

**EFFECTO DE LA COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA DIETA SOBRE
LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE AL PRINCIPIO,
MITAD Y FINAL DE LA LACTANCIA EN CABRAS EN UN
MATORRAL INERME PARVIFOLIO.**

RICARDO FABRISIO ESTRADA MELO

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN ZOOTECNIA**



Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro

Subdirección de Postgrado

Programa de Zootecnia

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio de 2006

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO**

**EFFECTO DE LA COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA DIETA SOBRE LA
PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE AL PRINCIPIO, MITAD
Y FINAL DE LA LACTANCIA EN CABRAS EN UN MATORRAL INERME
PARVIFOLIO.**

TESIS

POR

RICARDO FABRISIO ESTRADA MELO

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como
requisito parcial, para optar el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN ZOOTECNIA**

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal : _____

Dr. Miguel Mellado Bosque

Asesor : _____

Dr. Álvaro Rodríguez Rivera

Asesor : _____

Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla

Dr. Jerónimo Landeros Flores
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Junio de 2006

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso por el Don de a existencia que me brindo la oportunidad de culminar una etapa más en mi vida.

A mis padres Cesar Estrada Torres y Gloria Alicia por el Don de la vida, y porque me han heredado el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo, su amor. A quienes sin escatimar esfuerzo alguno , han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme. A quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en una persona de provecho. A quienes nunca podré pagar todos sus desvelos y preocupaciones ni aún con las riquezas más grandes del mundo.

A mi ALMA MATER por haberme dado la oportunidad y las facilidades para formarme como profesionalista y ayudarme durante mi desarrollo profesional.

Al Dr. Miguel Mellado Bosque estoy profundamente agradecido por su paciencia, apoyo, dedicación y entrega que tuvo hacia mí, por su gran ejemplo de profesionalismo y por ser guía en la realización de la presente tesis.

Al Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla por su gran apoyo en la identificación de plantas y sus valiosos consejos.

Al Dr. Álvaro Rodríguez Rivera por su tiempo y consejos recibidos y su gran apoyo en el laboratorio.

A mis amigos y compañeros por su gran amistad.

DEDICATORIA

A Dios

Por haberme dado la vida, y estar siempre conmigo en todo momento y la oportunidad de hacer mis anhelos una realidad.

A mis Padres

Les brindo esta tesis a mis padres por haberme brindado el apoyo durante toda mi vida, quienes me enseñaron a nadar contra corriente, por su inmenso amor, comprensión, apoyo y por creer en mi. Los amo.

A mi Esposa e Hijos

Vanessa y mis hijos Nathalia y Ricardo por quienes se justifica cualquier sacrificio para alcanzar cualquier meta que cimientan y sustentan nuestro proyecto de vida y nos une como familia, que con su gran apoyo y cariño puede culminar una etapa más en mi vida. Los amo

A mis Hermanos

Cesar, Alejandro y Fabiola por sus consejos y por ser mis mejores amigos gracias.

A mis Amigos

A todos mis amigos por sus consejos y ayuda que me brindaron incondicionalmente.

COMPENDIO

EFFECTO DE LA COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA DIETA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE AL PRINCIPIO, MITAD Y FINAL DE LA LACTANCIA EN CABRAS EN UN MATORRAL INERME PARVIFOLIO.

TESIS

POR

RICARDO FABRISIO ESTRADA MELO

**MAESTRIA EN CIENCIAS
EN ZOOTECNIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
Buenavista,Saltillo,Coahuila,Junio de 2006**

Dr. Miguel Mellado Bosque –Asesor-

Palabras clave: Composición Botánica de la Dieta,Cabras,Producción de Leche,Composición de leche,Agostadero,Dieta,Matorral parvifolio inerme, Principio, mitad , final de la lactancia.

El presente experimento que se llevó a cabo con el objeto de examinar si la cantidad y calidad de la leche de las cabras se ve afectada por la selección de la dieta en cabras mantenidas en un matorral inerme parvifolio. La dieta de

las cabras se examinaron por medio del análisis microhistológico en heces, al inicio, mitad y final de la lactación.

