue 4 veces mayor en la dieta de las cabras medianas en comparación con las cabras altas, y la lechuguilla fue 5 veces más abundante en la dieta de las cabras de mediana estatura, en comparación con las cabras más altas.

La menor estatura de las cabras parece influenciar también el contenido de gramíneas de la dieta de estos animales en la época de crecimiento activo de los zacates. Lo anterior se sustenta en el hecho de que, en la época de lluvia, la proporción de gramíneas fue significativamente mayor ($p < 0.05$) en las cabras medianas en comparación con las cabras altas.

Estudios teóricos de Illius y Gordon (1987) indican que el tamaño corporal puede influenciar la habilidad del animal para cosechar forrajes en condiciones de escasa disponibilidad de vegetación, donde los animales grandes están en desventaja en comparación con los pequeños.

Esta asunción es apoyada por resultados de Ailden y Whitaker (1970), con ovejas, y estudios de Zoby y Holmes (1983), con bovinos.

Aunque en la época de sequía las arbustivas constituyeron proporciones similares entre grupos de cabras, existieron diferencias marcadas en la utilización de algunas de las plantas arbustivas del agostadero. Vale la pena resaltar que *Opuntia imbricata* fue utilizada en forma importante por las cabras medianas, pero esta especie no fue consumida por las cabras grandes en la época de sequía. Lo anterior quizá se deba a que las cabras pequeñas presentan morros más estrechos, lo cual les permite utilizar más eficientemente las plantas espinosas.

Estudios de Illius (1989) apoyan la hipótesis anterior, ya que este autor concluyó que los cambios en el peso de la

mordida son un reflejo de las limitaciones de la estructura de la pradera y de las diferencias alométricas en las dimensiones de la boca.

s. El tamaño del bocado esta determinado por la interacción entre la altura de las plantas de la pradera y la densidad de la pradera, independientemente de otros factores relacionados con la pradera y el animal.

En borregas, Penning et al. (1991), encontraron que el peso del bocado se relacionó linealmente con el peso corporal, incrementándose éste en 0.7 mg/kg, de peso, y que las ovejas de mayor tamaño llenaron sus mayores requerimientos de energía a través de bocados más grandes en lugar de una mayor cantidad de bocados o un mayor tiempo de pastoreo.

El conocimiento actual sobre los factores que determinan el peso del forraje por bocado sugieren una interacción entre a estructura de la pradera y el tamaño del animal.

El peso del bocado se espera que sea diferente entre animales de diferente tamaño, en una pradera con alta

disponibilidad de forraje. A medida que el forraje se vuelve escaso, como es la situación del presente estudio, las diferencias entre el peso del bocado entre animales grandes o pequeños se reducen (Demment *et al.*, 1995).

Otra arbustiva que vale la pena resaltar es *Parthenium incanum*, la cual constituyó el 16% de la dieta en ambos grupos de cabras. En otros estudios en el matorral parvifolio inerme se ha documentado la alta utilización de esta planta en las diferentes épocas del año por las cabras (Mellado *et al.*, 1991, 2002; Lopez-Trujillo y García-Elizondo, 1995)

En la época de escasa precipitación no se detectó diferencia significativa en el contenido de gramíneas en la dieta de las cabras medianas y altas. Tampoco el contenido de herbáceas en la dieta difirió entre grupos de animales, siendo *Croton dioicus* la única herbácea significativamente más alta en la dieta de las cabras más altas, en comparación con las de talla mediana. En el Cuadro 4.9 se presenta la composición botánica de la dieta en función de la altura de las cabras, tanto en el periodo de lluvia (octubre del año 2000), como en el de sequía (febrero del año 2001).

cuadro 4.9 Efecto de la altura a la cruz de las cabras sobre la composición botánica de la dieta en dos épocas del año en un matorral parvifloro inerme. Las cifras corresponden a porcentajes medias \pm desviación estándar.

Especie	Epoca de lluvia		Epoca de sequía	
	<71 cm	>77 cm	5_71 cm	k.77 cm
<i>Acacia berlandieri</i>	1.2 \pm 1.6	2.5 \pm 2.4	1.5 \pm 2.3	
<i>Acacia farnesiana</i>	3.3 \pm 2.3	6.6 \pm 5.9	7.4 \pm 4.9	4.1 \pm 4.0
<i>Agave lechuguilla</i>	5.7 \pm 3.4 ³	1.2 \pm 1.3 ^b	2.1 \pm 3.3	2.5 \pm 3.2
<i>Agave striata</i>	1.0 \pm 1.3 ^a	4.2 \pm 2.8 ^b	1.5 \pm 2.9	1.1 \pm 2.3
<i>Atriplex canescens</i>	6.8 \pm 1.6	3.4 \pm 4.2	1.1 \pm 2.6	
<i>Buddleja scordioides</i>	2.2 \pm 1.8	3.1 \pm 2.6	9.3 \pm 7.3	7.0 \pm 8.1
<i>Condalia wamorkii</i>		1.8 \pm 1.2	12.3 \pm 2.5	12.4 \pm 2.2
<i>Cowania plicata</i>	6.1 \pm 2.1 ^a	14.7 \pm 8.4 ^P	4.0 \pm 3.7	2.4 \pm 2.2
<i>Dalea bicolor</i>	1.1 \pm 1.3		1.0 \pm 1.0	5.7 \pm 5.2
<i>Dasyliion palmeri</i>	4.4 \pm 1.3	3.9 \pm 2.7		2.7 \pm 4.3
<i>Ephedra aspera</i>	1.3 \pm 1.1	3.0 \pm 2.9		1.3 \pm 2.4
<i>LF-lourensia cemua</i>		1.5 \pm 1.7	0.9 \pm 1.3	3.8 \pm 3.6
<i>Fouquieria splendens</i>		2.0 \pm 1.7	\pm	1.1 \pm 2.7
<i>Larrea tridentata</i>	3.5 \pm 2.8	5.2 \pm 2.3	12.6 \pm 6.4	4.9 \pm 3.6
<i>Mirrosa biuncifera</i>	1.0 \pm 1.2		1.1 \pm 1.9	0.8 \pm 1.8
<i>Opuntia imbricata</i>	5.7 \pm 1.0 ^A	1.5 \pm 1.5 ^B	6.8 \pm 5.2	
<i>Opuntia leucotricha</i>		1.6 \pm 1.8	1.5 \pm 1.9	
<i>Opuntia rastrea</i>	1.3 \pm 1.5		1.4 \pm 1.9	8.8 \pm 8.5
<i>Parthenium incanum</i>	12.2 \pm 2.7	12.4 \pm .6	16.0 \pm 4.7	15.9 \pm 4.2
<i>Prosopis glandulosa</i>	3.1 \pm 2.3	2.5 \pm 1.8	2.7 \pm 3.8	1.9 \pm 2.6
<i>Quercus saltillensis</i>			4.6 \pm 3.6	
Total arbustivas	63.3 \pm 33.7	71.4 \pm 46.4	87.9 \pm 59.3	86.0 \pm 66.5
<i>Croton dioicus</i>	6.7 \pm 2.5	8.0 \pm 3.3	2.1 \pm 1.2 ^a	5.8 \pm 3.2 ^b
<i>Sida abutifolia</i>	0.7 \pm 1.1	1.4 \pm 1.2	1.4 \pm 2.3	
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	14.0 \pm 7.3	10.9 \pm 5.8		
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	6.7 \pm 4.3	4.6 \pm 3.3	0.6 \pm 1.3	
<i>Tiquilla canescens</i>	1.1 \pm 0.9	1.7 \pm 1.4	3.6 \pm 3.8	4.5 \pm 4.4
Total herbáceas	29.2 \pm 16.1	26.6 \pm 15	7.7 \pm 8.6	10.3 \pm 7.6
<i>Aristida arizonica</i>	1.0 \pm 1.3	1.7 \pm 1.5	1.3 \pm 2.4	
<i>Aristida curvifolia</i>	1.4 \pm 0.8	0.3 \pm 0.6	1.2 \pm 2.6	
<i>Bouteloua curtipendula</i>	1.0 \pm 1.2		2.0 \pm 3.3	3.7 \pm 3.7
<i>Bouteloua gracilis</i>	1.7 \pm 1.9			
<i>Bromus catarticus</i>	2.4 \pm 2.1			
Total aramíneas	7.5 \pm 1.6 ^a	2.0 \pm 2.1 ^b	4.5 \pm 8.3	3.7 \pm 3.7

P < 0.10; a, b P < 0.05; A, B P < 0.01

Las cabras más altas mostraron una mayor preferencia por *Acacia berlandieri* en comparación con las cabras de baja estatura. Para el resto de las especies no existió diferencia significativa en cuanto a los índices de preferencia entre los 2 grupos de animales. En el Cuadro 4.10 se presenta el índice de preferencia en función de la altura de las cabras.

Cuadro 4.10 Efecto de la altura a la cruz de cabras adultas sobre el índice de preferencia en un matorral parvifolio inerme en el período de lluvias. Las cifras corresponden a medias t. desviación estándar.

Especie	71 cm	> 77 cm
<i>Acacia berlandieri</i>	4.2 ± 1.4 ^a	8.1 ± 0.4 ^b
<i>Acacia farnesiana</i>	7.7 ± 1.6	8.2 ± 0.5
<i>Agave lecheguilla</i>	5.8 ± 1.9	5.5 ± 0.07
<i>Agave striata</i>	7.6 ± 1.2	7.9 ± 1.0
<i>Atriplex canescens</i>	9.5 ± 1.2	9.2 ± 0.8
<i>Buddleja scordioides</i>	9.2 ± 0.9	8.9 ± 0.9
<i>Condalia warnorki</i>	5.8 ± 1.8	5.4 ± 2.5
<i>Cowania plicata</i>	8.0 ± 0.3	8.0 ± 0.5
<i>Dalea bicolor</i>	9.1 ± 0.8	---
<i>Dasyllirion palmeri</i>	9.6 ± 0.1	9.5 ± 0.1
<i>Ephedra aspera</i>	8.0 ± 0.9	9.6 ± 3.2
<i>Flourensia cernua</i>	6.1 ± 1.7	6.9 ± 1.2
<i>Yucca tridentata</i>	-4.6 ± 1.1	-4.0 ± 1.1
<i>Nolina cespitifera</i>	9.3 ± 0.7	9.1 ± 0.9
<i>Opuntia imbricata</i>	9.4 ± 0.6	9.4 ± 0.1
<i>Opuntia leucotricha</i>	8.0 ± 1.7	9.5 ± 0.9
<i>Opuntia leptocaulis</i>	8.7 ± 1.2	---
<i>Opuntia rastrera</i>	7.4 ± 0.8	7.4 ± 1.5
<i>Parthenium incanum</i>	6.7 ± 1.9	7.4 ± 1.5
<i>Prosopis glandulosa</i>	3.9 ± 1.1	3.5 ± 3.1
<i>Croton dioicus</i>	9.6 ± 0.1	9.5 ± 0.2
<i>Sida abutilifolia</i>	8.0 ± 0.9	8.2 ± 0.7
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	8.3 ± 1.1	8.3 ± 0.7
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	8.2 ± 0.8	7.4 ± 0.3
<i>Tiquilia canescens</i>	8.7 ± 0.2	9.2 ± 0.2
<i>Aristida curvifolia</i>	---	3.3 ± 0.9
<i>Bouteloua cutipendula</i>	6.7 ± 0.8	---

P < 0.10; a, b P < 0.05; A, B P < 0.01

El índice de similaridad para las cabras de mediana y alta estatura no mostró mucha divergencia en las dietas de estos grupos de cabras, tanto en el periodo de lluvia (índice= 79.4) como en el de sequía (índice= 90.1).

Experimento 6. Composición botánica de las cabras adultas y selectividad de la dieta en función de la circunferencia abdominal, en la época de lluvias y en la época de sequía en un matorral parvifolio inerme

La proporción de arbustivas en la dieta de las cabras con mayor o menor circunferencia abdominal no difirió entre grupos en la época de lluvias, Cabe señalar, sin embargo, que las cabras con menor circunferencia abdominal utilizaron 2.6 veces más la *Larrea tridentata* en comparación con las cabras de mayor circunferencia abdominal. Es difícil saber si la reducida circunferencia abdominal y el alto consumo de gobernadora es una situación de causa efecto. Pudiera ser que las cabras con menor circunferencia abdominal, por tener una menor capacidad de producción de leche y menores requerimientos nutricionales para mantenimiento, elijan forrajes menos palatables y resinosos.

El huizache constituyó una proporción importante de la dieta de las cabras, independientemente de la época y de la circunferencia abdominal de las cabras. Estos datos reafirman que este árbol leguminoso es muy apetecido por las cabras en el desierto Chihuahuense, por su alta digetibilidad y bajo nivel de taninos (Ramírez y Lara, 1998; Ramírez *et al.*, 1999).

Las cabras con mayor circunferencia abdominal presentaron una mayor utilización de herbáceas (3.6 puntos porcentuales) en comparación con las cabras de menor circunferencia abdominal en la época de lluvias. Lo anterior pudiera deberse a la mayor capacidad de ingestión de alimento de buena calidad de las cabras de mayor circunferencia abdominal. Al hacer un mayor uso de las herbáceas se incrementa la cantidad y calidad de la dieta, ya que las herbáceas del desierto chihuahuense poseen un alto contenido de nutrientes (Gutierrez, 1991). El porcentaje de gramíneas fue similar entre grupos de cabras en la época de lluvias, aunque el contenido de *Bouteloua curtipendula* fue 2.5 veces mayor en la dieta de las cabras con mayor circunferencia abdominal en comparación con las cabras de menor circunferencia abdominal.

En la época de sequía, las cabras con mayor circunferencia abdominal hicieron un mayor uso de las arbustivas que las cabras con reducida circunferencia abdominal. *Parthenium incanum* fue 10 veces más elevado en las cabras con mayor circunferencia abdominal que las de reducido circunferencia abdominal. *Cowanía plicata* fue también 3 veces más elevada en la dieta de las cabras con mayor circunferencia abdominal en comparación con las de reducida circunferencia abdominal. En la época sequía, el porcentaje de *Agave lechuguilla* fue superior ($p < 0.05$) en la dieta de las cabras con reducida circunferencia abdominal en comparación con las cabras de mayor circunferencia abdominal. No se detectaron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de herbáceas en la dieta de ambos grupos de cabras. Las gramíneas constituyeron una mayor proporción de la dieta de las cabras con reducida circunferencia abdominal en comparación con las dietas de las cabras de amplia circunferencia abdominal.

En el Cuadro 4.11 se presenta la composición botánica de las cabras adultas en función de su circunferencia abdominal, en la época de lluvias y en la época de sequía.

Cuadro 4.11 Efecto de circunferencia abdominal sobre la composición botánica de la dieta de las cabras mantenidas en un matorral parvifolio inerme, en dos épocas del año. Las cifras corresponden a porcentajes medias \pm desviación estándar.

Especies	Época de lluvia		Época de sequía	
	< a 92	>: a 10	a 92	a 101
<i>Acacia berlandieri</i>	1.6 \pm 2.0			3.8 \pm 1.2
<i>Acacia farnesiana</i>	7.4 \pm 3.0	5.5 \pm 2.6	3.9 \pm 1.9	6.0 \pm 5.8
<i>Agave asperima</i>		3.6 \pm 3.9		
<i>Agave lecheguilla</i>	2.7 \pm 2.7	2.8 \pm 3.2	6.7 \pm 3.4 ^a	1.2 \pm 1.2 ^b
<i>Agave striata</i>	1.7 \pm 2.0		4.1 \pm 2.5	3.7 \pm 1.6
<i>Atriplex canescens</i>	1.9 \pm 2.1	1.3 \pm 1.9	3.5 \pm 0.8	3.4 \pm 2.3
<i>Suddleja scordioides</i>	6.5 \pm 2.6	8.3 \pm 6.6		3.1 \pm 2.9
<i>ondalia wamorkii</i>	10.1 \pm 3.6	11.5 \pm 2.6	1.9 \pm 0.9	1.8 \pm 1.3
<i>r, rowania plicata</i>	7.4 \pm 3.6	3.7 \pm 2.3	4.6 \pm 4.0 a	12.8 \pm .6 fi
<i>Dalea bicolor</i>	1.0 \pm 1.4	3.1 \pm 3.4	2.4 \pm 2.0	
<i>Dasylyrion palmeri</i>		3.5 \pm 2.9	4.8 \pm 1.9	3.9 \pm 1.2
<i>,F. P h e d r a a s p e r a</i>		1.0 \pm 1.9		
<i>gourensia cernua</i>	1.2 \pm 1.9			1.5 \pm 1.1
<i>Larrea tridentata</i>	9.3 \pm 3.3 ^A	3.6 \pm 2.4 ^B	5.0 \pm 3.7	5.2 \pm 1.0
<i>Mimosa biuncifera</i>	2.0 \pm 2.4	1.3 \pm 1.8	2.3 \pm 2.1	
<i>Molina cespitifera</i>			3.2 \pm 1.8	1.0 \pm 1.2
<i>Dpuntia imbricata</i>	2.7 \pm 3.1	1.2 \pm 2.0	2.8 \pm 0.9	1.5 \pm 1.3
<i>Dpuntia leucotricha</i>	4.6 \pm 4.9	2.2 \pm 3.1	1.6 \pm 1.4	1.6 \pm 1.5
<i>Dpuntia leptocaulis</i>	1.5 \pm 2.1	3.5 \pm 3.6	2.8 \pm 1.9	1.2 \pm 1.2
<i>Dpuntia rastrera</i>	1.9 \pm 2.8	3.5 \pm 3.1	16.5 \pm 1.6	1.2 \pm 1.4
<i>^arthenium incanum</i>	17.2 \pm 4.6	17.8 \pm 3.6	1.5 \pm 1.6 ^a	13.0 \pm .2 fi
<i>Prosopis glandulosa</i>	3.1 \pm 2.3	2.7 \pm 2.5		3.6 \pm 2.9
<i>Quercus saltillensis</i>	3.0 \pm 3.9	1.0 \pm 2.3		
Total arbustivas	86.8 \pm 54.3	81.1 \pm 55.7	67.6 \pm 32.4	71.3 \pm 39.5
<i>Croton dioicus</i>	2.9 \pm 3.1 ^a	7.9 \pm 5.2 ^{fi}	5.5 \pm 4.4	5.4 \pm 3.3
<i>Sida abutilifolia</i>	1.8 \pm 2.0			2.3 \pm 2.1
<i>Sida physocalix</i>	0.3 \pm 0.9	1.1 \pm 1.2		
<i>Sol. elaeagnifolium</i>			11.7 \pm 7.3 a	8.2 \pm 1.0 ^{fi}
<i>Sph. angustifolia</i>	1.6 \pm 1.8		7.0 \pm 4.9	8.4 \pm 4.8
<i>Tiquilia canescens</i>	1.8 \pm 2.5	3.0 \pm 2.7	2.0 \pm 1.3	1.7 \pm 1.8
Total herbáceas	8.4 \pm 10.3	12 \pm 9.1	26.2 \pm 17.9	26 \pm 13
<i>Aristida arizonica</i>	1.7 \pm 2.3	1.2 \pm 1.6		1.7 \pm 1.2
<i>Aristida curvifolia</i>	1.2 \pm 1.8	0.9 \pm 1.8		1.0 \pm 1.4
<i>B. curtispindula</i>	1.9 \pm 1.8 ^a	4.8 \pm 3.0 ^{fi}	1.0 \pm 1.1	
Total gramíneas	4.8 \pm 5.9	6.9 \pm 6.4	6.2 \pm 5.2	2.7 \pm 1.3

z, j, 3 P < 0.10; a, b P < 0.05; A, B P < 0, 01

En general no se detectaron diferencias en la preferencia de las especies del agostadero entre cabras de amplia circunferencia abdominal o reducida circunferencia abdominal.

La única tendencia observada fue una mayor preferencia de *Atriplex canescens* por parte de las cabras de amplia circunferencia abdominal en comparación con las cabras de reducida circunferencia abdominal.

La mayoría de las plantas en la dieta de las cabras mostró un elevado índice de selección, lo que sugiere que las cabras en este ambiente son altamente selectivas bajo condiciones de libre pastoreo en el agostadero.