Durante el período de lactancia (158 días) las cabras con un bajo rendimiento (47.8 ± 2.9 litros por lactación) o alto rendimiento (66.0 ± 8.1 litros por lactación) tuvieron niveles similares de arbustos (40 ± 15 vs 41 ± 12 porciento durante el período de lactación), herbáceas (25 ± 7 vs 27 ± 9 porciento) y gramíneas (34 ± 10 vs 32 ± 13 porciento). Las cabras con alto niveles de producción utilizaron más ($P < 0.05$) *Buchloe dactyloides* en la mitad de la lactancia (7 ± 4 vs 4 ± 3 porciento) y menos ($P < 0.01$) *Bouteloua gracilis* al final de la lactancia (4 ± 3 vs 9 ± 1 porciento) que aquellas cabras con bajo nivel de producción de leche. La relación entre los niveles de las principales especies de forrajes en la heces y en la producción de leche no fue significativa durante la lactancia. Al final de la lactancia la grasa en la leche disminuyó conforme se incrementaron los niveles de *Buddleja scordioides* ($r = -0.65$; $P < 0.01$). La proteína de la leche aumentó cuando con el incremento de los niveles de *Bouteloua curtipendula* ($r = 0.54$; $P < 0.01$), *Buchloe dacyloides* ($r = 0.49$; $P < 0.05$), *Croton dioicus* ($r = 0.51$; $P < 0.05$), *Atriplex canescens* ($r = 0.60$; $P < 0.01$) y *Larrea tridentata* ($r = 0.46$; $P < 0.05$). Estos resultados muestran que la diferencia de los niveles de producción de leche no influyen en la explotación de los recursos forrajeros de este agostadero. Estos datos también indican que la producción de leche a través de la lactancia no este asociada con ningún forraje

en particular consumido por las cabras, pero la composición de la leche al final de la lactancia fue sensible a la ingestión de algunas plantas del matorral inerme parvifolio.

INDICE DE CONTENIDO

| | |
|------------------------------|-----|
| Agradecimientos | iii |
| Dedicatoria..... | v |
| Resumen | vi |
| Índice de cuadros | ix |
| Introducción..... | 1 |
| Objetivos generales | 4 |
| Revisión de Literatura | 5 |
| Artículo..... | 19 |
| Literatura Citada..... | 40 |

ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

CUADRO 1

Diets (%) of goats with low or high milk production potetial at 3 stages of lactation in a desert grassland in northern México. Values are means \pm SD.....38

CUADRO 2

Pearson correlation coefficients between milk yield and milk constituents and level of some forages in the diet of mixed-breed goats grazing adesert grassland.....39

INTRODUCCIÓN

La explotación caprina en México se realiza principalmente en zonas áridas y semiáridas del país, utilizándose básicamente los agostaderos para su alimentación; Los animales cuentan con la habilidad de pastorear y ramonear en terrenos de escasa vegetación, lo que los hace más sobresalientes que los ovinos y bovinos, en cuanto al aprovechamiento de la vegetación de los agostaderos. Considerando la gran capacidad de adaptación a las zonas áridas que tienen los caprinos, y a la escasa o nula inversión en su alimentación por parte de los caprinocultores en condiciones extensivas, la explotación de esta especie es una buena alternativa para mejorar los ingresos para las familias de bajos recursos en el área rural.

Sin embargo, por las condiciones en que se lleva a cabo la explotación de éstos animales, donde la alimentación solamente se basa en la vegetación de los agostaderos, sin existir la suplementación alimenticia, el desarrollo de estos animales es subóptimo, y la capacidad productiva como reproductiva se ve afectada tanto en las hembras como en los machos, por la escasa ingestión de nutrientes.

Como resultado de la agricultura de temporal practicada por la mayoría de los campesinos en el norte de México, el productor tiende a

diversificar sus actividades en el medio rural. Una de las actividades más importantes que complementan la actividad agrícola del campesino y que le aseguran alimento de alta calidad, es la explotación de las cabras. El costo accesible de estos animales y la adaptabilidad de esta especie a las zonas desérticas ha propiciado la explotación de este ganado en toda la gama de ecosistemas característicos de las zonas áridas del país.

La producción de leche de cabra en las zonas áridas de México constituye una de las principales fuentes de ingreso de los caprinocultores. La eficiencia de la cabra para convertir los recursos forrajeros de los agostaderos en leche poco se aprecia, a pesar de que la mayor parte de la leche de cabra del país (70 por ciento) proviene de sistemas extensivos en zonas áridas (Mellado, 1997). Los factores nutricionales constituyen la mayor limitante para la producción de leche en ecosistemas de escaso alimento (Bhatta *et al.*, 2002). Por lo anterior, es necesario profundizar en el conocimiento de la alimentación de las cabras en agostadero, en sistemas de producción donde la leche de estos animales contribuye sustancialmente a la rentabilidad de estas explotaciones. Existe escasa y fragmentaria información sobre la dieta de las cabras en matorrales micrófilos de esta ecoregión, pero no se conoce el impacto de la selección de la dieta de las cabras sobre los rasgos de la lactancia. La generación de información sobre este punto es importante porque la producción de la leche de cabra es de gran importancia económica para los productores de las zonas áridas y semi áridas de norte de México, debido a que

la industria caprina en esta zona esta basada principalmente en la producción de leche de cabra.

Una característica de las explotaciones de caprinos en las zonas áridas de México es el mediano o alto número de cabras por hato, lo cual, al considerar los diferentes hatos de una misma comunidad rural, en muchas ocasiones se tienen densidades de caprinos por encima de la capacidad de sustentación del agostadero. La situación anterior conduce a niveles de producción de leche muy bajos, debido a que el forraje disponible sólo es suficiente para el mantenimiento de la biomasa existente de caprinos, quedando muy poco para ganancia de peso, producción de leche y reproducción de los animales. Por lo anterior, se hace necesario conocer la asociación entre la característica de la dieta de las cabras y la producción y calidad de la leche de estos animales.

La composición botánica de la dieta de los herbívoros es necesario para la elección de alternativas de manejo de los animales y el pastizal, tales como, hacer una mejor asignación en la carga animal, rotación de potreros y duración del pastoreo. La carga animal es considerada como el factor más importante en la producción animal, así como en la disponibilidad de forraje , la nutrición y en la regulación del consumo voluntario de forraje. En la selección de la dieta de los animales en pastoreo, intervienen tanto el animal como las plantas, con las subsecuentes modificaciones del medio ambiente

físico y la especie animal; así como la condición fisiológica, el comportamiento social y de pastoreo y finalmente, por la experiencia previa de los animales.

Para la determinación de la composición botánica de la dieta se utilizan diferentes técnicas: observación directa del animal, análisis estomacal, análisis fecal y mediante la técnica del análisis de muestras fistulares, ya sea esofágicas o ruminales. El conocimiento de la composición botánica de la dieta de animales en pastoreo (domésticos y silvestres) para un sitio en particular y a cada estación del año es relevante para el diseño de sistema de pastoreo eficientes, ya que permiten definir la compatibilidad o competencia entre especies de herbívoros al pastorear en un mismo sitio.

OBJETIVOS

1.Determinar el efecto de la capacidad de producción de leche de las cabras sobre la composición botánica de la dieta de las cabras en un matorral inerme parvifolio.

2.Determinar la asociación que existe entre la composición botánica de la dieta y la producción y composición de la leche de las cabras en agostadero.

REVISIÓN DE LITERATURA

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

Los factores que determinan la preferencia de las plantas por los herbívoros están relacionados a las características de la comunidad vegetal, los animales, los factores climáticos y el manejo que se realiza del ecosistema. Las características de la comunidad vegetal que integran el tapiz incluye las especies que la componen, el estado fenológico en que se encuentran, su composición química, accesibilidad, abundancia y distribución. Por otra parte, las características de los animales en pastoreo se define por su estado fisiológico, estado sanitario, edad, experiencia alimentaria previa y factores genéticos (Ramírez, 1989).

El proceso de selección no sólo afecta el comportamiento de la actividad de pastoreo, sino que condiciona todas las demás actividades (principalmente en la rumia, el caminar y descanso) realizadas a lo largo del día. Este proceso de selección es mediante la búsqueda de la comida por el

animal, minimizando lo desagradable y llegar al máximo de lo agradable buscando las plantas que aporten alimentos específicos que logran cubrir las necesidades nutritivas (Arnold y Dudzinski, 1978).