En general estos datos muestran que las cabras con una circunferencia abdominal reducida tienden a consumir especies arbustivas con un alto contenido de aleloquímicos, mientras que las cabras de amplia circunferencia abdominal diversifican su dieta, consumiendo una mayor cantidad de herbáceas y arbustivas de alta palatabilidad.

Por otro lado se observa que los datos tienden a ser un poco mejores en la época de lluvia (Cuadro 4.12).

C adro 4.12 Efecto de circunferencia abdominal sobre el índice de preferencia de cabras en pastoreo en un matorral parvifolio inerme, durante la época de humedad. Las cifras corresponden a medias \pm desviación estándar.

rEspecie	Época de lluvias		Epoca de sequía	
	.._ a 92 cm	._ a 101 cm	._. a 92 cm	__ a 101 cm
[<i>Acacia berlandieri</i>	6.4 \pm 0.7			1.6 \pm 2.0
<i>Acacia farnesiana</i>	7.9 \pm 0.8	8.4 \pm 0.5	7.4 \pm 3.0	5.5 \pm 2.6
<i>Agave lecheguilla</i>	5.6 \pm 0.7	4.1 \pm 3.7	2.7 \pm 2.7	2.8 \pm 3.2
<i>Agave striata</i>	8.3 \pm 0.9		7.3 \pm 3.2	6.3 \pm 2.1
<i>Atriplex canescens</i>	5.0 \pm 0.3a	6.6 \pm 0.6"	1.9 \pm 2.1	1.3 \pm 1.9
<i>Buddleja scordioides</i>	6.5 \pm 2.6	8.9 \pm 1.9		8.3 \pm 6.6
<i>Condalia warnorki</i>	6.2 \pm 1.6	5.6 \pm 1.3	10.1 \pm 3.6	11.5 \pm 2.6
<i>Cowania plicata</i>	7.3 \pm 1.7	7.9 \pm 1.0	7.4 \pm 3.6	3.7 \pm 2.3
<i>Croton dioicus</i>	9.6 \pm 0.01	9.4 \pm 0.3	2.9 \pm 3.1	7.9 \pm 5.2
<i>Dalea bicolor</i>	9.1 \pm 0.7	9.5 \pm 0.4	1.0 \pm 1.4	
<i>Dasylyrion palmerli</i>		9.3 \pm 0.3	9.0 \pm 1.1	8.8 \pm 1.5
<i>Ephedra aspera</i>		8.8 \pm 0.4		
<i>Flourensia cernua</i>	7.4 \pm 1.2			6.4 \pm 1.8
<i>Fouquieria splendens</i>	---	6.1 \pm 1.3		
<i>Larrea tridentata</i>	-2.0 \pm 2.6	-3.1 \pm 1.2	0.3 \pm 3.3	1.3 \pm 1.8
<i>Mimosa biuncifera</i>		---	2.0 \pm 2.4	1.3 \pm 1.8
<i>Nálina cespitifera</i>		---	9.9 \pm 0.2	8.3 \pm 3.1
<i>Opuntia imbricata</i>	9.7 \pm 0.7	8.3 \pm 0.7	2.7 \pm 3.1	1.2 \pm 2.0
<i>Opuntia leucotricha</i>	9.6 \pm 0.5	8.4 \pm 0.8	4.6 \pm 4.9	2.2 \pm 3.1
<i>Opuntia leptocaulis</i>	8.7 \pm 0.7	7.6 \pm 1.4	1.5 \pm 2.1	3.5 \pm 3.6
<i>Opuntia rastrera</i>	8.4 \pm 0.8	7.6 \pm 0.7	1.9 \pm 2.8	3.5 \pm 3.1
<i>Parthenium incanum</i>	7.5 \pm 0.8	7.2 \pm 1.1	17.2 \pm 4.6	17.8 \pm 3.6
<i>Prosopis glandulosa</i>	5.1 \pm 0.9	6.2 \pm 1.2	3.1 \pm 2.3	2.7 \pm 2.5
<i>Sida abutifolia</i>	7.8 \pm 1.1			7.1 \pm 1.4
<i>Sida endelichii</i>		8.4 \pm 1.0		
<i>Solanum elaeagnifolium</i>			7.6 \pm 1.4	7.7 \pm 1.4
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	7.4 \pm 0.4		7.7 \pm 0.4	6.9 \pm 1.4
<i>Tiquilia canescens</i>	8.8 \pm 0.1	8.1 \pm 0.9	7.9 \pm 3.2	8.4 \pm 1.9
<i>Aristida curvifolia</i>	6.1 \pm 1.2	8.8 \pm 1.2		3.2 \pm 2.1
<i>Bouteloua curtipendula</i>	5.3 \pm 1.3	7.8 \pm 0.3	5.3 \pm 1.2	4.4 \pm 3.1

P<0.10; a,b P <0.05; A,B P < 0.01

Durante la época de lluvia, la divergencia en la selección de la dieta por las cabras con amplia o reducida circunferencia abdominal fue marcada (índice de similaridad= 62.8). Al escasear el forraje en la época de sequía, la

divergencia en la dieta entre estos grupos de animales se redujo marcadamente (índice de preferencia= 79.4).

Experimento 7. Efecto de la condición corporal sobre la composición y selectividad de la dieta de las cabras

El porcentaje de arbustivas en la dieta de las cabras de condición corporal pobre fue 11 puntos porcentuales mayor que las cabras con una condición corporal moderada. Las arbustivas que se presentaron en mayor ($p < 0.10$) proporción en las cabras de condición corporal pobre fueron la lechuguilla (9 veces más alta) y la *Acacia berlandieri* (4 veces más alta) que las cabras de moderada condición corporal.

Vale la pena resaltar las observaciones anteriores en el sentido de que las cabras de pobre condición corporal hicieron uso de varias arbustivas extremadamente fibrosas, como *Agave lechuguilla* y *Nolina cespitifera*, además, de plantas resinosas como al hojásén (*Flourensia cernua*).

En el caso de las arbustivas fibrosas el valor nutritivo de éstas es limitado, por su alto contenido de ácido detergente neutro. En el caso del hojásén, la resina de la superficie de

sus hojas contiene terpenos, los cuales limitan severamente la herbivoría (Esteil *et al.*, 1998).

La *Acacia berlandieri*, otra planta que sobresalió en la dieta de las cabras de pobre condición corporal, posee altos contenidos de taninos condensados, lo cual deprime la digestión de la materia seca y la proteína (Ramírez *et al.*, 1999). Considerando toda esta información, es claro que las cabras de pobre condición corporal utilizaron una mayor variedad de arbustivas poco nutritivas y poco palatables, en comparación con las cabras de moderada condición corporal. No queda claro si la selección de la dieta de las cabras de pobre condición corporal son causa o efecto de su estado nutricional. Se puede argumentar que, debido a su bajo nivel de reservas corporales, las cabras delgadas serían menos discriminatorias de las plantas del agostadero, en su afán por consumir una mayor cantidad de materia seca. Los animales hambrientos tienden a incrementar su consumo voluntario, presentando poca diferencia en su tasa de ingestión, pero compensando con un mayor incremento en el tiempo del consumo de alimento (Orr *et al.*, 2001).

Por otro lado, la pobre condición corporal pudiera ser el resultado de un comportamiento alimenticio innato de estas cabras, donde la limitada habilidad para utilizar plantas con mayores niveles de nutrientes y menos defensas químicas, conduce a deficientes estados nutricionales.

En la época de lluvia el porcentaje de herbáceas en la dieta de las cabras de pobre condición corporal fue menor ($p < 0.05$) que las cabras de moderada condición corporal. La menor ingestión de este tipo de vegetación por parte de las cabras delgadas pudiera también estar afectando la condición corporal de estos animales, ya que las herbáceas del desierto Chihuahuense, durante su crecimiento activo, tienen mayor

proteína y fósforo que los pastos (Nelson *et al.*, 1970).

El porcentaje de los pastos, por otro lado, fue significativamente más altos en la dieta de las cabras de moderada condición corporal en comparación con las cabras delgadas. Tanto la mayor cantidad de gramíneas y herbáceas

en la dieta de las cabras con regular condición corporal posiblemente resulte en una mayor ingestión de nutrientes digestibles, lo que se reflejó en mayores reservas energéticas corporales. Se asume lo anterior porque en ambientes xéricos

se ha encontrado una asociación positiva entre la digestibilidad de la materia seca y el contenido de herbáceas y gramíneas en la dieta de las cabras (Sidahmed et al., 1981).

Durante la época de sequía se incrementó notablemente la utilización de las arbustivas en ambos grupos de animales, sin existir diferencias entre cabras delgadas y de moderada condición corporal. La proporción de *Buddleja scordioides* en la dieta de cabras de condición moderada tendió a ser mayor (2 veces más alta) que las cabras en condición corporal pobre. No existió diferencia significativa en el porcentaje de herbáceas en la dieta de ambos grupos, aunque la proporción de *Croton dioicus* fue 2 veces más alta en la dieta de las cabras de regular condición corporal, en comparación con las cabras delgadas. Las gramíneas se presentaron en igual proporción en ambos grupos de cabras durante la época de sequía.

En el Cuadro 4.13 se muestra la composición botánica de la dieta en función de la condición corporal de las cabras, en la época de lluvia y sequía.

Cuadro 4.13 Efecto de la condición corporal (escala de 0 a 5) sobre la composición botánica de la dieta de cabras en un matorral parvifolio inerme en el periodo de lluvia y sequía. Las cifras

corresponden a medias \pm desviación estándar. 111 U.I.L.

Especie	Época de lluvia		Época de sequía	
	< 1.5	2.5	92	101
<i>Acacia berlandieri</i>	3.1+ 2.2a	0.8 \pm 0.8 ³		
<i>Acacia farnesiana</i>	4.4 \pm 3.0	6.2 \pm 5.9	4.4 \pm 2.6	6.7 \pm 4.6
<i>Agave asperrima</i>		-	1.7 \pm 1.9	2.1 \pm 2.7
<i>Agave lecheguilla</i>	6.2 \pm 4.3^a	0.7 \pm 0.7^b	0.5 \pm 0.9	2.2 \pm 2.9
<i>Agave striata</i>	1.0 \pm 1.4	0.2 \pm 0.8	1.9 \pm 2.3	
<i>Atriplex canescens</i>	1.4 \pm 1.4	5.2 \pm 3.7	2.2 \pm 2.9	
<i>Buddleja scordioides</i>		1.0 \pm 1.8	3.2+1.8 ^a	6.8+4.0 ⁶
<i>Condalia wamorkii</i>	1.2 \pm 1.4	1.6 \pm 1.1	10.9 \pm 4.1	9.4 \pm 1.3
<i>Cowanía plicata</i>	7.7 \pm 3.7	9.8 \pm 3.8	5.7 \pm 3.0	4.7 \pm 3.9
<i>Palea bicolor</i>	1.9 \pm 1.5		1.1 \pm 1.7	0.6 \pm 1.1
<i>Dasyllirion palmeri</i>	3.9 \pm 1.5	3.3 \pm 1.6	1.8 \pm 1.7	3.1 \pm 2.8
<i>Ephedra aspera</i>	2.9 \pm 2.5	2.1 \pm 0.9	0.7 \pm 1.2	0.6 \pm 1.1
<i>F'lourensia cernua</i>	3.5 \pm 3.0		2.0 \pm 2.7	0.3 \pm 0.6
<i>Larrea tridentata</i>	3.8 \pm 1.9	4.1 \pm 1.6	7.4 \pm 2.7	9.2 \pm 1.4
<i>Mimosa biuncifera</i>		2.5 \pm 1.5	0.8 \pm 1.1	
<i>Opuntia imbricata</i>	2.8 \pm 1.8	3.6 \pm 1.7	2.2 \pm 2.7	2.1 \pm 3.0
<i>Opuntia leucotricha</i>			4.1 \pm 4.3	7.3 \pm 3.4
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.9 \pm 1.3	0.8 \pm 1.1	2.3 \pm 2.9	2.5 \pm 2.9
<i>Opuntia rastrera</i>	2.1 \pm 1.9	2.4 \pm 1.4	4.1 \pm 3.2	2.7 \pm 3.3
<i>Partenium incanum</i>	15.1 \pm 4.9	12.1 \pm 8.0	17.4 \pm 7.0	17.0 \pm 4.1
<i>Prosopis glandulosa</i>	1.0 \pm 1.0	2.3 \pm 1.5	5.2 \pm 3.5	6.3 \pm 2.3
Total arbustivas	68.0 \pm 42.3	59.4 \pm 38.3	86.0 \pm 55.8	83.6 \pm 45.4
<i>Croton dioicus</i>	11.2 \pm 5.5	7.5 \pm 5.8	5.8 \pm 3,7a	11.6 \pm 5.91-1
<i>Ephedra aspera</i>			0.7 \pm 1.2	0.6 \pm 1.1
<i>Sida abutilifolia</i>	2.6 \pm 2.4	4.1 \pm 3.9	0.3 \pm 0.7	
<i>Sida physocalix</i>	1.5 \pm 0.9		0.2 \pm 0.9	
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	9.1 \pm 3.1	9.5 \pm 2.8		
<i>Spaeralcea angustifolia</i>	3.9 \pm 3.6	12.2 \pm 1.8	2.3 \pm 2.0	
<i>-Tiquilia canescens</i>	1.4 \pm 0.9	4.1 \pm 2.7	2.1 \pm 2.4	2.1 \pm 2.6
Total herbáceas	29.7 \pm 7.9	37.4 \pm 9.7	11.4\pm 0.9	14.3\pm 9.6
<i>Aristida arizonica</i>		1.0 \pm 1.2		0.4 \pm 0.7
<i>Bouteloua curtipendula</i>	1.3 \pm 1.1	1.0 \pm 1.3	2.5 \pm 3.1	1.7 \pm 2.0
<i>,Bouteloua gracilis</i>	1.0 \pm 1.4	1.0 \pm 1.8		
<i>Cenchrus ciliaris</i>		0.2 \pm 1.2		
Total gramíneas	2.3 \pm 1.4	3.2 \pm 6.7	2.6 \pm 4.3	2.1 \pm 2.7

a, /3 P < 0.10; a, b P < 0.05; A, B P < 0.01

Las cabras de moderada condición corporal mostraron mayor preferencia por *Ephedra aspera* en comparación con las cabras en condición corporal pobre en la época de lluvias. En esta misma época las cabras de pobre condición corporal mostraron un mayor rechazo de *Larrea tridentata*, en comparación con las cabras de moderada condición corporal. Por otra parte, las cabras de moderada condición corporal mostraron una menor preferencia por *Opuntia imbricata*, en comparación con las cabras de condición corporal pobre. En la época de sequía, las cabras de pobre condición corporal mostraron nuevamente una menor preferencia por la gobernadora, en comparación con las cabras de moderada condición corporal. Para la época de sequía en general, no se detectaron diferencias en cuanto a índices de preferencia entre los grupos de cabras antes mencionados.

El ayuno nocturno no influenció la calidad de la dieta seleccionada por ovejas, pero incrementó el ritmo de consumo de 47- 144 mg por minuto con relación al peso metabólico (Jung y Koong, 1985), en el experimento anterior al saciarse e! hambre a través de alimentos de alta calidad resulto en la selección de una mejor dieta pero menores tasa de consumo. Gr"nwood y Demment (1988), observaron que los novillos en

ayuno por 36 horas exhibieron diferentes patrones de pastoreo en comparación con los novillos sin ayuno. El consumo y la tasa de bocados se incrementaron durante la mañana después del ayuno (27 g de materia seca por minuto). Edwards *et al.* (1994), observaron que las borregas aumentaron su ritmo de consumo por un tipo de pelets preferido, como resultado del ayuno. Newman *et al.* (1994), detectaron un incremento en la tasa de consumo, tiempo de pastoreo y proporción de zacates en las dietas de borregas como resultado del ayuno. Estos resultados apoyan la hipótesis de que la decisión del consumo de alimentos esta en función de la condición nutritiva corporal de los animales.

Todos los animales pastorean selectivamente, y su preferencia por los alimentos típicamente son atribuidos a la palatabilidad de la planta. Desafortunadamente, el termino de palatabilidad es nebuloso. Algunos científicos describen palatabilidad como los atributos de una planta que alteran la selectividad o que son atractivas por los animales, incluyendo la composición química el estado de crecimiento y las plantas asociadas. La palatabilidad es la interrelación entre el sabor de la planta (olor, gustosidad y textura), y los efectos post ingestivos de nutriente y toxinas (Provenza, 1995).

La palatabilidad depende del estado nutricional del animal (Provenza *et al.*, 1998), la palatabilidad de alimentos altos en energía se incrementa después de una comida alta en proteínas, mientras que la palatabilidad de un alimento rico en proteínas se incrementa después de una comida alta en energía (Villalba y Provenza, 1999).

El animal es capaz de utilizar su comportamiento como un medio flexible para enfrentar limitaciones fisiológicas. Por ejemplo después de un periodo de ayuno, los animales son capaces de incrementar su tasa de consumo de alimento, a través del incremento de la masa del bocado (Newman *et al.*, 1994 y Prache *et al.*, 1998), o bien disminuyendo el tiempo para masticar los alimentos (Laca y Demment, 1996). Sin embargo se cree que el ayuno reduce la discriminación entre forrajes ofrecidos. Por ejemplo aunque el consumo fue mayor en una dieta a base de trébol, Newman *et al.* (1994), observó que las borregas en ayuno consumieron una mayor proporción de zacate que los animales que no estaban en ayuno, cuando se les ofreció tanto zacate como trébol. En el Cuadro 4.14 se muestra los índices de preferencia para las cabras de condición corporal moderada y pobre, en la época de lluvia y de sequía.

Cuadro 4.14 Efecto de condición corporal (CC, escala de 0 a 5) sobre el índice de preferencia de cabras en pastoreo en un matorral parvifolio inerme, durante la época de humedad. Las cifras corresponden a medias \pm desviación estándar.

Especie	Época de lluvias		Época de sequía	
	CC 1.5	CC 2.5	CC < 1.5	CC ? 2.5
<i>Acacia berlandieri</i>	9.9 \pm 0.1	8.0 \pm 0.4		
<i>Acacia farnesiana</i>	8.6 \pm 0.8	8.5 \pm 0.4	8.6 \pm 0.8	8.4 \pm 0.9
<i>Agave asperrima</i>			1.3 \pm 0.9	2.4 \pm 2.2
<i>Agave lechuguilla</i>	-0.5 \pm 5.8	5.3 \pm 0.1	1.1	6.7
<i>Agave striata</i>		6.6 \pm 0.3	8.8	
<i>Atriplex canescens</i>	8.0 \pm 1.7	6.7 \pm 0.6	6.4 \pm 0.3	
<i>Buddleja scordioides</i>		8.9 \pm 0.3	8.2 \pm 0.4	8.7 \pm 0.7
<i>Condalia warnorki</i>	7.8 \pm 0.3	6.3 \pm 2.2	9.3 \pm 2.3	9.1 \pm 1.5
<i>Cowania plicata</i>	9.1 \pm 0.6	8.5 \pm 0.6	8.0 \pm 0.6	7.6 \pm 1.2
<i>Dalea bicolor</i>	9.1 \pm 0.5		9.8 \pm 0.3	9.3 \pm 0.2
<i>Dasyllirion palmeri</i>	9.1 \pm 0.4	9.5 \pm 0.1	8.7 \pm 0.3	8.3 \pm 0.3
<i>Ephedra aspera</i>	7.2 \pm 1.7 a	9.2 \pm 0.6 fi	8.3 \pm 1.4	7.6 \pm 2.1
<i>Flourensia cernua</i>	4.2 \pm 0.8		7.1	0.7
<i>Fouq. splendens</i>	8.9 \pm 0.7			
<i>Larrea tridentata</i>	-6.0 \pm 2.0 ^A	-1.2 \pm 3.1 ^B	-2.4 \pm 1.9 ^a	-0.9 \pm 0.7 ^b
<i>Nolina cespitifera</i>		9.8 \pm 0.5		
<i>Opuntia imbricata</i>	9.9 \pm 0.07 a	8.2 \pm 1.3 ⁶	10	10
<i>Opuntia leucotricha</i>			9.5 \pm 0.3	9.4 \pm 0.6
<i>Opuntia leptocaulis</i>		9.1 \pm 0.3		9.1 \pm 0.3
<i>Opuntia rastrera</i>	7.0 \pm 0.9	8.3 \pm 1.1	8.4 \pm 0.6	9.0 \pm 0.3
<i>Parthenium incanum</i>	7.1 \pm 2.9	7.8 \pm 0.6	8.6 \pm 0.3	8.6 \pm 0.3
<i>Pinus cembroides</i>			9.3 \pm 0.7	
<i>Prosopis glandulosa</i>	5.7 \pm 3.7	5.5 \pm 0.9	9.6 \pm 0.2	9.6 \pm 0.2
<i>Quercus saltillensis</i>		3.4 \pm 0.9	9.3 \pm 0.3	9.1 \pm 0.2
<i>Viguiera dentata</i>	-5.7 \pm 1.3			
<i>Croton dioicus</i>	9.6 \pm 0.1	9.4 \pm 0.3	9.8 \pm 0.6	9.7 \pm 0.2
<i>Cucurbita foetidissima</i>	9.3 \pm 0.6			
<i>Sida abutilifolia</i>	9.3 \pm 0.4	8.4 \pm 1.2	7.8 \pm 0.9	
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	6.9 \pm 1.8	7.6 \pm 0.7		
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	5.8 \pm 1.9	7.2 \pm 1.7	9.3 \pm 0.3	
<i>Tiquilia canescens</i>	9.4 \pm 1.3	6.3 \pm 1	9.5 \pm 0.1	9.4 \pm 0.4
<i>Aristida arizonica</i>		8.8 \pm 0.3		
<i>Bouteloua curtipendula</i>	6.3 \pm 1.4	4.3 \pm 1.2	6.3 \pm 1.4	4.2 \pm 1.1

a, fi P < 0.10; a, b P < 0.05; A, B P < 0.01

El índice de similitud para estos grupos de cabras fue de 73.6 en la época de lluvias, reduciéndose la divergencia en

la composición botánica de la dieta en la época de sequía (índice de similaridad 81.8). Estas cifras muestran que la condición corporal tiene una influencia moderada en la selección de la dieta de las cabras en el matorral parvifolio inerme.

Experimento 8. Efecto del desgaste de los dientes sobre la composición botánica y selectividad de la dieta de las cabras, en un matorral parvifolio inerme.

En la época de lluvia las cabras con dientes gastados presentaron 7 puntos porcentuales más alto en cuanto al porcentaje de arbustivas en comparación con las cabras de dientes completos. Las cabras de dientes gastados consumieron 8 veces más *Opuntia leptocaulis* en comparación con las cabras de dientes completos en la época de lluvia. El tejido tierno del tasajillo posiblemente motivó a las cabras con dietes desgastados a utilizar esta planta en altas cantidades. También, en la época de lluvia la proporción de *Atriplex canescens* fue el doble en la dieta de las cabras de dientes gastados en comparación con las cabras de dientes completos.

La proporción de herbáceas fue significativamente más alta en la dieta de cabras con dientes completos en relación con las cabras de dientes gastados. Las cabras con dientes gastados durante la época de lluvia prácticamente ignoraron las gramíneas. Las cabras de dientes completos, por otro lado presentaron 5.4 % de gramíneas en su dieta en la época lluviosa.

En la época de sequía las cabras con dientes gastados consumieron el doble de *Buddleja scordioides*, en comparación con las cabras de dientes completos. Las cabras de dientes gastados en el periodo de sequía y en el periodo de lluvia rechazaron la *Opuntia rastrera*, mientras que esta planta fue significativamente más alta en la dieta de las cabras con dientes completos en el periodo de sequía. Las cabras con dientes completos presentaron el doble de *Prosopis glandulosa* en comparación con las cabras de dientes gastados. Durante el periodo de sequía tanto la proporción de gramíneas como de herbáceas no difirió entre cabras con dientes gastados o completos. En el Cuadro 4.15 se muestra el efecto del desgaste de los dientes sobre la composición botánica de la dieta tanto en la época de lluvia como en la de sequía.

Cuadro 4.15 Efecto del estado de los dientes sobre la composición botánica de la dieta de las cabras, durante dos épocas del año en un matorral parvifolio inerme. Las cifras corresponden a porcentajes medias \pm desviación estándar.

Epoca de lluvia „Especies	Epoca de sequía			
	Dientes gastados	Dientes completos	Completos	Gastados
<i>Acacia farnesiana</i>	4.1 \pm 3.1	5.7 \pm 2.6	6.4 \pm 5.2	3.7 \pm 2.3
<i>Agave aspenima</i>	1.7 \pm 0.9		6.3 \pm 2.4	3.2 \pm 2.9
<i>Agave lechuguilla</i>	4.3 \pm 4.0	2.6 \pm 2.5	0.3 \pm 0.6	0.5 \pm 0.4
<i>Agave striata</i>	2.2 \pm 2.1	3.7 \pm 1.6	1.8 \pm 1.9	
<i>Atriplex canescens</i>	7.1 \pm 1.8 ^A	2.7 \pm 2.5 ^B	7.3 \pm 1.1 ^A	0.9 \pm 1.1 ^I
<i>Buddleja scordioides</i>		0.9 \pm 0.9	8.8 \pm 2.1 ^A	3.2 \pm 1.8 ^I
<i>Condalia wamorkii</i>	1.5 \pm 1.6	0.8 \pm 0.6	10.6 \pm 5.9	11.3 \pm 3.6
<i>Cowania plicata</i>	7.7 \pm 4.4	6.2 \pm 0.9	4.4 \pm 1.6 ^a	10.5 \pm 1.2 ^b
<i>Dasyllirion palmed</i>	5.7 \pm 4.2	3.0 \pm 2.9		1.1 \pm 0.9
<i>Flourensia cernua</i>		1.9 \pm 1.7	3.2 \pm 2.2	
<i>Larrea tridentata</i>	4.2 \pm 2.3	4.3 \pm 1.6	8.7 \pm 5.2	7.1 \pm 2.7
<i>Mimosa biuncifera</i>	1.7 \pm 1.1	1.8 \pm 1.5	0.8 \pm 1.1	1.3 \pm 1.0
<i>Nolina cespitífera</i>	1.4 \pm 1.4			
<i>Opuntia imbricata</i>	2.2 \pm 1.2		4.7 \pm 2.7	2.3 \pm 3.1
<i>Opuntia leucotricha</i>			2.2 \pm 2.7	2.5 \pm 2.5
<i>Opuntia leptocaulis</i>	4.0 \pm 3.2 ^a	0.5 \pm 0.7 ^b	2.3 \pm 2.9	0.9 \pm 1.3
<i>Opuntia microdasys</i>			1.2 \pm 1.9	
<i>Opuntia rastrera</i>		1.6 \pm 1.2	5.2 \pm 2.3 ^a	0.9 \pm 0.9 ^b
<i>Parthenium argentatum</i>		1.7 \pm 1.6		
<i>Parthenium incanum</i>	13.2 \pm 4.9	15.1 \pm 3.6	12.5 \pm 6.0 ^b	18.6 \pm 3.8 ^a
<i>Pinus cembroides</i>				
<i>Prosopis glandulosa</i>	3.0 \pm 2.3	4.0 \pm 1.6	5.4 \pm 2.0 ^b	9.3 \pm 2.0 ^a
<i>Quercus saltíllensis</i>			2.9 \pm 1.8	
Total arbustivas	64.6 \pm 37	56.5 \pm 28	90.0 \pm 42.3	85.4 \pm
<i>Croton dioicus</i>	11.7 \pm 2.4	9.5 \pm 4.6	7.5 \pm 3.7	5.8 \pm 2.6
<i>Sida abutilifolia</i>	1.1 \pm 1.5	3.9 \pm 1.9		
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	7.2 \pm 1.8	8.7 \pm 3.1		
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	10.0 \pm 2.9	11.6 \pm 3.4		2.3 \pm 2.0
<i>Tiquilia canescens</i>	5.5 \pm 1.3	4.4 \pm 0.9		2.1 \pm 1.7
Total herbáceas	35.5 \pm 10.7	38.1 \pm	7.5 \pm 6.3	10.2 \pm 5.4
<i>Aristida arizonica</i>			1.2 \pm 1.6	3.0 \pm 2.1
<i>B. curtispindula</i>		0.9 \pm 0.7	1.3 \pm 0.9	1.4 \pm 1.9
<i>Bouteloua gracilis</i>		2.7 \pm 1.3		
<i>Cenchrus ciliare</i>		1.8 \pm 1.5		
Total Grasses	0.0 \pm 0.0	5.4 \pm 3.4	2.5 \pm 0.9	4.4 \pm 3.9

a, fl P < 0.10; a, b P < 0.05; A, B P < 0.01

Larrea tridentata fue utilizada en menor proporción a su disponibilidad en el agostadero por ambos grupos de animales, en la época de lluvias. Sin embargo, las cabras con dientes completos mostraron un mayor rechazo al consumo de esta arbustiva en comparación con las cabras de dientes gastados. Especies muy apetecidas por ambos grupos de animales fueron *Dasylyrion palmeri*, *Opuntia imbricata* y *Tiquilia canescens*.

En la época de sequía las cabras de dientes gastados nuevamente presentaron una mayor preferencia por *Condalia warnoki* en comparación con las cabras de dientes completos. *Larrea tridentata* fue también rechazada durante la época de sequía por ambos grupos de cabras, aunque las cabras con dientes gastados presentaron una menor aversión a esta planta en comparación con las cabras de dientes completos. Las especies más apetecidas en esta época por ambos grupos de cabras fueron *Dasylyrion palmeri*, *Opuntia imbricata*, *Croton dioicus* y *Tiquilia canescens*.

Existen pocos estudios en herbívoros donde se han medido las consecuencias del desgaste de los dientes sobre el comportamiento del masticado, consumo de alimento y

digestibilidad del alimento ingerido. Pérez y Gordon (1998b) indican que con el desgaste de los dientes, varios mecanismos se ponen en marcha para mantener el masticado apropiado. Uno de estos mecanismos es el incremento en el número de masticaciones por cantidad de comida procesada, para obtener la misma distribución de partículas del mismo tamaño (Dryden *et al.*, 1995). Otro mecanismo es la modificación del consumo voluntario o la tasa de pasaje del alimento (Semiadi *et al.*, 1994; Gross *et al.*, 1995). Un tercer mecanismo es la selección de especies que puedan ser más fácilmente procesadas (Gross *et al.*, 1995; McSweeney y Kennedy, 1992). El presente estudio confirma los mecanismos anteriores, ya que las cabras de dientes desgastados, en la época de lluvias, se concentraron en arbustivas de hojas y ramas tiernas (*Atríplex canescens*, *Opuntia leptocaulis*) y evitaron el consumo de pastos. Los pastos en esta área son cortos (*Bouteloua* spp, *Buchloe* spp), y por el exceso de pastoreo de las cabras, éstos usualmente se encuentran al ras del suelo. Bajo estas circunstancias, las cabras con desgaste severo de los dientes seguramente tuvieron dificultad para la cosecha de las gramíneas en esta zona.

En la época de sequía las cabras de dientes desgastados se vieron forzadas a utilizar las gramíneas, en la misma proporción que las cabras con dientes normales. Lo anterior sugiere que, aún con los dientes desgastados las cabras son capaces de coleccionar gramíneas con un alto contenido de fibra detergente neutro. Se sabe que las cabras tienen una mayor capacidad de macerar el forraje consumido en comparación con los venados y guanacos (Fraser y Gordon, 1997a). Domingue *et al.* (1991a) también observaron que el material del bocado de las cabras fue masticado en forma más completa que las borregas.

Se desconoce el tamaño de la partícula de forraje de las cabras con dientes intactos o dientes desgastados. Lo anterior tiene significancia práctica porque entre más pequeñas sean las partículas de alimento deglutido, mayor será la superficie de forraje disponible para la colonización y ataque de la microflora ruminal (Domingue *et al.*, 1991b). Además, con partículas más pequeñas el tiempo de pasaje del alimento se reduce (Poppi *et al.*, 1980), lo cual propicia una mayor ingestión de alimento.

El uso de la superficie molar es un buen predictor de la capacidad de los dientes para desmenuzar la comida, por lo tanto la superficie molar se correlaciona correctamente con la cantidad de comida atrapada entre la fila de dientes superiores e inferiores, incrementando el número de fragmentos desmenuzados por masticada (Perez-Barberia y Gordon, 1998a). En rumiantes, se asume que el borde de los dientes también contribuye a la capacidad de los animales para moler la comida (Lucas, 1979). Lanyon y Sanson (1986), observaron una relación directa entre el área del borde del esmalte y la efectividad del masticado en koalas. La superficie dental puede entonces representar la efectividad de los dientes para la molienda de la comida. Esta hipótesis es apoyada por similares patrones de variación en 3 rasgos molares (superficie molar, longitud de los bordes del esmalte, y longitud de la cresta de los dientes), encontrados en todas las categorías de ovejas Soy (Pérez y Gordon, 1998b). La asociación isométrica entre el tamaño de los dientes y la efectividad del masticado se confunden con la relación entre el comportamiento de masticado y el tamaño del animal. Fortelius (1985) y Druzinsky (1993) encontraron una relación significativa entre el peso del animal y la frecuencia de masticación, esto para 26 especies de mamíferos. Shipley et

al., (1994), encontraron que la masticación por gramo de materia seca estuvo en relación al peso corporal elevado a la -0.85 potencia, esto para 12 especies de mamíferos. Estos autores hipotetizaron que los cambios en el tamaño de las partículas deglutidas sería una función exponencial negativa de las masticaciones por gramo de materia seca de consumo voluntario. Esto conduciría a una relación alométrica negativa entre el peso del animal y las partículas alimenticias deglutidas entre especies (Pérez y Gordon, 1998c).

El venado con poca área dental (una reducida efectividad de los dientes), incrementa el número de masticaciones por cantidad de comida ingerida, esto asociado con un consumo voluntario reducido y periodos más largos de masticación durante las comidas. Aunque un mayor tiempo de masticación se detectó en este grupo de animales, las masticaciones por minuto fueron menores, lo que resultó en diferencias no significativas en masticaciones por día. Por otro lado el comportamiento de la rumia no contribuyó a las diferencias en la reducción de tamaño de las partículas entre grupos, ya que no se encontraron diferencias en masticados de la rumia por gramo de materia seca de consumo voluntario. Este resultado es apoyado por otros estudios donde del comportamiento de la

rumia a sido menos variable que el comportamiento de la masticación durante la comida. Por ejemplo, Gross *et al.* (1995), comparó el comportamiento alimenticio y de masticación entre sexos de animales Nubios por ibets, los cuales eran alimentados con henos de diferentes longitud. Se encontraron solamente diferencias en el comportamiento alimenticio durante las comidas (masticados por minutos, masticaciones por gramos de materia seca por consumo voluntario), no observándose efectos de la longitud del forraje sobre el comportamiento de la rumia. Puede ser que la poca variabilidad en el comportamiento de la rumia sea debido al comportamiento de la masticación durante la comida, en donde el comportamiento de masticado se ve mayormente afectado por el proceso de molienda de alimento (por ejemplo la masticación y salivación para la deglución del bolo, y por la cantidad de alimentos procesado antes que sea deglutido (Shiple *et al.*, 1994).

Durante la época de lluvia las cabras con dientes gastados tuvieron una mayor preferencia por *Condalia warnorki* en comparación con las cabras de dientes completos (Cuadro 4.16).

Cuadro 4.16 Efecto del estado de los dientes sobre el índice de preferencia de cabras en pastoreo en un matorral parvifolio inerme, durante la época de humedad (octubre del 2000) y sequía (febrero del 2001). Las cifras corresponden a medias \pm desviación estándar.

Especie	Época de lluvia		Época de sequía	
	Desgastados	Gastados	Desgastados	Gastados
<i>Acacia berlandieri</i>	2.68 \pm 0.3		2.68 \pm 0.3	---
<i>Acacia farnesiana</i>	7.6 \pm 1.0	7.8 \pm 0.3	7.6 \pm 1.0	7.8 \pm 0.3
<i>Agave lecheguilla</i>	-1.1 \pm 5.6	5.4 \pm 0.6	-1.1 \pm 5.6	5.4 \pm 0.6
<i>Agave striata</i>	8.0 \pm 0.1	8.0 \pm 0.4	8.0 \pm 0.1	
<i>Atriplex canescens</i>	6.9 \pm 0.5	5.8 \pm 0.9	8.9 \pm 0.5a	4.8 \pm 0.9 ^b
<i>Buddleja scordioides</i>		3.5 \pm 0.6	8.0 \pm 0.6	5.4 \pm 0.8
<i>Condalia warnorkí</i>	4.7 \pm 0.7 ^a	8.1 \pm 0.1 ^b	4.7 \pm 1.7 ^a	8.1 \pm 0.1 ^b
<i>COWania plicata</i>	7.7 \pm 0.7	8.2 \pm 0.6	7.7 \pm 0.7	8.2 \pm 0.6
<i>Daleo bicolor</i>	9.9 \pm 0.3		9.9 \pm 0.3	---
<i>Dasyliion palmer"</i>	9.3 \pm 0.3	9.5 \pm 0.5		9.5 \pm 0.5
<i>Ephedra aspera</i>	8.5 \pm 0.4	8.0 \pm 1.2	8.5 \pm 0.4	8.0 \pm 1.2
<i>Flourensia cernua</i>		5.5 \pm 0.3	5.5 \pm 0.3	---
<i>Larrea tridentata</i>	-5.0 \pm 1.3a	-2.7 \pm 1.4 ^b	-5.0 \pm 1.3a	-2.7 \pm 1.4 ^b
<i>Mimosa biuncifera</i>	6.9 \pm 1.8	7.2 \pm 0.3	5.9 \pm 1.8	7.2 \pm 0.3
<i>Nolina cespítifera</i>	---	9.8 \pm 0.3	---	9.8 \pm 0.3
<i>Opuntia imbricata</i>	9.1 \pm 0.4		9.1 \pm 0.4	9.3 \pm 0.6
<i>Opuntia leucotricha</i>	8.1 \pm 1.4	9.6 \pm 0.1	---	9.6 \pm 0.1
<i>Opuntia leptocaulis</i>	8.7 \pm 0.1 ^a	4.7 \pm 2.7 ^b	7.9 \pm 1.4	8.7 \pm 0.1
<i>Parthenium incanum</i>	6.9 \pm 1.4	7.5 \pm 0.8	6.9 \pm 1.4	7.5 \pm 0.8
<i>Prosopis glandulosa</i>	5.8 \pm 0.1	4.7 \pm 0.7	5.8 \pm 0.1	4.7 \pm 0.7
<i>Vigüera dentata</i>	10 \pm 0.0		10.0	
<i>Croton díoicus</i>	9.4 \pm 0.2	9.6 \pm 0.1	9.4 \pm 0.2	9.6 \pm 0.1
<i>Cucurbita foetidissima</i>	10		10	---
<i>Sida abutifolia</i>	8.2 \pm 0.5	7.5 \pm 0.1	8.2 \pm 0.5	7.5 \pm 0.1
<i>Sida endelichii</i>	7.1 \pm 0.1	9.0 \pm 0.3	7.1 \pm 0.1	9.0 \pm 0.3
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	8.1 \pm 0.9	7.6 \pm 1.1	8.1 \pm 0.9	7.6 \pm 1.0
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	6.8 \pm 1.1	6.9 \pm 1.0	6.8 \pm 1.1	6.9 \pm 1.0
<i>Tíquilia canescens</i>	9.3 \pm 0.4	9.0 \pm 0.3	9.3 \pm 0.4	9.0 \pm 0.6
<i>Aristida arizonica</i>	1.8 \pm 0.3		1.8 \pm 0.3	---
<i>Aristida curvifolia</i>	6.0 \pm 1.3			

a, /3 P<0.1 ,b P <0.05; A, B P < 0.01

Los índices de similaridad de la dieta entre las cabras con dientes normales y dientes desgastados fueron 73.6 para la época de lluvia, y 72.7 para la época de sequía. Lo anterior indica que el desgaste de los dientes no altera en forma

sustancial la selección de la dieta de las cabras, y que la disponibilidad de forraje, como consecuencia de la época del año, tampoco influyó para que los grupos de cabras comparados mostraran marcadas divergencias en las especies, forrajeras utilizadas.

Experimento 9. Efecto del sexo de las cabras sobre la composición botánica y selectividad de la dieta en un matorral parvifolio inerme

Una de las diferencias que merecen atención es la alta proporción de arbustivas en la dieta de los machos durante el periodo de lluvias (20 puntos porcentuales de diferencia), en comparación con las hembras. Dos arbustivas: *Parthenium incanum* y *Cowania plicata*, constituyeron el 41% de la dieta de los machos en la época de sequía. La mayor altura de los machos pudiera ser un factor determinante para acceder a una mayor cantidad de forraje de las plantas leñosas. Existen otros factores que indirectamente se correlacionan con las preferencias dietéticas y el tamaño corporal, esto independiente de relación entre el tamaño corporal Y los requerimientos de energía. Por ejemplo, el riesgo de los predadores afecta a ambos sexos en forma distinta: los

machos por tener mayor masa corporal, no son tan vulnerables a la predación, como son las hembras de menor tamaño (Bleich *et al.*, 1997), y este rasgo de defensa contra predadores puede seguir manifestándose inconcientemente en los caprinos domésticos en pastoreo.

Las hembras utilizaron en mayor cantidad el mezquite en comparación con los machos, aunque su contribución a la dieta fue limitado, como ha sido observado en cabras en este tipo de vegetación (Lopez-Trujillo y García Elizondo, 1995). Las hojas de esta planta presentan un nivel nutricional parecido a la alfalfa (Baptista y Launchbaugh, 2001), pero sus defensas químicas y su altura limitan su consumo por las cabras. Por otro lado, el porcentaje de *Cowania plicata* fue 3 veces más alto en la dieta de los machos en comparación con las hembras. Cabe resaltar el hecho de que *Opuntia leucotricha* fue utilizada en forma importante por los machos durante la época de lluvias, pero esta planta no fue utilizada por las hembras.

En la época de lluvia el porcentaje de herbáceas en la dieta de las hembras fue significativamente mayor en comparación con los machos. La herbácea que se presentó en

mayor proporción en las hembras fue *Sphaeralcea angustifolia*, la cual fue 2 veces más alta que en la dieta de los machos.

La abundancia de herbáceas en la dieta de las cabras durante el periodo de lluvias se explica, en parte, posiblemente por la menor capacidad de las hembras a ramonear en las plantas arbustivas, por su menor altura en comparación con los machos. Además, las herbáceas del desierto Chihuahuense presentan un mayor contenido de proteínas, fósforo y materiales celulares solubles que los pastos (Nelson et al., 1970), por lo que la estrategia alimenticia de las hembras parece ser la utilización de forrajes de poca altura con alta densidad de nutrientes y altas digestibilidad.

En la época de lluvias las gramíneas fueron significativamente más abundantes que en la dieta de las hembras que en la de los machos. En el desierto Chihuahuense las gramíneas alcanzan su mayor contenido de energía, proteína y fósforo en la época de lluvia. La menor talla de las hembras parece obligar a estos animales a

concentrarse en los pastos de bajo porte, durante la época de mayor contenido de nutrientes de éstos.

Durante la época de sequía, las hembras se concentraron en la utilización de las arbustivas, siendo el contenido de éstas en la dieta 16 puntos porcentuales más alto que los machos. En la época de sequía los machos utilizaron 3 veces más el mezquite en comparación con las hembras, llegando a constituir esta leguminosa 19% de la dieta de estos animales. Este dato merece discusión, ya que niveles de ingestión de esta leguminosa, de esta magnitud, nunca se habían reportado en caprinos. Mellado *et al.* (2002), en el mismo hato de cabras que el del presente estudio, reportó un 7.8% de mezquite en la dieta de las cabras en la época de sequía. Estos autores reportaron un 4.2% de muertes de cabras por intoxicación al consumir esta planta. El mezquite contiene flavonoides (Solbrig *et al.*, 1977) y alcaloides (Cates y Rhoades, 1977), que actúan como inhibidores del consumo de alimento. Estos compuestos provocan daños irreversibles en los núcleos de nervios craneales (Tabosa *et al.*, 2000). Además, con niveles que no causan toxicidad, la inclusión del mezquite en la dieta causa

aversión condicionada en borregas (Baptista y Launchbaugh, 2001).

El alto consumo de mesquite por los machos pudiera indicar una mayor capacidad de detoxificación del mesquite por los machos, en comparación con la hembra. Este fenómeno ha sido documentado en caprinos (Duncan *et al.*, 2000). Si este es el caso, entonces los machos tendrían una ventaja nutricional sobre las hembras, pues las hojas del mesquite tienen una composición nutricional semejante a la alfalfa (Baptista y Launchbaugh, 2001). En estudios de Baptista y Launchbaugh (2001) y Warren *et al.* (1984b) se ha observado una considerable variación entre ovejas en cuanto a la capacidad de detoxificación del mesquite, lo que indica que sería posible constituir hatos de cabras con alta tolerancia a esta leguminosa.

Una indicación adicional de la mayor capacidad de los machos cabríos, en comparación con las hembras, para utilizar plantas resinosas y poco palatables, es el hecho de que los primeros utilizaron 14 veces más ($p < 0.05$) la *Larrea tridentata*, en comparación con las hembras.

Las hembras utilizaron 10 veces más *Opuntia rastrera* en comparación con los machos. *Condalia warnorki* fue utilizada 57 veces más por las hembras en comparación con los machos. Otra arbustiva consumida en abundancia por las hembras en comparación con los machos fue *Buddleja scordíoides*. Los machos, por su parte, tendieron a consumir arbustivas fibrosas; por ejemplo, éstos consumieron 3 veces más *Agave asperrima* que las hembras, además de consumir *Nolina cespitifera*, especie no utilizada por las hembras en ninguna época del año. En el caso de las herbáceas, los machos utilizaron significativamente más herbáceas que las hembras en la época de sequía. En particular el consumo de *Tiquilia canescens* fue 14 veces más alto en los machos en comparación con las hembras. El porcentaje de gramíneas en la dieta de los machos durante la época de sequía fue 4 veces más alto en comparación con las hembras. El pasto más abundante en la dieta de los machos cabríos fue el *Cenchrus ciliaris*, el cual fue 100 veces más abundante en la dieta de estos en comparación con las hembras.

En el Cuadro 4.17 se presenta la composición botánica de la dieta en función del sexo de las cabras, al final del periodo de lluvias y en la época de sequía.

Cuadro 4.17 Efecto del sexo, sobre la composición botánica de la dieta de cabras adultas en un matorral parvifolio inerme, en dos épocas del año. Las cifras corresponden a porcentajes medias \pm desviación estándar.

'Especies	Época de lluvias		Época de sequía	
	Hembras	Machos	Hembras	Machos
<i>Acacia farnesiana</i>	5.7 \pm 2.6	6.5 \pm 1.7	6.5 \pm 4.2	4.3 \pm 0.3
<i>Agave asperrima</i>			1.7 + 2.1"	4.7 \pm 0.7 fi
<i>Agave lechuguilla</i>	2.6 \pm 1.6	4.2 \pm 2.2	0.5 \pm 0.7	4.1 \pm 4.7
' <i>Agave striata</i>	3.7 \pm 3.1	2.8 \pm 1.4	1.9 \pm 2.1	
<i>Atriplex canescens</i>	2.7 \pm 1.9	3.6 \pm 2.6	0.9 \pm 1.2	
<i>Buddleja scordioides</i>	0.9 \pm 1.3	0.5 + 0.8	3.9 \pm 2.7 a	0.2 \pm 0.2 fi
<i>Condalia warnorkii</i>	0.4 \pm 0.7	0.5 \pm 0.9	11.4 \pm 3.6 ^A	0.2 \pm 0.3 ⁸
<i>Cowania plicata</i>	6.2 \pm 0.9 ^A	18.4 \pm 6.7 ⁸	6.4 \pm 2.5 ^{7k}	13.6 \pm 2.1 ⁸
<i>Dalea bicolor</i>		1.9 \pm 2.1		
<i>Dasyllirion palmeri</i>	3.1 \pm 2.3	1.6 \pm 1.4	1.1 \pm 1.3 ^A	6.1 \pm 1.4 ⁸
<i>Flourensia cernua</i>	1.9 \pm 2.2	3.3 \pm 2.1		
<i>Larrea tridentata</i>	4.3 \pm 1.6	5.4 \pm 1.0	7.1 \pm 2.8 ^A	0.5 \pm 0.5 ^B
<i>Mimosa biuncifera</i>	1.8 \pm 2.1	0.7 \pm 1.2	1.3 \pm 0.7	
<i>Opuntia ímbricata</i>			3.4 \pm 2.8	
<i>Opuntia leucotricha</i>		4.2 \pm 3.1	2.2 \pm 2.4	
<i>Opuntia leptocaulis</i>	1.0 \pm 0.9		2.3 \pm 1.9	
<i>Opuntia microdasys</i>			1.2 \pm 1.7	
<i>Opuntia rastrera</i>	1.8 + 1.9	1.0 + 1.5	5.2 \pm 4.7"	0.5 \pm 0.2 fi
<i>Parthenium argentatum</i>	1.7 \pm 2.1	0.6 \pm 1.2		
<i>Parthenium incanum</i>	15.3 \pm 7.7	22.5 \pm 6.9	19.6 \pm 3.9	13.2 \pm 8.3
<i>Prosopis glanduloso</i>	4.4 \pm 1.6 ^A	0.7 \pm 0.5 ⁸	6.3 \pm 4.3 ^A	19.3 \pm 3.4 ⁸
<i>Quercus saltillensis</i>			2.9 \pm 3.1	
Total arbustivas	57.1 \pm 34.5	77.4 \pm 37.3	85.1 \pm 48.7	69.3 \pm 23
<i>Croton dioicus</i>	7.5 \pm 1.3 ^A	2.2 \pm 0.6 ⁸	7.3 \pm 3.7	3.2 \pm 2.9
<i>Cucurbita foetidissima</i>				1.3 \pm 1.2
<i>Ephedra aspera</i>	1.8 \pm 2.0			1.4 \pm 1.2
<i>Kochia scoparia</i>				2.2 \pm 1.8
<i>Sída abutifolia</i>	3.4 \pm 2.7	3.5 \pm 1.5	1.4 \pm 0.6	
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	8.9 \pm 3.1	7.3 \pm 3.4		
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	11.9 \pm 4.5 ^a	5.0 \pm 2.7 ^b	2.1 \pm 2.9	
<i>Sphaeralcea endelichii</i>	0.3 \pm 0.2			
<i>Tiquilia canescens</i>	4.4 \pm 0.6 ^A	1.9 \pm 1.3 ⁸	0.2 \pm 0.3 ^A	7.5 \pm 2.1 ⁸
Total herbáceas	37.6 \pm 14.2	19.9 \pm 9.5	104. \pm 7.5	15.6 \pm 9.2
<i>Arístida curVifolia</i>	1.2 \pm 1.5	1.4 \pm 1.3		
<i>Bouteloua curtipendula</i>	0.9 \pm 1.3		1.4 \pm 1.7	3.4 \pm 1.2
<i>Cenchrus ciliare</i>			0.1 \pm 0.1 ^A	11.7 \pm 7.1 ^B
Total gramíneas	4.9 \pm 7	1.7 \pm 2	3.8 \pm 4.7	15.1 \pm 8.3

a, fi P < 0.10; a, b P < 0.05; A, B P < 0.01A

Las hembras mostraron una mayor preferencia por *Acacia berlandieri* y *Buddleja scordioides* en comparación con los machos. Por otro lado, los machos consumieron una mayor proporción de *Parthenium incanum*, con relación a su disponibilidad en el agostadero, en comparación con las hembras. Especies de alta preferencia para ambos grupos fueron *Dasyilirion palmeri* y *Tiquilia canescens*.

Diferencias entre sexos en cuanto a la composición botánica de la dieta han sido reportadas en el bisonte (Post et al., 2001). En el estudio anterior, la diferencia en la dieta se atribuyó a la segregación sexual de los animales

En el presente estudio no existió esta segregación, debido a que hembras y machos eran conducidos a pastorear al agostadero en el mismo grupo, por lo que las diferencias en la dieta entre sexos son enteramente atribuibles al efecto sexo.

El uso de dietas diferentes por cabras de diferentes sexos se puede explicar a través de la hipótesis del dimorfismo sexual tomando en consideración 3 conceptos. El primero se refiere a que los machos son menos competitivos

en praderas cortas en comparación con las hembras, debido a diferencias alométricas en la anchura de los dientes incisivos

(W° Clutton y Harvey, 1983; Illius y Gordon, 1987), lo cual se compara con el peso corporal debajo de la relación alométrica para la energía de mantenimiento ($W^{\circ-75}$). En segundo lugar, debido a que los machos tienen mayor masa corporal, éstos son menos selectivos, debido a sus mayores requerimientos de nutrientes (Beier y McCullough, 1990; Staines et al., 1982). Una tercera consideración es que los machos seleccionan hábitats con forrajes abundantes y de baja calidad, porque su volumen ruminal es mayor, lo que los hace más eficientes en la conversión de fibra a energía, lo cual les permite subsistir con forrajes de menor calidad (Demment, 1982; Demment y Van Soest, 1985).

La hipótesis del dimorfismo sexual establece que los animales pequeños son más competitivos que los más grandes cuando pastorean juntos en sitios de poca producción de forrajes (Bell, 1971; Illius y Gordon, 1987). Bajo esta hipótesis, se espera que las hembras usen plantas cortas con alto contenido de nutrientes, mientras que los machos usen mayor cantidad de forraje, pero de menor calidad. Lo anterior

concuenda cercanamente con los resultados del presente estudio.

Estudios en cérvidos han detectado una mayor calidad de la dieta para los machos (Main y Coblentz, 1996), aunque otros estudios indican una mayor calidad de las dietas para hembras (Stáines *et al.*, 1982; Beier, 1987).

El tamaño corporal o el dimorfismo morfológico sexual puede conferir ventajas de pastoreo para cualquiera de los sexos en diferentes hábitats. La causa evolutiva de la diferencia de tamaño entre sexos en caprinos es desconocida, aunque se presume que esto se debe a una selección sexual a favor de machos más grandes.

La hipótesis que predice diferencias en la forma de la boca y dientes se basa en que las hembras tienen mayores requerimientos energéticos por unidad de peso, ya que tienen que llevar a términos la preñez, además de producir leche por un período de por lo menos cuatro meses. Los procesos anteriores se suceden durante un periodo importante de su vida, en comparación con los machos (Shine, 1989).

Por ejemplo, se ha encontrado que en el venado cola blanca, las hembras tienen, en términos absolutos, un canal gastrointestinal más largo y un mayor contenido de alimento en el rumen e intestinos que los machos en el verano e invierno (Jiang y Hudson 1993).

La evidencia para el dimorfismo morfológico sexual involucra algunos parámetros tales como: la anchura de los dientes incisivos, la habilidad para seleccionar alimentos (la anchura de la boca y la protrucción de los incisivos) y la efectividad del consumo de alimento (mayor área molar). Por ejemplo, después de remover los efectos del tamaño corporal y fílogenia, no se encontraron diferencias en ninguno de los parámetros de la boca para los artiodáctilos (Pérez y Gordon, 1998b).

Sin embargo, el dimorfismo sexual del tamaño corporal puede ser suficiente para producir diferencias en la composición de las dietas entre los sexos, porque animales pequeños son más habilidosos para seleccionar sus dietas en agostadero. En el Cuadro 4.18 se presentan los índices de preferencia por las plantas del agostadero para hembras y machos.

Cuadro 4.18 Efecto del sexo (hembras y machos adultos) sobre el índice de preferencia de la dieta de cabras adultas en un matorral parvifolio inerme, en la época húmeda del año. Las cifras corresponden a porcentajes medias \pm desviación estándar.

Especie	Hembras	Machos
<i>Acacia berlandieri</i>	8.0 \pm 0.6 ^a	5.1 \pm 0.1 ^P
<i>Acacia famesiana</i>	8.0 \pm 1.3	8.2 \pm 0.3
<i>Agave lecheguilla</i>	5.6 \pm 0.5	5.0 \pm 1.1
<i>Agave striata</i>	7.2 \pm 0.9	6.6 \pm 2.9
<i>Atriplex canescens</i>	6.6 \pm 1.07	6.9 \pm 0.4
<i>Buddleja scordíoides</i>	8.3 \pm 0.4 ^a	2.6 \pm 0.4 ^b
<i>Condalia warnorki</i>	5.5 \pm 0.2	5.2 \pm 0.3
<i>Cowania plicata</i>	7.8 \pm 1.2	8.6 \pm 0.7
<i>Dalea bicolor</i>	---	8.8 \pm 0.3
<i>Dasyllirion palmeri</i>	9.5 \pm 0.01	9.5 \pm 0.1
<i>Ephedra aspera</i>	9.1 \pm 0.01	---
<i>Flourensia cernua</i>	6.1 \pm 0.3	7.5 \pm 0.3
<i>Larrea tridentata</i>	-2.4 \pm 2.9	3.5 \pm 1.3
<i>Mimosa biuncifera</i>	---	6.9 \pm 0.3
<i>Nolina cespitifera</i>	9.8 \pm 0.3	---
<i>Opuntia imbricata</i>	8.7 \pm 0.4	---
<i>Opuntia leucotricha</i>	---	9.8 \pm 0.8
<i>Opuntia leptocaulis</i>	4.9 \pm 1.9	8.9 \pm 0.7
<i>Opuntia rastrera</i>	8.4 \pm 0.3	7.1 \pm 0.7
<i>Parthenium incanum</i>	6.8 \pm 1.8 ^a	8.3 \pm 0.5 ^b
<i>Prosopis glandulosa</i>	5.2 \pm 0.4	---
<i>Quercus saltillensis</i>	3.4 \pm 0.3	---
<i>Croton dioicus</i>	9.5 \pm 0.2	8.4 \pm 1.5
<i>Cucurbita foetidissima</i>	9.9 \pm 0.3	---
<i>Sida abutilifolia</i>	6.8 \pm 0.7	5.2 \pm 3.3
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	8.2 \pm 0.9	8.4 \pm 0.6
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	7.0 \pm 0.8	3.9 \pm 5.0
<i>Tiquilia canescens</i>	9.0 \pm 0.9	9.3 \pm 0.8
<i>Aristida curvifolia</i>	8.8 \pm 0.3	9.3 \pm 0.2
<i>Bromus catarticus</i>	5.1 \pm 0.2	---

a,fl P<0.10; a,b P <0.05; A,B P < 0.01

De los rasgos estudiados en el presente estudio, el sexo fue una de las variables que más influyó en el índice de similaridad de la dieta de las cabras. Dicho índice fue de 49.7 en la época de sequía y 67.7 en la época de lluvia. Estos datos reafirman la divergencia marcada en la composición

botánica de la dieta de cabras adultas no gestantes y machos cabríos adultos, en el matorral parvifolio inerme.

Experimento 10. Asociación entre la composición botánica de la dieta de las cabras en un matorral parvifolio inerme, y el contenido de algunos metabolitos y minerales de la sangre.

Los niveles de glucosa en la sangre se asociaron significativamente en forma positiva con los niveles de *Opuntia imbricata* en la dieta.

Sobre la base de que esta cactácea permanece siempre verde a través del año, en la inmensa mayoría de los ecosistemas en el mundo, claro está dependiendo de factores de clima, se observó en el presente estudio que ésta planta fue utilizada en forma por demás importante por las cabras durante la época de mayor escasez de forraje, lo cual contribuyó a mejorar el estatus nutricional de las cabras, reflejado en mayores niveles de glucosa en aquellos animales que utilizaron más intensamente esta planta, por cierto no considerada forrajera por los manejadores del pastizal.

Por otra parte, el alto consumo de la mariola (*Parthenium fricanum*) tanto en la época de abundancia de forraje como de sequía (> 12 % de la dieta) se reflejó en mayores niveles de urea en las cabras con la mayor ingestión de esta planta. Los niveles de urea en la sangre reflejan dos cosas: la ingestión de una dieta con alto contenido de proteínas, o un estado de desnutrición, donde existe un importante catabolismo de las proteínas corporales, las cuales son utilizadas como fuente de energía.

En el presente estudio la asociación positiva entre el contenido de mariola en la dieta y el contenido de urea en el suero sanguíneo, parece deberse a una mayor ingestión de Proteínas en aquellas cabras con mayores consumo de esta arbustiva.

Lo anterior se evidencia por la correlación negativa ($P < 0.05$) entre el contenido de mariola en la dieta y el nivel de creatinina, en el suero sanguíneo.

Los niveles sanguíneos de este metabolito es indicativo del grado de catabolismo del músculo del animal, y la asociación negativa entre estas variables muestra que las

cabras con la ingestión más elevada de mariola tuvieron el menor catabolismo de proteínas provenientes de las reservas corporales.

La reducción del colesterol por la ingestión de gobernadora pudiera deberse a dos razones: (1) a productos químicos presentes en la gobernadora que inhiban la síntesis de colesterol por las cabras, o (2) a una menor movilización de lípidos de las cabras en épocas de escasez de forraje, debido a una mayor ingestión de forraje por las cabras.

Este mayor consumo de forraje pudiera deberse a la capacidad de algunas cabras de utilizar la gobernadora, el arbusto más abundante de esta zona.

Igualmente intrigante es la reducción ($P < 0.05$) de las proteínas totales del suero sanguíneo al incrementarse los niveles de *Agave striata* en la dieta de las cabras.

En el Cuadro 4.19 se presentan los coeficientes de correlación de algunos componentes de la sangre y la composición botánica de la dieta de las cabras en la época de sequía.

Cuadro 4.19 Coeficiente de correlación entre componentes de la sangre y composición botánica de la dieta de cabras (especies principales) en pastoreo en un matorral parvifolio inerme, durante la época de sequía (Febrero del 2001) en el Ejido Jaguey de Ferniza, Municipio de Saltillo.

Especie	Gluco	Urea	Creatin	Colest	Proteín	P	Ca	Mg	Cu	Zn
<i>Acacia famesiana</i>	-.15	-0.08	-0.41 *	.02	-.11	-.08	.35	.15	.08	-.21
<i>Agave lecheguilla</i>	.09	-.06	.24	-.05	-.06	.07	-.02	.12	.45*.12	
<i>Agave striata</i>	.22	.04	-.25	.01	-.43 *	.24	-.22	-.14	.22	-.30
<i>Atriplex canescens</i>	-.18	.01	.09	-.21	.24	.42 *	-.31	-.31	.10	-.2
<i>Buddleja scordioides</i>	.06	.10	-.14	.03	-.01	-.41 *	-.15	-.07	.01	.15
<i>Cowania plicata</i>	-.30	.06	-.09	-.06	.22	.31	.01	-.36	-.23	-.06
<i>Croton dioicus</i>	.15	.06	.11	.26	-.12	-.21	-.13	-.06	.27	.33
<i>Dasyliiron palmeri</i>	.02	.01	.26	-.19	.03	.10	.27	.31	.16	.17
<i>Ephedra aspera</i>	-.15	-.20	.27	-.13	-.20	.10	-.33	-.18	.06	.32
<i>Larrea tridentata</i>	-.10	.10	.20	-.53 **	.08	.13	.05	.10	-.15	.17
<i>Opuntia imbricata</i>	.45 *	-.12	.11	.08	-.05	-.23	.32	.19 S	-.14	.31
<i>Parthenium incanum</i>	-.05	.43 *	-.42 *	.07	-.03	.07	.04	.01	.14	-.06
<i>Prosopis glandulosa</i>	.29	.06	.05	-.09	-.05	-.22	.01	.02	-.22	.01
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	.23	-.05	-.23	.34	-.24	.15	.05	-.01	-.22	-.19

La Figura 4.1 muestra que los niveles de gobernadora en la dieta de las cabras explicaron un tercio de la variabilidad de los niveles sanguíneos de colesterol. No se conoce el efecto fisiológico de esta reducción en el colesterol, pero conociendo que este lípido es el precursor de las hormonas

esteroides, su reducción pudiera repercutir en la reproducción animal o en el metabolismo de los carbohidratos, funciones estrechamente reguladas por hormonas esteroides. Asimismo, se muestra la asociación entre el porcentaje de mariola en la dieta de las cabras y los niveles de urea en el suero sanguíneo de las cabras. Estos datos muestran que una variabilidad relativamente importante (12%) en los niveles de urea de la sangre es ocasionada por los niveles ascendentes de mariola en la dieta de las cabras

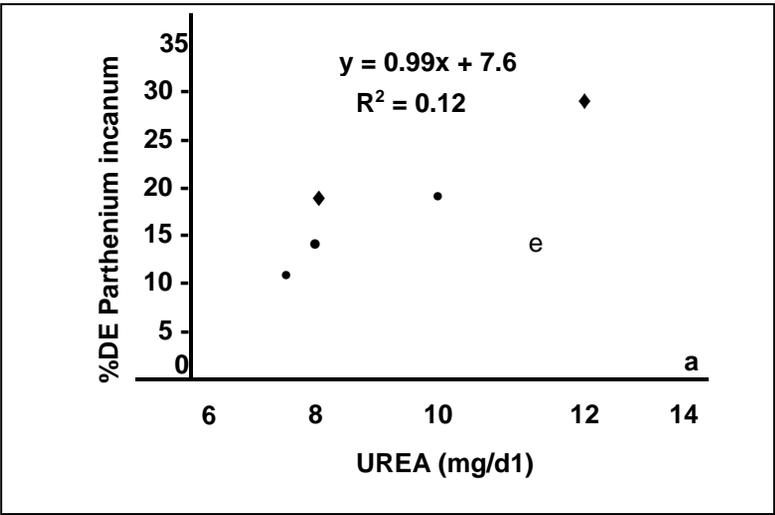


Figura 4.1 Asociación entre el porcentaje de mariola en la dieta de las cabras y el contenido de urea en el suero sanguíneo de estos animales.

Los datos del Cuadro 4.19 arrojan otro resultado interesante: una significativa ($P < 0.01$) reducción de los niveles de colesterol en las cabras con alta ingestión de

gobernadora. No se tiene una explicación para este intrigante resultado (Figura 4.2).

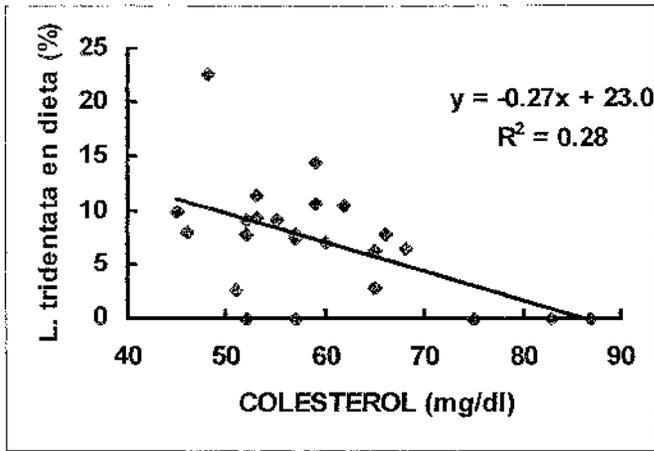


Figura 4.2 Asociación entre el porcentaje de gobernadora (*Larrea tridentata*) en la dieta de las cabras y los niveles sanguíneos de colesterol en cabras en agostadero.

La mayor ingestión de *Atriplex canescens* se asoció positivamente ($P < 0.05$) con mayores niveles de fósforo en el suero sanguíneo. Esta arbustiva halófila se caracteriza por su hábito de acumulación de sales en su follaje, lo cual aparentemente concentra una mayor cantidad de fósforo que otras plantas del agostadero. Por otra parte, la mayor ingestión de la suelda (*Buddleja scordioides*) por las cabras resultó en una disminución ($P < 0.05$) en los niveles de fósforo de las cabras, situación para lo cual no se tiene una explicación. A pesar de que *Buddleja scordioides* es un recurso forrajero importante para las cabras en el desierto

sobre los niveles de nutrientes de esta planta, ni la posible presencia de aleloquímicos. Ante esta falta de conocimiento de la composición química de esta arbustiva, no es posible saber si la disminución de fósforo en el suero sanguíneo de las cabras que consumieron en mayor cantidad esta planta, es una relación de causa efecto (Figura 4.3).

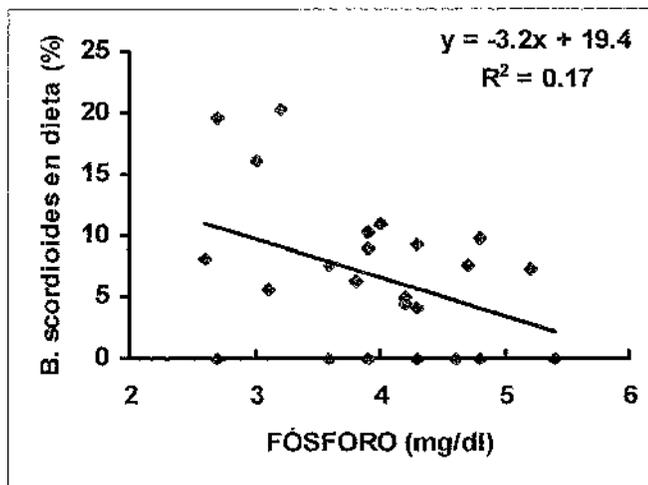


Figura 4.3 Asociación entre el consumo de suelda (*Buddleja scordioides*) y el contenido de fósforo del suero sanguíneo de cabras en agostadero.

En la Figura 4.4 se presenta la asociación entre el contenido de creatinina en la sangre y los niveles de *Acacia farnesiana* en la dieta de las cabras. Esta asociación cuadrática muestra un incremento marcado en los niveles de creatinina a medida que se reducen los niveles de esta

leguminosa en la dieta de las cabras. Lo anterior parece explicarse debido por el alto contenido de proteína y alta digestibilidad de *Acacia farnesiana* (Ramírez et al., 1999), lo cual posiblemente se reflejó en mayores niveles de proteína en la dieta de las cabras con mayor ingestión de esta leguminosa. Lo anterior aparentemente causó un menor catabolismo del músculo de los animales, reflejado en menores concentraciones de creatinina.

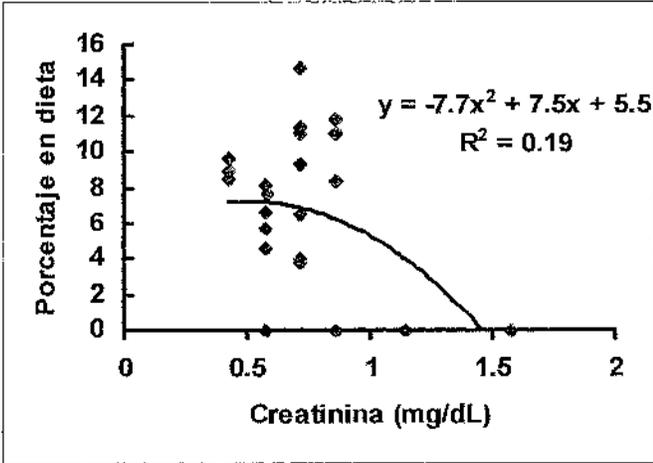


Figura 4.4 Relación entre el contenido de *Acacia farnesiana* en la dieta de las cabras y los niveles sanguíneos de creatinina en cabras mantenidas en agostadero.

CONCLUSIONES

- Las cabras lactando presentaron un 25% más de arbustivas en sus dietas.
- Las cabras lactantes fue evitar las plantas con alto contenido de pared celular.
- La lactancia fue la variable que más incidió en la divergencia en la composición botánica de la dieta de las cabras.
- La estrategia alimenticia de los machos cabríos durante el periodo de lluvias, parece enfocarse a una alta utilización de arbustivas (20 puntos porcentuales de diferencia, en comparación con las hembras).
- Durante la época de lluvia, la menor talla de las hembras parece obligar a estos animales a concentrarse en los pastos de bajo porte y en la herbáceas. Durante la época de sequía, las hembras son capaces de utilizar mayor cantidad de arbustivas que los machos cabríos.
- Los altos niveles de ingestión del mesquite y gobernadora por los machos cabríos, sugieren una mayor

- capacidad de detoxificación de plantas con altos niveles de aleloquímicos.
- El sexo fue una de las variables que más influyó en el índice de similaridad de la dieta de las cabras.
- La estrategia alimenticia de las cabras gestantes se caracterizó por una mayor diversidad en los constituyentes de la dieta.
- Las cabras de dientes desgastados se concentraron en arbustivas de hojas y ramas tiernas (*Atriplex canescens*, *Opuntia leptocaulis*) y evitaron el consumo de pastos en la época de lluvia.
- La mejor condición corporal de las cabras en agostadero parece derivar de una mayor utilización de gramíneas y herbáceas, en comparación con las cabras más delgadas.
- Las cabras Nubias utilizaron una mayor gama de plantas en comparación con las Granadinas.
- Una mayor cantidad de gobernadora en la dieta de las cabras adultas en la época de sequía sugiere una habilidad superior de los animales maduros para detoxificar o tolerar las fitotoxinas de esta planta.
- Las cabras de mediana estatura parecieron concentrarse en las arbustivas de porte bajo en la época de humedad.

- Las cabras con menor circunferencia abdominal, eligieron forrajes menos palatables y resinosos.
- *Opuntia imbricata* fue utilizada en forma importante por las cabras en la época de mayor escasez de forraje, lo cual contribuyó a mejorar el estatus nutricional de las cabras.
- Independientemente del estado fisiológico, sexo, raza o talla de las cabras, el alto consumo de la mariola (*Parthenium incanum*) tanto en la época de abundancia de forraje como de sequía se reflejó en mayores niveles de urea en la sangre de las cabras con la mayor ingestión de esta planta.
- La reducción de los niveles de colesterol en las cabras con alta ingestión de gobernadora sugiere que esta planta posee productos químicos que inhiben la síntesis de colesterol por las cabras.
- La mayor ingestión de *Atriplex canescens* se asoció positivamente con mayores niveles de fósforo en el suero sanguíneo.

RESUMEN

Se determinó los factores que afectan la composición de la dieta e índice de preferencia de cabras en pastoreo, en un matorral parvifolio inerme en el Ejido Jaguey de Ferniza del municipio Saltillo, en el período de lluvia (octubre de 2000) y época de sequía (febrero de 2001). Para los factores genéticos; raza (Nubla y Granadina); estado fisiológico (lactancia, crecimiento y preñez); fenotipo (altura y circunferencia abdominal, condición corporal), desgaste de los dientes y sexo. Así mismo la asociación de la composición botánica de la dieta sobre el contenido de metabolitos y minerales de la sangre de las cabras.

Se colectaron heces vía rectal en ambos períodos, y se aplicó la técnica micro histológica para determinar la composición botánica.

Las cabras lactantes presentaron un 25% mas de arbustivas, mayor diversidad en especies y además de menor

consumo de plantas con alto contenido de pared celular, que las cabras no-lactantes.

Durante el período de lluvia, la estrategia alimenticia de los machos, parece enfocarse a una alta utilización de arbustivas en comparación con las hembras. Las hembras, se concentraron en plantas de porte bajo con alta densidad de nutrientes y alta digestibilidad. En la época de sequía, éstas utilizaron mayor cantidad de arbustivas que los machos. El consumo alto de mezquite y gobernadora por los machos que éstos tienen mayor capacidad de detoxificación por plantas con alto contenido de alelo químicos, en comparación a las hembras. La estrategia alimenticia de cabras gestantes se caracterizó por una diversidad mayor en constituyentes de la dieta, pues las herbáceas y gramíneas fueron más consumidas por las cabras preñadas que por cabras no gestantes.

Las cabras de dientes desgastados se concentraron en el consumo de arbustivas con hojas y ramas tiernas (*Atriplex canescens* y *Opuntia leptocaulis*), pero evitaron el consumo de pastos en la época de lluvia; por el contrario, en época de sequía se vieron forzadas a consumirlos.

Una mejor condición corporal parece derivar de una mayor utilización de gramíneas y herbáceas, resultante quizás de una mayor ingestión de nutrientes digestibles.

Las cabras Nubias usaron una mayor gama de plantas en comparación con las Granadinas. Por el contrario, las Granadinas enfocaron su dieta a la utilización de arbustivas y la discriminación de gramíneas, asimismo, la mayor proporción de gobernadora en la dieta de Granadinas muestra que ésta raza está mejor adaptada al matorral parvifolio inerme que las Nubias.

La mayor cantidad de gobernadora en la época de sequía, en la dieta de cabras adultas indica una habilidad superior tanto para detoxificar como tolerar la fitotoxinas de esta planta. Por otro lado, animales jóvenes buscan forrajes con altos niveles de nitrógeno.

La altura de las cabras permite diferenciar el consumo de forraje por el porte del mismo.

Las cabras con menor circunferencia abdominal eligieron especies menos palatables y resinosas, por el contrario cabras con mayor circunferencia abdominal utilizaron mayor

proporción de herbáceas en comparación con cabras con menor circunferencia abdominal en la época de lluvia.

Debido a que *Opuntia imbricata* permanece verde a través del año, su utilización fue importante por las cabras durante la época de mayor escasez de forraje, lo que contribuyó al mejoramiento del estatus nutricional, reflejado en mayores niveles de glucosa en aquellos animales que utilizaron mas intensamente esta planta.

Independientemente del estado fisiológico, sexo, raza o talla de las cabra, la alta utilización de mariola (*Parthenium incanum*) en ambas épocas, se reflejó en mayores niveles de urea en la sangre de las cabras con alta ingestión de esta planta.

La reducción de los niveles de colesterol en cabras, se asoció con una alta ingestión de gobernadora por las cabras, lo que sugiere que esta planta posee productos químicos que inhiben la síntesis de colesterol en las cabras.

La alta ingestión de *Atriplex canescens* se asoció positivamente con mayores niveles de fósforo en el suero sanguíneo.

LITERATURA CITADA

- Ugraz, G.A. 1983. Cabras productoras de pelo y vellon
Editorial Limusa S. A. D.F. México. fino.
- Nkingbade, A. A., I.V. Nsahlai, C.D., Morris, and P.A. Iji. 2002. Field activities and blood profile of pregnant South African indigenous goats after receiving dihydroxy pyridone-degrading rumen bacteria and grazing *Leucaena leucocephala*-grass or natural pastures. *Journal Agricultural Science*. 138: 103-113.
- Nli, E., and S. H. Sharrow. 1994. Sheep grazing efficiency and selectivity on Oregon hill pasture. *Journal of Range Management*. 47:494-497.
- Nlipayo, D., R. Valdez, J.L. Holechek, and M. Cardenas. 1992. Evaluation of microhistological analysis for determining ruminant diet botanical composition. *Journal of Range Management*. 45:148-152.
- Miden, W.G., and I.A. Whitaker. 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Australian Journal of Agricultural Research*. 21: 755-766.
- Ullison, M.J., E.T. Littlelidge, and L.F. James. 1977. Changes in ruminal oxalate degradation rates associated with adaptation to oxalate ingestion. *Journal of Animal Science*. 45:1173-1179.
- Ullison, M.J., K.A. Dawson, W.R. Mayberry, and J.G. Foss. 1985. *Oxalobacter formigenes* gen. Nov., sp. Nov.: oxalate-degrading anaerobes that inhabit the gastrointestinal tract. *Archives of Microbiology*. 141:1-7-
- Urnold, G. W. 1963. Factors within plant association affecting the behaviour and performance of grazing animal. In: Crisp, D.J. (ed). *Grazing terrestrial and marine environment. A symposium of British Ecological Society*.
Blackwell Scientific Publication. Oxford.

- Arnold, G.W. 1966. The special senses in grazing animals. I. Sight and dietary habits of sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*. 17:521-529.
- Arnold, G. W. and M.L. Dudzinski. 1978. *Ethology of free-ranging domestic animals*. Elsevier Press, New York.
- Arnold, G.W. 1981. *Grazing Behaviour*. In: F.H.W. Morley, editor. *Grazing animals*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. 79-104pp.
- Arnold, G.W. 1985. Regulation of food intake. In: Hudson, R. J. and White, R.G. (eds) *Biogenetics of Wild Herbivores*. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 81-101.
- Askins, G.D., and E.E. Turner. 1972. A behavioral of Angora Goats on West Texas Range. *Journal of Range Management*. 25(2):82-87.
- Astrom, M., P. Lundberg, and K. Danell. 1990. Partial prey consumption by browsers: tress as patches. *Journal Animal Ecology*. 59:287-300.
- Ayantunde, A.A., R.S., Fernandez, P.H.Y., Hiernaux, H. Van Keulen, H.M.J. Udo, and M. Chanono. 2001. Effect of timing and duration of grazing of growing in the west African Sahel on diet selection, faecal output, eating time, forage intake and live-weight changes. *Animal Science*. 72:117-128.
- Bailey, D.W., L.R. Rittenhouse, R.H. Hart, D.M.Swift, and R.W. Richards. 1989. Association of relative food availabilities and locations by cattle. *Journal of Range Mangement*. 42(6): 480-482.
- Bailey, D.W., J.E. Gross, E.A. Laca, L.R. Rittenhouse, M.B. Coughenour, D.M.Swift, and P.L. Sims. 1996. Invited Synthesis Paper. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *Journal of Range Mangement*. 49(5): 386-400.
- Bailey, D. W., D.D. Kress, D.C. Anderson, D.L. Boss, and K.C. Davis. 1998a. Relationship between grazing distribution patterns and performance of beef cows. Abstr. 90th Ann. Mtg. Amer. Soc. Anim. Sci.

- Bailey, D.W., B. Dumont, and Wallis-DeVries. 1998b. Utilization of heterogeneous grasslands by domestic herbivores: Theory to management. *Ann. Zootech.* 47: 321-333.
- Bailey, D.W. 1999. Influence of Species, Breed and Type of Animal on Habitat Selection. Presented in: "Grazing Behavior of Livestock and Wildlife" 1999. Idaho Forest, Wildlife & Range Exp. Sta. Bull. # 70, Univ. of Idaho, Moscow, 112. Editors: K.L. Launchbaugh, K.D. Sanders, J.C. Mosley.
- Bailey, D.W., L.D. Howery, and D.L. Boss. 2000. Effects of social facilitation for locating feeding sites by cattle in an eight-arm radial maze. *Applied Animal Behaviour Science.* 68:93-105.
- Baptista, R., and K.L. Launchbaugh. 2001. Nutritive value and aversion of honey mesquite to sheep. *Journal of Range Management.* 54: 82-88.
- Bartolome, J., J. Franch, M. Gutman, and N.G. Seligman. 1995. Technical Note: Physical factors that influence fecal analysis estimates of herbivore diets. *Journal of Range Management.* 48:267.
- Bartolome, J.J. Franch, J. Plaixats, and N.G. Seligman. 1998. Diet selection by sheep and goats on Mediterranean heat woodland range. *Journal of Range Management* 51:383391.
- Baumgartner, L.L., and A.O. Martín. 1939. Plant histology as an aid in squirrel food habits studies. *Journal of Wildlife Management.* 3:266-268.
- Bazely, D.R. 1990. Rules and cues by sheep foraging in monocultures. In: Hughes, R.N. (editor), *Behavioural mechanisms of food selection.* NATO ASI Series Vol, G20, Springer-Verlag, Berlin, pp 343-367.
- Beaver, E.D., J.E. Williams, S.J. Miller, D.L. Hancock, S.M. Hannah, and D.L. O'Connor, 1989, Influence of breed and diet on growth, nutrient digestibility, body composition and plasma hormones of Brangus and Angus steers. *Journal of Animal Science* 67: 2415-2425.

- Beier, P., and D.R. McCullough. 1990. Factors influencing white-tailed deer activity patterns and habitat use. *Wildlife Monograph*. 5-51.
- Beier, P. 1987. Sex-differences in quality of white-tailed deer diets. *Journal of Mammalogy*. 68: 323-329.
- Belovsky, G.E. 1981. Food plant selection by a generalist herbivore: the moose. *Ecology*. 62: 1020-1030.
- Belovsky, G.E., and O.J. Smithz. 1991. Plant defenses and optima foraging by mammalian herbivores. *Journal of Mammalogy*. 75: 816-832.
- Bell, R.H.V. 1971. A grazing ecosystem in the Serengeti. *Scientific American* 224. 86-93.
- Bjugstad, A.J., H.S. Crawford, and D.L. Neal. 1970. Determining forage consumption by direct observation of domestic grazing animals. U.S. Dept. of Agr. Miscellaneous publication. No 1147, 101-104p.
- Black, P.A., and C.A. Kenney. 1984. Factors affecting diet selection by sheep. II. Height and density of pastures. *Australian Journal Agricultural Research*. 35:565-578.
- Blackburn, W.H. 1984. Impacts of grazing intensity and specialized grazing systems on watershed characteristics and responses. In: *Developing strategies for rangeland management*. Nat. Res. Council/Nat. Acad. Sci. Westview Press. Boulder Colo. pp. 927-993.
- Bleich, V.C., R.T. Bowyer, and J.D. Wehausen. 1977. Sexual segregation in mountain sheep: resources of predation? *Wildlife Monograph*. 3-50.
- Boo, R.M., L.I. Lindstrom, O.R. Elia, and M.D. Mayor. 1993. Botanical composition and seasonal trends of cattle diets on central Argentina. *Journal of Range Management*. 46:479.
- Booth, D.A. 1991. Protein and carbohydrate-specific cravings: neuro science and sociology. In: (M.I. Friedman, M.G. Tordoff and M.R. Kare, editors *Chemical Senses*, Vol. 4. *Appetite and Nutrition*, pp. 261-276 New York: Marcel Dekker Inc.)

- Brown, J.R., and J.W. Stuth. 1993. How herbivory affects grazing tolerant and sensitive grasses in a central Texas grassland: Integrating plant responses across hierarchical levels. *Oikos* 67:291-298.
- Bryant, J.P., F.D. Provenza, J. Pastor, P.B. Reichardt, T.P. Clausen, and J.T. Du Toit. 1991. Interaction between woody plants and browsing mammals mediated by secondary metabolites. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 22:431-446.
- Bryant, L.D. 1982. Response of livestock to riparian zone exclusion. *Journal of Range Management*. 35:780-785.
- Burrit, E.A., and F.D. Provenza. 1989. Food aversion learning: ability of lambs to distinguish safe from harmful foods. *Journal of Animal Science*. 67:1732-1739.
- Canfield, R.H. 1942. Application of the line interception method in sampling range vegetation. *Journal of Forestry*. 39:388-394.
- Castle, M.E., M.C. Retter, and J.N. Watson. 1979. Silage and milk production: Comparisons between three silages of different chop lengths. *Grass and Forage Science* 34: 293-301.
- Cates, R.G., and D.F. Rhoades. 1977. *Prosopis* leaves as a resource for insects. In: B.B. Simpson (Ed.) *Mesquite: its biology in two desert ecosystems*. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc., Stroudsburg, Penn. pp 61-83.
- Centro de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). 1975. Carta Uso del Suelo Huachichil. G14C44. Escala 1/50.000. 2ª Impresión. Distrito Federal, México.
- Centro de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). 1976. Carta edafológica, Huachichil. G14C44. Escala 1/50.000. 1a Impresión. Distrito Federal, México.
- Clutton, B.T.H., and P.H. Harvey. 1983. The functional significance of variation in body size among mammals. *Spec. Publ. of the Am. Soc. Mammal.* 7: 633-663.
- Clutton, B. T.H., F.E. Guinness, and S. D. Albon. 1982a. *Red Deer: Behaviour and Ecology of Two Sexes*. University of Chicago Press, Chicago.

- Clutton, B. T.H., G.R. Iason, S. D. Albon, and F.E. Guinness. 1982b. The effect of lactation on feeding behaviour and habitat use of wild red deer hinds. *Journal of Zoology*. 198:227-236.
- COTECOCA. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. 1979. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaría de Ganadería. Saltillo, Coahuila, México. 255p.
- Cooper, S.D.B., and I. Kyriazakis. 1993. The diet selection of lambs offered food choices of different nutrient density. *Animal Production*. 56: 468-469.
- Cooper, S.D.B., I. Kyriazakis, and J.D. Oldham. 1994. The effect of late pregnancy on the diet selections made by ewes. *Livestock Production Science*. 40:263-275.
- Cooper, S.M., and N. Owen-Smith. 1985. Condensed tannins determine feeding by browsing ruminants in South African savanna. *Oecologia* 67: 142.
- Coopock, C.E., R.W. Everett, N.E. Smith, S.T. Slack, and J.P. Harner. 1974. Variation in forage preference in dairy cattle. *Journal of Animal Science*. 39:1170-1179.
- Cordova, F.J., J.D. Wallace, and R.D. Pieper. 1978. Forage intake by grazing livestock: a review. *Journal of Range Management*. 31:430.
- Cory, V.L. 1927. Activities of livestock on the range. *Texas Agr. Exp. Sta. Buil. No.367*. 55 p.
- Coughenour, M.B. 1991. Spatial components of plant-herbivore interactions in pastoral, ranching, and native ungulate ecosystems. *Journal of Range Management*. 44: 530542.
- Crocker, B.H. 1959. A method of estimating the botanical composition of the diet of sheep. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 2:72-85
- Crooper, M.R. 1987. Growth and development of sheep in relation to feeding strategy. Ph.D. Thesis, University of Edinburgh.

- Cuartas, P., I.J. Gordon, A.J. Hester, F.J. Perez-Barbería, and I.A. Hulbert. 2000. The effect of heather fragmentation and mixed grazing on the diet of sheep *Ovis aries* and red deer (*Cervus elaphus*). *Acta Theriologica*. 45:309320.
- Culley, M.J. 1937. Grazing habits of range cattle. USDA For. Ser. Southwestern Forest and Range Expt. Sta. Res. Rep. No.21: pp. 15-20
- Curtis, J.T., and R.P. McIntosh. 1950. The interrelation of certain analytic and synthetic phyto sociological characters. *Ecology*. 31: 434-455.
- Chavez, A., L.C. Fierro, C. Mena, M. Peña y E. Sanchez. 1979. Composición botánica y valor nutritivo de la dieta de bovinos en pastoreo en un pastizal amacollado arbosufrutescente. *Pastizales* Vol. X:5.
- Church, D.C. 1979. Taste, appetite and regulation of energy balance and control of food intake. In: Church D.C. (ed.) *Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants*. Vol 2, Nutrition O&B Books Inc., Corvallis Oregon.
- De Alba, B.R., J. Winder, J.L. Holechek, and M. Cardenas. 1998. Diets of 3 cattle breeds on Chihuahuan Desert rangeland. *Journal of Range Management* 51:270-275.
- De Bies, S., and S.E. Van Wieren. 1980. Mortality pattern of wild reindeer on Edgeoya (Svalbard). In: Reimers, E. Gaare, Skjenneberg, S. (Eds). *Proceeding of the 2nd International Reindeer caribou Symposium, Norway 1979*. *Dir. Vilt. Og Ferskvann fisk*. Trondheim. pp. 605610.
- Demment, M. W. 1982. The scaling of rumino reticulum size with body-weight in East-African ungulates. *African Journal of Ecology*. 20: 43-47.
- Demment, M. W., and Van Soest, P. J. 1985. A nutritional explanation for body-size patterns of ruminant and non-ruminant herbivores. *American Naturalist*. 125: 641-672.
- Demment, M.W., R.A. Distel, T.C. Griggs, E.A. Laca, and G.P. Deo. 1993. Selective behaviour of cattle grazing rye grass swards with horizontal heterogeneity in patch height and bulk density. *Proceedings of the XVII*

International Grassland Congress 8-21 February 1993. New Zealand and Australia. pp. 712-714.

- Demment, M. W., J. L. Peyraud, and E. A. Laca. 1995. Herbage intake at grazing; a modelling approach. In: (ed. M. Journet, E. Grenet, M.-H. Farce, M. Theriez and V. Demarquilly), Recent developments in the nutrition herbivores. Proceedings of the IVth international symposium on the nutrition of herbivores pp. 121-141. INRA, Paris.
- Devendra, C., and M. Burns. 1970. Goat production in the tropics. Tech. Communication No. 19. Commonwealth Agr. Bur., Farnham Royal, Bucks, England.
- Didier, G., Z. Villca, and P. Abasto. 1994. Diet selection and utilization by llama and sheep in a high altitude-arid rangeland of Bolivia. *Journal of Range Management*. 47:245-248.
- Diste!, R.A., E.A. Laca, T.C. Griggs, and M.W. Demment. 1995. Patch selection by cattle: maximization of intake rate in horizontal heterogeneous pastures. *Applied Animal Behaviour Science*. 45: 11-21.
- Dixon. J.S. 1934. A study of the life history and food habits of mule deer in California. Part II. Food habits. *California Fish and Game* 20: 316-319.
- Domingue, B.M.F., D.W. Dellow, and T.N. Barry. 1991a. The efficiency of chewing during eating and ruminating in goat and sheep. *British Journal of Nutrition*. 65:355-363.
- Domingue, B.M.F., D.W. Dellow, and T.N. Barry. 1991b. Voluntary intake and rumen digestion of a low-quality roughage by goats and sheep. *Journal of Agricultural Science*. 117:111-120.
- Doran. C.W.1943. Activities and grazing habits of sheep on summer range. *Journal of Forestry*. 41:253-258.
- Druzinsky, R.E. 1993. The time allometry of mammalian chewing movements—chewing frequency scales with body-mass in mammals. *Journal of Theoretical Biology* 169: 427-440.

- Dryden, G.M., K.J. Stafford, G.C. Waghorn, and T.N. Barry. 1995. Comminution of roughages by red deer (*Cervus elaphus*) during the prehension of feed. *Journal of Agricultural Science*. 125:407-414.
- Duncan, A.J., S.E. Hartley, and G.R. Iason. 1994a. The effect of monoterpene concentrations in Sitka spruce (*Picea sitchensis*) on the browsing behaviour of red deer (*Cervus elaphus*). *Canadian Journal Zoology*. 72, 1715-1720.
- Duncan, A.J., S.E. Hartley and G.R. Iason. 1994b. Fine-scale discrimination of forage quality by sheep offered a soybean meal or barley supplement while grazing a nitrogen-fertilized heather (*Calluna vulgaris*) mosaic. *Journal of Agricultural Science*. 123:363-370.
- Duncan, A.J., P. Frutos, and I. Kyriazakis. 1998. Conditioned Food Aversions to Oxalic Acid in the Plants of Sheep and Goats. *MaCaulay Land Use Research Institute, Craigiebuckler, Aberdeen, AB25 15x UK*. T. Gardland and AC Barr, editor New York CAB International.
- Duncan, A.J., P. Frutos, and S.A. Young. 2000. The effect of rumen adaptation to oxalic acid on selection of oxalic-acid-rich plants by goats. *British Journal of Nutrition*. 83: 59-65.
- Dusi, J.L. 1949. Method for the determination of food habits by plant micro techniques and histology and their application to cottontail rabbit food habits. *Journal of Wildlife Management*. 13: 259-298.
- Du-Toit, J.T., F.D Provenza, and A.S. Nassis. 1991. Conditioned food aversions: how sick must a ruminant get before it detects toxicity in foods?. *Applied Animal Behaviour Science* 30:35-46.
- Edwards, G.R., J.A. Newman, A.J. Parson, and J.R. Krebs. 1994. Effects of the scale and spatial distribution of the food resource and animal state on diet selection an example with sheep. *Journal of Animal Ecology*. 63:816-826.
- Egan, A.R. 1970. Nutritional status and intake regulation in sheep. VI. Evidence for variation in setting of an intake regulatory mechanism relating to the digesta content of

the reticulo rumen. Australian Journal of Agricultural Research. 21:735-746.

- Egan, A.R. 1980. Host animal-rumen relationships. Proceedings of the Nutrition Society 39:79-87.
- Ellis, J.E., J.A. Wiens, C.F. Rodell, and J.C. Anway. 1976. A conceptual model of diet selection as an ecosystem process. Journal of Theoretical Biology 60:93-108.
- Estell, R.E., E.L. Fredrickson, D.M. Anderson, K.M. Havstad, and M.D. Remmenga. 1998. Relationship of tarbush leaf surface terpene profile with livestock herbivory. Journal of Chemical Ecology. 24: 1-12.
- Everitt, J.H., C.I. Gonzalez, G.Scott, and B.E. Dahl. 1981. Seasonal Food Preferences of Cattle on Native Range in the South Texas Plains. Journal of Range Management. 34:384-388.
- Fedele, V., M. Pizzillo, S. Claps, P. Morand-Fehr, and R. Rubino. 1993. Grazing behavior and diet selection of goats on native pasture in Southern Italy. Small Ruminant Research. 11: 305-322.
- Ferrar, C. R.F., and M. Petit. 1995a. The influence of animal age and sward height on the herbage intake and grazing behaviour of Charolais cattle. Animal Science. 61: 497506.
- Ferrar, C. R.F., M. Petit, and P. Dhour. 1995b. The effect of sward height on grazing behaviour and herbage intake of three sizes of Charolais cattle grazing cocksfoot (*Dactylis glomerata*) swards. Animal Science. 61:511518.
- Ferrel, C.L., C.T. Murray, and T.G. Jenkins. 1996. Energy utilization by mature non pregnant, non lactating cows of different types. Journal of Animal Science. 58: 234-243.
- Forbes, J.M. 1983. Physiology of regulation of food intake. In: (Ed. J.A.F. Rook and P.C. Thomas). Nutritional Physiology of Farm Animals Longman Press, London. p 177-292.

- Fortelius, M. 1985. Ungulate cheek teeth: developmental, functional, and evolutionary interactions. *Acta Zoologica. Fennicia*. 180: 1-76.
- Fracker S.B., and J.A. Briske. 1944. Measuring the local distribution of ribes. *Ecology*. 25: 283-303.
- Fraps, G.S., and V.L. Cory. 1940. Composition and utilization of range vegetation of Sutton and Edwards counties. *Tex. Agr. Exp. Sta. B-586*. 3 p.
- Fraser, M.D., and I.J. Gordon. 1997a. Organic matter intake, diet digestibility and feeding behaviour of goats, red deer and South camelids feeding on three contrasting Scottish vegetation communities. *Journal of Applied Ecology*. 34:687-698.
- Fraser, M.D., and I.J. Gordon. 1997b. The diet of goats, red deer and South American camelids feeding on three contrasting upland vegetation communities. *Journal of Applied Ecology*. 34:668-686.
- Freeland, W.J. 1991. Plant secondary metabolites: biochemical coevolution with herbivores, In: R.T. Palo, and C.T. Robbins (eds.) *Plant defenses against Mammalian herbivory*. CRS Press, BocaRaton Florida. pp. 61-81.
- Frixel, J.M. 1991. Forage quality and aggregation by large herbivores. *American Naturalist*. 138:478-498.
- Ganskopp, D., and J. Rose. 1992. Bunchgrass basal area affects selection of plants by cattle. *Journal of Range Management*. 45:538-541.
- García, E. 1975. *Modificación a la clasificación climática de Köppen*. Segunda edición. Instituto de Geografía. UNAM. Distrito Federal, México.
- García, J. and W.G. Hankins. 1975. The evolution of bitter and the acquisition of toxiphobia. In: D. Deaton, and J. Coghlan(ed). *Olfaction and taste* Academic Press, New York. pp 39-41.
- Genin, D., and A.P. Pijoan. 1993. Seasonality of goat diet and plant acceptabilities in the coastal scrub of Baja California. *Small Ruminant Research*. 10:1-11.

- Gipps, J.M., and G.D. Sanson. 1984. Mastication and digestion in *Pseudocheirus*. In: Smith, A.P. & Hume, I.D. (Eds). *Possum and gliders*: Sidney: Australian: Mammalogy Society. Pp. 237-246.
- Gordon, I.J. 1997. Natural Heritage Management-Herbivore Foraging. The MacCaulay Institute. Programme Manager Animal Ecology in Grazed Ecosystems. Aberdeen AB158QH, UK pp. 57-65.
- Green, L.W., J.F. Baker, and P.F. Hardt. 1989. Use of animal breeds and breeding to overcome the incidence of grass tetany: A Review. *Journal of Animal Science* 67: 3463-3469.
- Greenwood, B.B. and M.W. Demment. 1988. The effect of fasting on short-term cattle grazing behaviour. *Grass and Forage Science*. 43: 377-386.
- Griggs, T.C., R.A., Distel, and M.W. Demment. 1991. Bite dimensions and intake of cattle within feeding stations as affected by horizontal sward heterogeneity and hunger level. In: 2nd Grazing Livestock Nutrition Conference 173 Steamboat Spring, Colo: Okla State University. pp 178-192.
- Grings, E.E., D.C. Adams, and R.E. Short. 1995. Diet quality of suckling calves and mature steers on Northern Great Plains rangelands. *Journal of Range Management*. 48:434-441.
- Grings, E.E., R.E. Short, M.R. Haferkamp, and R.K. Heitschmidt. 2001. Animal age and sex effects on diets of grazing cattle. *Journal of Range Management*. 54:7781.
- Gross, J.E., M.W. Demment, P.U. Alkon, and M. Kotzman. 1995. Feeding and chewing behaviors of Nubian ibex — compensation for sex-related differences in body-size. *Functional Ecology*. 9:385-393.
- Guevara, S.F. 1980. Alimentación artificial en cabritos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia. UNAM. D.F. México.
- Gutierrez, A. J.L. 1991. Nutrición de Rumiantes en Pastoreo. Colección Textos Universitarios. Universidad Autonoma de Chihuahua. 279 p.

- Hadjigeorgiou, I.E., I.J. Gordon, and J.A. Milne. 2001. The intake and digestion of range of temperate forages by sheep and fibre-producing goats. *Small Ruminant Research* 39:167-179.
- Halls, L.K. 1954. The approximation of cattle diets through herbage sampling. *Journal of Range Management*. 7:269-270.
- Hanley, T.A. 1982. The nutritional basis for food selection by ungulates. *Journal of Range Management*. 35: 146-151.
- Hansen, R.M. 1976. Estimation of herbage intake from jackrabbit faeces. *Journal of Range Management* 25: 468-471.
- Hansen, R.M. and B.J. Dearden. 1975. Winter foods of mule deer in Piceance Basin, Colorado. *Journal of Range Management*. 28:298-300.
- Hansen, R.M., M.K. Johnson, and T.R. Van Denvender. 1970. Food of the desert tortoise, *Gopherus agassizii* in Arizona and Utah. *Herpetologica*. 32: 274-251.
- Havstad K.M., and D.E. Doornbos. 1987. Effect of biological type on grazing behaviour and energy intake. In: *Proceedings of Grazing Livestock Nutrition Conference*. Jackson, Wyo. pp 9-15.
- Heady, H.F. 1964. Palatability of herbage and animal preference. *Journal of Range Management*. 17: 76-82.
- Herbel, C.H., and A.B. Nelson. 1966a. Activities of Hereford and Santa Gertrudis cattle on a southern New Mexico range. *Journal of Range Management*. 19:173-181.
- Herbel, C.H., and A.B. Nelson. 1966b. Species preference of Hereford and Santa Gertrudis Cattle on A Southern New Mexico Range. *Journal of Range Management*. 19:177-181.
- Hodgson, J. 1985. The control of herbage intake in the grazing ruminant. *Proceedings of the Nutrition Society*. 44:339-346.

- Hofmann, R.R. 1989. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: comparative view of their digestive system. *Oecologia* 78: 443-457.
- Holechek, J.L., R.D. Pieper, and C.H. Herbel. 1989. In: *Range Management: Principles and Practices*. Prentice Hall. New Jersey USA 501 p. pp 250-263
- Holechek, J.L., R.D. Pieper, and C.H. Herbel. 1995. *Range Management: Principles and Practices*, 2 edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New York.
- Holland, E.A., W.J. Parton, J.K. Detling, and D.L. Coppock. 1992. Physiological responses of plant populations to herbivore and their consequences for ecosystem nutrient flow. *American Naturalist*. 140: 685-706.
- Hutchings, M.R., I. Kyriazakis, and I.J. Gordon. 2001. Herbivore physiological state affects foraging trade-off decisions between intake and parasite avoidance. *Ecology*. 82: 1138-1150.
- Illius, A. W. 1989. Allometry of food intake and grazing behaviour with body size in cattle. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge 113: 259-266.
- Illius, A. W., and Gordon, I. J. 1987. The allometry of food intake in grazing ruminants. *Journal of Animal Ecology*. 56: 989-999.
- Illius, A.W., and I. J.Gordon. 1992. Modelling the nutritional ecology of ungulate herbivores: evolution of body size and competitive interactions. *Oecologia* 89: 428-434.
- Illius, A.W., D.A. Clarke, and J. Hodgson. 1992. Discrimination and patch choice by sheep grazing grass clover swards. *Journal of Animal Ecology*. 61: 183-194.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática (INEGI). 2000. Carta Topográfica. Huachichil. G14C44. Escala 1/50.000. 1a Impresión. Distrito Federal, México.
- Jenks, J.A., D.M. Leslies, R.L. Lochmiller, and M.A. Melchior. 1994. Variation in gastrointestinal characteristics of male and female white-tailed deer: Implications for resource partitioning. *Journal of Mammalogy*. 75:1045-1053.

- Jiang, Z., and R.J. Hudson. 1993. Optimal grazing of wapiti (*Cervus elaphus*) on grassland: match and feeding station departure rules. *Evolutionary Ecology*. 7: 488-498.
- Jung, H.G., and L.J. Koong. 1985. Effects of hunger satiation on diet quality by grazing sheep. *Journal of Range Management*. 38: 302-305.
- Kinutia, R.N., J. J.Powell, F.C. Hinds, and R.A. Olson. 1992. Range animal diet composition in south central Wyoming. *Journal of Range Management*. 45:542-545.
- Kirby, D.R., T.P. Hanson, and C. Hull. 1997. Diet of Goats Grazing Leafy Spurge *Euphorbia esula*-Infested Rangeland. *Weed Technology*. 11:734-738.
- Kotliar, N.B., and J.A. Weins. 1990. Multiple scales of patchiness and patch structure: A hierarchical framework for study of heterogeneity. *Oikos* 59: 253-260.
- Kyriazakis, I. and J.D. Oldham. 1993. Diet selection in sheep: the ability of growing lambs to select a diet that meets their crude protein (nitrogen x 6.25) requirements. *British Journal of Nutrition*. 69:617-629.
- Kyriazakis, I., J.D. Oldham, R.L. Coop, and F. Jackson. 1994. The effect of subclinical intestinal nematode infection on the diet selection of growing sheep. *British Journal of Nutrition* 72:665-667.
- Kyriazakis, I., T.G. Papachristou, A.J. Duncan, and I.J. Gordon. 1997. Mild conditioned food aversions developed by sheep toward flavors associated with plant secondary compounds. *Journal of Chemical Ecology*. 23: 727-746
- Kyriazakis, I., D. H. Anderson, and A.J. Duncan. 1998. Conditioned flavour aversions in sheep: the relationship between the dose rate of a secondary plant compound and the acquisition and persistence of aversions. *British Journal of Nutrition*. 79, 55-62.
- Kyriazakis, I., B.J. Tolcamp and G. Emmans. 1999. Diet selection and animal state: an integrative framework. *Proceeding of Nutrition Society*. 58:765-772.

- Laca, E.A., E.D. Ungar, N. Seligman, and M.W. Demment. 1992. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. *Grass and Forage Science*. 47:91-102.
- Laca, E. A., M. W. Demment., R. A. Distel, and T. C. Griggs. 1993a. A conceptual model to explain variation in ingestive behaviour within a feeding patch. *Proceedings of the XVII International Grassland Congress*, pp. 710712.
- Laca, E.A., R.A., Distel, T.C. Griggs, G.P. Deo, and M.W. Demment. 1993b. Field Test of Optima' Foraging with cattle: the marginal value theorem successfully predicts patch selection and utilization. *Department of Agronomy and Range Science, University of California, Davis, CA*.
- Laca, E.A., E.D. Ungar, and M.W. Demment. 1994a. Mechanisms of handling time and intake rate of a large mammalian grazer. *Applied Animal Behaviour Science*. 39: 3-19.
- Laca, E.A., R.A. Distel, T.C. Griggs, G.P. Deo, and M.W. Demment. 1994b. Effects of canopy structure on patch depression by grazers. *Ecology*. 75: 706-716.
- Laca, E.A., and I.M. Ortega. 1995. Integrating Foraging Mechanisms Across Spatial Temporal Scales. p. 129132. *Fifth International Rangeland Congress 1995. Salt Lake City Utah*.
- Laca, EA., and M.W. Demment. 1996. Foraging Strategies of Grazing Animals. *Cab. International. The Ecology and Management of Grazing Systems* (eds. J. Hodgson and A.W. Illius), p. 137-158.
- Laca, A. E. 1998. Spatial memory and food searching mechanisms of cattle. *Journal of Range Management*. 51: (4):370-378.
- Langland, J.P. 1969. Studies on the nutritive value of the diet selected by grazing sheep. IV. Variation in the diet selected by sheep differing in age, breed, sex, strain and previous history. *Animal Production*. 11: 369-378.
- Lanyon, J.M. and G.D. Sanson. 1986. Koala (*Phascolarctos cinereus*) dentition and nutrition. II. Implications of tooth

wear in nutrition. *Journal of Zoology*. London 209:169-181.

- Launchbaugh, K.L. 1996. Biochemical aspects of grazing behavior. In: J. Hodgson, and A.W. Illius (eds.). *The ecology and management of grazing systems*. Cab International, Wallingford, UK. pp. 159-183.
- Le Du, Y.L.P., and R.D. Baker. 1981. The digestibility of herbage selected by oesophageally fistulated cows, steer calves, and wether sheep when strip. *Grazing together*. *Grass and Forage Science*. 36:237-239.
- Lechner-Doll, M., M. Kaske, and W.V. Engeldhart. 1991. Factors affecting the mean retention time of particles in the forestomach of ruminants and camelids. In: *Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants*. Tsuda, T., Y. Sasaki, and R. Kawashima (Eds). New York: Academic Press. pp. 455-492.
- Lee, J.A., and G.R. Pearce. 1984. The effectiveness of chewing during eating on particle-size reduction of roughages by cattle. *Australian Journal Agricultural Research*. 35: 609-618.
- Loehle, C., and L.R. Rittenhouse. 1982. An analysis of forage preference indices. *Journal of Range Management*. 35(3): 316-320
- Lopez, T. R. and R.E. García. 1995. Botanical composition and diet quality of goats grazing natural and grass reseeded shrublands. *Small Ruminant Research*. 16: 37-47.
- Lu, C.D. 1988. Grazing behavior and diet selection of goats. *Small Ruminant Research*. 1: 205-216.
- Lucas, P.W. 1979. The dental-dietary adaptations of mammals. *N. Jb. Paldont. Mh.* 8:486-512.
- Lucas, P.W., I.M. Turner, N.J. Dominy, and N. Yamashita. 2000. Mechanical Defences to Herbivory. *Annals of Botany*. 86:913-920.
- Luke, D.A., and P.W. Lucas. 1985. Chewing efficiency in relation to occlusal and other variations in the natural human dentition. *British Dental Journal*. 159: 401-403.

- VlacArthur, R.H., and E.P. Pianka. 1966. On the optimal use of patchy habitat. *American Naturalist*. 100:603-609.
- Vlack Rae, J.C. and G.E. Loblely. 1998. Interactions between energy and protein. In: L.P. Milligan, W.L. Grovum and A. Dobson, (Eds). *Control of digestion and metabolism in ruminants*. Englewood Cliffs, NJ. Prentice Hall. pp 367-385.
- vlaher, C. 1945. The goat: Friend or foe? *East African Journal*. 11: 115-121.
- M.B., and B. E. Coblentz. 1996. Sexual segregation in Rocky-mountain mule deer. *Journal of Wildlife Management*. 60: 497-507.
- Jlalechek, J.C. 1971. The botanical and nutritive composition of goats diets on lightly and heavily grazed ranges in the Edward plateau of Texas. Ph.D. Dissertation. Texas A&M University. College Station 61p.
- J'antena, M.B., J.L. Navarro, J.M. Gonnet and S.A. Monge. 1996. Diet of greater Rheas in an agroecosystem of central Argentina. *Journal of Wildlife Management*. 60:586-592.
- litarinier, S.L. and A.J. Alexander. 1991. Selective grazing behavior in horses: Development of methodology and preliminary use of tests to measure individual grazing ability. *Applied Animal Behaviour Science*. 30: 203-221.
- Ilayén, M.J. 1989. *Explotación caprina*. Editorial Trillas. D.F. México 124 pp.
- Aaywald, D., M. E. McArthur, G. L. Jorgensen, R. Stevens, and S.C. Walker. 1998. Experimental evidence for sex-based palatability variation in fourwing saltbush. *Journal of Range Management*. 51:650-654.
- AcArthur, C., and G.D. Sanson. 1988. Tooth wear eastern grey kangaroos (*Macropus giganteus*) and western grey kangaroos (*Macropus fuliginosus*), and its potential influence on diet selection, digestion and population parameters. *Journal of Zoology*. (London). 215: 491-504.
- AcInnis, M.L., M. Vavra, and W.C. Krueger. 1983. A Comparison of Four Methods Used to Determine the

Diets of Large Herbivores. Journal of Range Management. 36:302-326.

McLeod, M.N., P.M. Kennedy, and D.J. Minson. 1990 Resistance of leaf and stem fractions of tropical forage to chewing and passage in cattle. British Journal of Nutrition 63: 105-119.

McNaughton, S.J. 1984. Grazing lawns: Animals in herds, plant form, and coevolution. American Naturalist. 124: 863-886.

McNaughton, S.J., and N.J. Georgadis. 1986. Ecology of African grazing and browsing mammals. Annual Review of Ecology and Systematics. 17: 39-65.

McSweeney, C.S., and P.M. Kennedy. 1992. Influence of dietary particle-size on chewing activity and reticulum ruminal motility in goats and sheep fed wheat (*Triticum aestivum*) hay. Small Ruminant Research. 9:107-115.

Mead, R.J., A.J. Oliver, D.R. King, and P.H. Hubach. 1985 The co-evolutionary role of fluoracetate in plant-animal interactions in Australia. Oikos. 44:45-60.

Mellado, M., R.H. Foote, A. Rodriguez, and P. Zarate. 1991 Botanical composition and nutrient content of diet selected by goat grazing on desert grassland in Northern México. Small Ruminant Research. 6:141-150.

Mellado, M., R. Valdéz, L.M. Lara., R. López. 2002. Stocking rate effects on goats: A research observation. Journal of Range Management. (en prensa).

Mendoza H, J.M. 1984. Diagnóstico climático para la zona de influencia inmediata de la UAAAN. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo Coahuila; México. 615p.

Merrill, L.B. 1975. The role of goats in biological control brush. P. 372-376. In: Beef cattle science Handbook Vol 12. International Stockmen's School, San Antonio Texas.

Meyer, M.W., and W.H. Karasov. 1991. Chemical aspects of herbivory in arid and semiarid habitats. p.167-187. In R.T. Palo and C.T. Robbins (eds.) plant defense

against mammalian herbivory. CRC. Press, Boca Raton, Florida.

- Migongo, B.W., and R.M. Hansen. 1987. Seasonal diets of camels, cattle, sheep, and goats in a common range in eastern Africa. *Journal of Range Management*. 40:76-79.
- Milchunas, D.G., and W.K. Lauenroth. 1993. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over global range of environments. *Ecological Monographs*. 63(4): 327-366.
- Milne, J.A., L. Bagley, and S.A. Grant. 1979. Effects of season and level of grazing on the utilization of heather by sheep. 2. Diet selection and intake. *Grass and Forage Science*. 34: 45-53.
- Milne, J.A. 1991. Diet selection by grazing animals. *Proceeding of Nutrition Society*. 30: 77-85.
- Mirza, S.N. and F.D. Provenza. 1990. Preference of the mother affects selection and avoidance of foods by lambs differing in age. *Applied Animal Behaviour Science*. 28:255-263.
- Mirza, S.N. and F.D. Provenza. 1994. Socially induced food avoidance in lambs: Direct or indirect maternal influence. *Journal of Animal Science*. 72: 899-902.
- Mohammad, A.G., C.A. Ferrando, L.W. Murray, R.D. Pieper, and J.D. Wallace. 1996. Season and sex influence on botanical composition of cattle diets in southern New Mexico. *Journal of Range Management*. 49:204-208.
- Mohammad, A.G., R.D. Pieper, J.D. Wallace, J.L. Holechek, and L.W. Murray. 1995. Comparison of fecal analysis and rumen evacuation techniques for sampling diet botanical composition of grazing cattle. *Journal of Range Management*. 48:202-205.
- Molyneaux, R.J. and M.H. Ralps. 1992. Plant toxins and palatability to herbivores. *Journal of Range Management*. 45:13-18.
- Muhikambele, V.R.M., E. Owen, J.E. Owen, L.A. Mtenja. 1998. Capacity of goats to reach for food through tombstone barriers, as affected by position of food, body weight and body dimensions. *Animal Science*. 66: 415-422.

- Murphy, M.R., and J.M. Nicoletti. 1984. Potential reduction of forage and rumen digesta particle-size by microbial action. *Journal Dairy Science*. 67: 1221-1226.
- Murray, M.G. 1991. Maximizing energy retention in grazing ruminants. *Journal of Animal Ecology*. 60: 1029-1045.
- Mysterud, A., and F.J. Perez-Barberia. 2001. The effect of season, sex and feeding style on home range area versus body mass scaling in temperate ruminants. *ecología*. 127:30-39.
- Nelson, A.B., C.H. Herbel, and H.M. Jackson. 1970. Chemical composition of forage species selected by cattle on an arid New Mexico range. *New Mexico Agr. Exp. Sta. Bull.* 561
- Newman, J. A., A. J. Parsons, and A. Harvey. 1992. Not all sheep prefer clover: Diet selection revisited. *Journal of Agricultural Science*. 119, 275-283.
- Newman J.A., P.D. Penning, A.J. Parsons, A. Harvey, and R.J. Orr. 1994. Fasting affects intake behaviour and diet preference of grazing sheep. *Animal Behaviour*. 47: 185-193.
- Newman, J.A., A.J. Parsons, J.H. M. Thornley, P.D. Penning, and J.R. Krebs. 1995. Optimal diet selection by a generalist grazing herbivore. *Functional Ecology* 9: 255-268
- Nge'the, J.C., and T.W. Box. 1976. Botanical composition of Eland and Goat Diets on an Acacia-grassland Community in Kenya. *Journal of Range Management*. 29:290-293.
- Ngugi, K.R., J. Powell, F.C. Hinds, and R.A. Olson. 1992. Range animal diet composition in south-central Wyoming. *Journal of Range Management*. 45:542-550.
- Nolte, D.L., and F.D. Provenza. 1992. Food preferences in lambs after exposure to flavors in milk. *Applied Animal Behaviour Science*. 32: 381-389.
- Nolte, D.L., J.R. Mason and S.L. Lewis. 1994. Tolerance of bitter compounds by an herbivore, *Cavia porcellus*. *Journal of Chemical Ecology*. 20: 303-308.

- Novellie, P.A. 1978. Comparison of foraging strategies of blesbok and springbok on the Transvalal highveld. South African Journal Wildlife Research. 8:137-144.
- O'Reagain, P.J., and E.A. Grau. 1995. Sequence of species selection by cattle and sheep on South African sourveld. Journal of Range Management. 48:314-321.
- Oosting, H.J. 1956. The study of plant communities. W. H. Freeman and Co., San Francisco. 440 p.
- Orr, R.J., P.D. Penning, S.M. Rutter, R.A. Champion, A.H. Harvey, and A.J. Rook. 2001. Intake rate during meals and meal duration for sheep in different hunger states, grazing grass or white clover. Applied Animal Behaviour Science. 75:33-45.
- Osoro, K., M. Oliván, R. Celaya and A. Martínez. 1999. Effects of genotype on the performance and intake characteristics of sheep grazing contrasting hill vegetation communities. Animal Science. 69: 419-426.
- Owen, J.B. 1992. Genetic aspects of appetite and feed choice in animals. Journal of Agricultural Science. 119: 151-155.
- Owens, M.K. 1991. Utilization patterns by Angora goats within the plant canopies of two *Acacia* shrubs. Journal of Range Management. 44: 456-461.
- Owen-Smith, N. 1979. Assessing the foraging efficiency of a browsing herbivore, the kudu. South African Journal Wildlife Research. 9:102-110.
- Owen-Smith, N. 1994. Foraging responses of kudus to seasonal changes in food resources: elasticity in constraints. Ecology. 75:1050-1062.
- Papachristou, T.G., and .S. Nastis. 1993. Nutritive value of diet selected by goats grazing on kermes oak shrublands with different shrub and herbage cover in Northern Greece. Small Ruminant Research. 12:35-44.
- Parsons, A.J., Newman, J.A., Penning, P.D., Hervey, A., and R.J. Orr. 1994. Diet preference by sheep effects of recent diet, physiological state species abundance. Journal of Animal Ecology. 63: 465-478.

time of temperate ruminants: a reanalysis. *Oecología*. 120: 193-197.

- Pérez, B.F.J., and I.J. Gordon. 2001a. Relationships between oral morphology and feeding style in the Ungulata: a phylogenetically controlled evaluation. *Proceeding of Royal Society, London*. 268:1021-1030.
- Pérez, B.F.J., I.J. Gordon and A.E. Illius. 2001b. Phylogenetic analysis of stomach adaptation in digestive strategies in African ruminants. *Oecología*. 129:498-508.
- Phillips, G.D. 1961. Physiological comparisons of European and Zebu steers. I. Digestibility and retention times of food and rate of fermentation of rumen contents. *Research Veterinary Science*. 2:202-208.
- Pond, K.R., W.C. Ellis, and D.E. Akin. 1984. Ingestive mastication and fragmentation of forages. *Journal of Animal Science*. 58: 1567-1574.
- Poppi, D., B. Norton, D. Minson, and R. Hendricksen. 1980. The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. *Journal of Agricultural Science*. 94:275-280.
- Post, D.M., T.S. Armbrust, E.A. Horne, and J.R. Goheen. 2001. Sexual segregation results in differences in content and quality of bison diets (*Bos bison*). *Journal of Mammology*. 82:407-413.
- Prache S. 1997. Intake rate, Intake per bite and time per bite of lactating ewes on vegetative and reproductive swards. *Applied Animal Behaviour Science*. 52: 53-64.
- Prache S., C. Roguet, and M. Petit. 1998a. How degree of selectivity modifies foraging behaviour of dry ewes on reproductive compared to vegetative sward structure. *Applied Animal Behaviour Science*. 57: 91-108.
- Prache, S. I. J. Gordon, and A.J. Rook. 1998b. Foraging behavior and diet selection in domestic herbivores. *Annals Zootechnique*. 47, 335-345.
- Pritz, R.K., K.L. Launchbaugh, and C.A. Taylor Jr. 1997. Effect of breed and dietary experience on juniper consumption by goats. *Journal of Range Management*. 50: 600-606.

- Provenza, F.D., and J.C. Malechek. 1986. A comparison of food selection and foraging behavior in juvenile and adult goats. *Applied Animal Behaviour Science*. 16: 4961.
- Provenza, F.D., and D.F. Balph. 1987. Diet learning by domestic ruminants: Theory, evidence, and practical implications. *Applied Animal Behaviour Science*. 18: 211232.
- Provenza, F.D., and D.F. Balph. 1990. Applicability of five diet-selection models to various foraging challenges ruminants encounters. Pages 423-459 In: R.N. Hughes (ed.) *Behavioural mechanisms of food Selection*. NATO ASI Series G: Ecological Series, Vol, 20, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Provenza, F.D., J.J. Lynch, and J.V. Noland. 1993. The relative importance of mother and toxicosis in the selection of foods by lambs. *Journal of Chemical Ecology*. 19:313-323.
- Provenza, F.D., J.J. Linch, E.A. Burritt, and C.B. Scott. 1994. How goats learn to distinguish between novel foods that differ in postingestive consequences. *Journal of Chemical Ecology*. 20:609-624.
- Provenza, F.D. 1995. Post-ingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. *Journal of Range Management*. 48:2-17.
- Provenza, F.D. 1996. Acquired aversions as the basis for varied diets of ruminants foraging on rangelands. *Journal of Animal Science*. 74: 2010-2020.
- Provenza, F.P., and K.L. Launchbaugh. 1999. Foraging on the Edge of Chaos. Presented in: K.L. Launchbaugh, K.D. Sanders and J.C. Mosley (Eds). *Grazing Behavior of Livestock and Wildlife*. Idaho Forest, Wildlife & Range.
- Ralphs, M.H. 1999. Continued food aversion: Training livestock to avoid eating poisonous plants. *Journal of Range Management*. 45: 66-51.
- Ralphs, M.H., D. Graham, and L.F. James. 1994. Social facilitation influences cattle to graze locoweed. *Journal of Range Management*. 47: 123-126.

- Raiph, M.H., and F.D. Provenza. 1999. Conditioned food aversion: principles and practices, with special reference to social facilitation. *Proceedings of the Nutrition Society*. 58:813-820.
- Ramírez, R.G., and J.A. Lara. 1998. influence of native shrubs *Acacia rigidula*, *Cercidium macrum* and *Acacia farnesiana* on digestibility and nitrogen utilization by sheep. *Small Ruminant Research*. 28:39-45.
- Ramírez, R.G., H. González-Rodríguez, M.V. Gomez-Meza, and M.A. Perez-Rodríguez. 1999. Feed value of foliage from *Acacia rigidula*, *Acacia berlandierí* and *Acacia farnesiana*, *Journal of Applied Animal Research*. 16:2332.
- Revesado, P. R., A.R. Mantecon, P. Frutos, and J.S. González. 1994. Comparative studies of diet selection by Churra and Merino genotypes grazing on a hill shrub community. In: (Eds). T. L. J. Lawrence, D. S: Parker and P. Rowlinson. *Livestock production and land use in hills and uplands British Society of Animal Production occasional publication No. 18*, pp. 111-112.
- Richman, L.M., and D.E. Johnson. 1995. Diet selection by goats in the sagebrush steppe of eastern Oregon. *Small Ruminant Research*. 18:7-17.
- Rodríguez, R.M., and M.M. Kothmann. 1998. Best linear unbiased prediction of herbivore preferences. *Journal of Range Management* 51:19-28.
- Roguet, C., B. Dumont, and S. Prache. 1998. Selection and use of feeding stations by herbivores: A Review. *Annals of Zootechnique*. 47:225-244.
- Roseburg, H.C. 1981. Wildlife science: gaining reliable knowledge. *Journal of Wildlife Management*. 45:293-313.
- Rosiere, R.E., R.F. Beck, and J.D. Wallace. 1975. Cattle diets on semidesert grassland: Botanical composition. *Journal of Range Management*. 28:89-93.
- Santucci, P.M. and O. Maestrini. 1985. Body condition of dairy goats in extensive systems of production: method of estimation. *Annals of Zootechnique*. 34:473-474.

- SARH. Secretaria de Agricultura y Recursos Hídricos. 1984. Censos Pecuarios de Coahuila. Delegación Coahuila. Saltillo Coahuila.
- Semiadi, G., T.N. Barry, K.J. Stafford, P.D. Muir, and C.S.W. Reid. 1994. Comparison of digestive and chewing efficiency and time spent eating and ruminating in sambar deer (*Cervus elaphus*). *Journal of Agricultural Science*. 123:89-97.
- Senft, R.L. 1987. Hierarchical foraging models: effects of stocking and landscape composition on simulated resource use by cattle. *Ecology Modelling* 46:283-303.
- Senft, R.L., M.B. Coughenour, D.W. Bailey, L.R. Rittenhouse, O.E. Sala, and D.M. Swift. 1989. Large herbivore foraging and ecological hierarchies. *Bioscience*. 37: 789799.
- Shine, R. 1989. Ecological causes for the evolution of sexual dimorphism: a review of the evidence. *Quarterly Review of Biology*. 64: 419-461.
- Shipley, L.A., J.E. Geoss, D.E. Spalinger, N.T. Hobbs, and B.A. Wunder. 1994. The scaling of intake rate in mammalian herbivores. *American Naturalist*. 144: 10551082.
- Sidahmed, A.E., J.G. Morris, and S.R. Radosevich. 1981. Summer diet of Spanish goats grazing chaparral. *Journal of Range Management*. 34:33-35.
- Skoglanol, T. 1988. Tooth wear by food limitation and its life history consequences in wild reindeer. *Oikos*. 51:238242.
- Smith, G.S. 1992. Toxication and detoxification of plant compounds by ruminants: an overview. *Journal of Range Management*. 45:25-30.
- Smith, G., J.L. Holechek, and M. Cardenas. 1994. Observation: Cattle diets on excellent and good condition Chihuahuan desert rangelands. *Journal of Range Management*. 47:405-409.
- Snowder, G.D., J.W. Walker, K.L. Launchbaugh, and L.D. Van Vleck. 2001. Genetic and phenotypic parameters for

dietary selection of mountain big sagebrush (*Artemis tridentata*) Nutt spp. *Vaseyana* [Rydb] Beetle) Rambouillet sheep. *Journal of Wildlife Management*. 156-161.

Solbrig, O.T., N.J. Bawa, J.H. Carman, C.A. Hunziker, C.) Palacios, L. Poggio, and B.B. Simpson. 1977. In: B.I Simpson (Ed.). *Mesquite: its biology in two dese ecosystems*. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc Stroudsburg, Penn. pp 44-60.

Spalinger, D.E., T.A. Hanley, and C.T. Robbins. 198. Analysis of the functional response in foraging in th Sitka black-tailed deer. *Ecology*. 69: 1166-1175.

Sparks, D.R., and J.C. Malechek, 1968. Estimation Percental Dry Weight in Diet Using a Microscope Techniqu, *Journal of Range Mangement*. 21: 264.

Spencer, L.M. 1995. Morphological correlates of dieta] resource partitioning in the African bovidae. *Journal Mammalogy*. 76: 448-471.

Staines, B. W., J.M. Crips, and T. Parish. 1982. Differences the quality of food eaten by red deer (*Cervus elaphu*, stags and hinds in winter. *Journal Applied Ecology*. 1' 65-77.

Staples, R.R., H.E. Hornby, and R.M. Hornby. 1942. Study the comparative effects of goats and cattle on a mix€ grass-brush pasture. *East African Journal*. 8:62-70.

Stoddart, L.A., A.D. Smith, and T.W. Box. 1975. *Ranl Management*. McGraw-Hill, New York. USA Third Editic 257 p.

Storr, G. M.1960. Microscopic analysis of feces, a techniql for ascertaining the diet of herbivorous mammal *Australian Journal of Biological Science*. 14: 157-164.

Stuth, J.W. 1991. Foraging Behavior in: *GRAZIN MANAGEMENT*. An ecological perspective. Timber Pres. Oregon USA pages. 65-83.

Tabosa. I.M., J.C.D. Souza, D.L. Graca, J,M, Barbosa, R.t Almeida, and F. Rier-Correa. 2000. Neuronal vavuolatic of the trigeminal nucleli in goats caused by ingestión

dietary selection of mountain big sagebrush (*Artemisia tridentata*) Nutt spp. *Vaseyana* [Rydb] Beetle) in Rambouillet sheep. *Journal of Wildlife Management*. 65: 156-161.

Solbrig, O.T., N.J. Bawa, J.H. Carman, C.A. Hunziker, C.A. Palacios, L. Poggio, and B.B. Simpson. 1977. In: B.B. Simpson (Ed.). *Mesquite: its biology in two deseri ecosystems*. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc., Stroudsburg, Penn. pp 44-60.

Spalinger, D.E., T.A. Hanley, and C.T. Robbins. 1988. Analysis of the functional response in foraging in the Sitka black-tailed deer. *Ecology*. 69: 1166-1175.

Sparks, D.R., and J.C. Malechek, 1968. Estímination Percentage Dry Weight in Diet Using a Microscope Technique. *Journal of Range Mangement*. 21: 264.

Spencer, L.M. 1995. Morphological correlates of dietary resource partitioning in the African bovidae. *Journal oi Mammalogy*. 76: 448-471.

Stáines, B. W., J.M. Crips, and T. Parish. 1982. Differences in the quality of food eaten by red deer (*Cervus elaphus*) stags and hinds in winter. *Journal Applied Ecology*. 19. 65-77.

Staples, R.R., H.E. Hornby, and R.M. Hornby. 1942. Study oí the comparative effects of goats and cattle on a mixed grass-brush pasture. *East African Journal*. 8:62-70.

Stoddart, L.A., A.D. Smith, and T.W. Box. 1975. *Range Management*. McGraw-Hill, New York. USA Third Edition 257 p.

Storr, G. M.1960. Microscopic analysis of feces, a technique for ascertaining the diet of herbivorous mammals. *Australian Journal of Biological Science*. 14: 157-164.

Stuth, J.W. 1991. Foraging Behavior in: *GRAZING MANAGEMENT*. An ecological perspective. Timber Press Oregon USA pages. 65-83.

Tabosa. I.M., J.C.D. Souza, D.L. Graca, J,M, Barbosa, R.N. Almeida, and F. Rier-Correa. 2000. Neuronal vavuolation of the trigeminal nuclei in goats caused by ingestión of

Prosopis juliflora pods (mesquite beans). *Veterinary Human Toxicology*. 42:155-158.

- Taylor, C.A., and M.M. Kothmann. 1990. Diet composition of Angora goats in a short-duration grazing system. *Journal of Range Management*. 43:123-126.
- Terril, T.H., G.C. Waghorn, D.J. Woolley, W.C. McNabb, and T.N. Barry. 1994. Assay and digestion of c-14 labelled condensed tannins in the gastro intestinal-tract of sheep. *British Journal of Nutrition*. 72:467-477.
- Torell, D.T. 1954. An esophageal fistula for animal nutrition studies. *Journal of Animal Science*. 13:878-884.
- Tribe, D.E. 1952. The relation of palatability to nutritive value and its importance in the utilization of herbage by grazing animals. Sixth Int!. Grassl. Congr. Proc. II: 1265-1270
- Trudell-Moore, J., and R.G. White. 1983. Physical breakdown of food during eating and rumination in reindeer. *Acta Zoologica Fennica*. 175: 47-49.
- Tyler, N.J. 1986. The relationship between the fat content Svalbard reindeer in autumn and their death from starvation. *Ragifer* 1: 311-314.
- Ulyatt, M.J., D.W. Dellow, A. John, C.S.W. Reid, and G.C. Waghorn. 1986. Contribution of chewing during eating and rumination to the clearance of digesta from the rumino-reticulum. In: Milligan, L.P., W.L. Grovum, and A. Dobson, (Eds) *Control of digestion and metabolism in ruminants*: Englewood Cliffs, N.J. Prentice Hall. pp. 498-515.
- Ungar, E.D., A. Genizi, and M.W. Demment. 1991. Bite dimension and herbage intake by cattle grazing short hand-constructed swards. *Agronomy Journal*. 83: 973-978.
- Uribe, G. E. 1997. Técnica Microhistológica. Curso Nutrición de Rumiantes en Agostadero. Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Vallentine, J.F. 1990. *Grazing Management*. Academic Press, San Diego, Cal.

- Van Soest, P.J. 1966. Nonnutritive residues: A system of analysis for the replacement of crude fiber. *J. of the A.O.A.C.* 49:546-560.
- Velasquez, A., and H. Bourges. 1984. Genetic factors in nutrition. Academic Press, New York, N.Y.
- Verlinden, C., and R.H. Wiley. 1989. The constraint of digestiva rate: an alternative model of diet selection. *Evolutionary Ecology* 3: 264-273.
- Villalba, J.J., and F.D. Provenza. 1996. Preference for flavored wheat straw by lambs conditioned with intra ruminal infusions of sodium propionate. *Journal of Animal Science.* 74:2362-2368.
- Villalba, J.J., and F.D. Provenza. 1997a. Preference for wheat straw by lambs conditioned with intraruminal infusions of starch. *British Journal of Nutrition.* 77:287-297.
- Villalba, J.J., and F.D. Provenza. 1997b. Preference for flavored food by lambs conditioned with intraruminal administration of nitrogen. *British Journal of Nutrition.* 78: 545-561.
- Villalba, J.J., and F.D. Provenza. 1999. Effects of food structure and nutritional quality and animal nutritional state on intake behaviour and food preferences of sheep. *Applied Animal Behaviour Science.* 49: 127-133..
- Villena, F., and J.A. Pfister. 1990. Sand shinnery oak as forage for Angora and Spanish goats. *Journal of Range Management.* 43: 116-122.
- Vonburg, R. 1994. Oxalic-acid and sodium oxalate. *Journal Applied Toxicology.* 14:233-237.
- Walker, J.W., R.M. Hansen, and L.R. Rittenhouse. 1981. Diet selection of Hereford, Angus X Hereford and Charolais X Hereford Cows and calves. *Journal of Range Management.* 34:243-345.
- Walker, J.W., S.L. Krongber, S.L. Al-Rowaily and N.E. West. 1994. Comparison of sheep and goat preferences for leaf spurge. *Journal of Range Management.* 47:429-434.

- Wallace, J.D., J.C. Free, and A.H. Denham. 1972. Seasonal changes in herbage and cattle diets on sandhills grassland. *Journal of Range Management*. 25:100-104.
- Wallis-DeVries, M.F., and E. Laca. 1999. The importance of scale of patchiness for selectivity in grazing herbivores. *Oecologia*. 121:355-363.
- Ward, A.L. 1970. Stomach content and fecal analysis: Methods of forage identification. *Range and Wild Habitat Evaluation a Res. U.S.D.A. Misc. Pub.1147:146-148p.*
- Warren, L., M. Shelton, D.N. Ueckert, and G.D. Snowder. 1983. Influence of heredity on the selection of various forage species by goats. *Texas Agr. Exp. Sta. CPR 4171, Texas A & M University, College, Stat. TX, pp 72-81.*
- Warren, L.E., D.N. Ueckert, M. Shelton, and A.D. Chamrad. 1984a. Spanish goat diets on mixed-brush rangeland in the South Texas plains. *Journal of Range Management*. 37:340-342.
- Warren, L.E., D.N. Ueckert, and J.M. Shelton. 1984b. Comparative diets of Rambouillet, Barbado, and Karakul sheep and Spanish and Angora goats. *Journal of Range Management*. 37: 172-180.
- Westoby, M. 1974. An analysis of diet selection by large generalist herbivores. *American Naturalist*. 108: 290-304.
- Wilmshurst, J.F., J.M. Fryxell and R.J. Hudson. 1995. Forage quality and path choice by wapiti. *Behaviour. Ecology*. 6:209-217.
- Wilson, A.D. 1969. A review of browse in the nutrition of grazing animals. *Journal of Range Management*. 22:232-9.
- Wilson, A.D., W.C. Weir, and D.T. Torrell. 1971. Evaluation of chamise (*Adenostoma fasciculatum*) and interior live oak (*Quercus wislizenii*) as feed for sheep. *Journal of Animal Science*. 32:1042-1045.
- Winder, J.A., D.A. Walker and C.C. Bailey. 1995. Genetic aspects of diet selection in the Chihuahuan desert. *Journal of Range Management*. 48: 549-553.

- Witte, I., and D. Croft. 2002. Spatio-temporal interaction of mammalian herbivores in the arid zone. School of Biological Science. University of New South Wales. 2 p.
- Zoby, J.L.F., and W. Holmes. 1983. The influence of size of animal and stocking rate on the herbage intake and grazing behaviour of cattle. *Journal of Agricultural Science*. 100:139-148.
- Zucker, W.V. 1983. Tannins: does structure determine function? An ecological perspective. *American Naturalist*. 121:335-365.