En los sistemas de alimentación basados en los recursos forrajeros del agostadero, es importante conocer los forrajes que son aprovechados por las cabras en los ecosistemas áridos y semiáridos, para así poder implementar programas de suplementación en épocas de escasez de forraje. Independientemente de las épocas del año, las cabras Criollas que pastorean en ecosistemas áridos seleccionan principalmente especies arbustivas durante todo el año (Puente, 1986; Mellado *et al.*, 1991, 2003, 2004). Sin embargo, durante la época de lluvias, las herbáceas normalmente constituyen un tercio de la dieta de las cabras, para luego desaparecer por completo durante la época más seca del año. En otros ecosistemas áridos el porcentaje de herbáceas en la dieta de las cabras puede sobrepasar el 60 por ciento.

En épocas de escasez de forraje no sólo cambia la proporción de especies en la dieta de las cabras, sino que estos animales se ven forzados a utilizar especies extremadamente inapetecibles, o partes de las plantas normalmente evitadas por estos animales. En comunidades de *Larrea-Flourensia*, por ejemplo, las cabras en épocas de extrema escasez de forraje empiezan a hacer uso del hojasén (*Flourensia cernua*) (Mellado *et al.*, 1991) o del pasto *Stipa eminens* (extremadamente fibroso) (Mellado *et al.*, 1991, 2005).

Bajo estas mismas condiciones, las cabras consumen la corteza del coyonoxtle (*Opuntia imbricata*) y el nopal cegador (*Opuntia microdasys*). También con presiones de pastoreo excesivas las cabras incrementan la utilización de plantas tóxicas (Mellado *et al.*, 2003). El uso de pastos por las cabras Criollas en ecosistemas áridos es limitado. Su contribución en la dieta de estos animales fluctúa, dependiendo de la estación, entre 1.5 y 20 por ciento (González, 1984; Fierro, 1982). En ecosistemas excesivamente áridos, la lechuguilla (*Agave lechuguilla*) puede constituir más de la mitad del forraje consumido por las cabras durante la mayor parte del año (Mellado *et al.*, 1991); aunque esta especie sea de las menos apetecidas por las cabras. En tipos de vegetación de matorral parvifolio inerme, arbustivas como la costilla de vaca (*Atriplex canescens*), ramoncillo (*Dalea tuberculata*), guajillo (*Acacia belandieri*) y suelda (*Buddleja scordioides*), así como la herbácea hierba del negro (*Sphaeralcea angustifolia*) son especies extremadamente apetecidas por las cabras (Mellado *et al.*, 1991, 2003, 2004). En montes bajos, tanto el encino, el cual puede representar hasta 58 por ciento de la dieta durante el invierno (Fierro, 1982) como la costilla de vaca, parecen ser de las especies más apetecidas por las cabras; mientras que en el matorral mediano espinoso, el palo verde (*Cercidium macrum*), el chaparro amargoso (*Castella texana*), la *Forestiera angustifolia* y el chaparro prieto (*Acacia rigidula*) son especies altamente preferidas por las cabras (Elizondo *et al.*, 1988). El contenido de nutrientes de la dieta de las cabras a través del año, así como las fluctuaciones

de nutrientes en la dieta de las cabras en pastoreo están determinados básicamente por el tipo de vegetación donde pastorean, y la cantidad y distribución de las lluvias durante el año. En zonas áridas, los niveles más altos de proteína en la dieta de las cabras se presentan en las épocas de lluvia (Mellado *et al.*, 1991) temporada en la cual las cabras consumen ávidamente una gran cantidad de herbáceas 60 por ciento (Fierro, 1982), además de rebrotes tiernos de arbustos. Los niveles más bajos de proteína coinciden con las épocas más secas del año, acercándose los niveles de ingestión de proteína en esta época al punto crítico (6 por ciento MO; 40 g/d) cuando la actividad de los microorganismos del rumen puede afectarse adversamente (Jonson y de Oliveira, 1987). En otras zonas de México, sin embargo, en tipos de vegetación que incluyen el matorral de *Atriplex*, el matorral crasicaulifolio, el matorral rosetófilo y el parvifolio inerme, los niveles de proteína de la dieta de la cabra no bajan de 10 por ciento, aún durante los períodos de invierno González, (1984).

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

El pastoreo varía en intensidad y duración a lo largo del día, comenzando un período de mayor persistencia con la salida del sol y otro antes de su puesta, existiendo entre ambos momentos períodos secundarios menores que son más susceptibles a variaciones frente a cambios de factores ambientales y del animal (Arnold *et al.*, 1978 ; Vallentine, 1990 ; Hodson, 1981).

Las cabras tienen la capacidad de regular los consumos de alimento dependiendo de la disponibilidad, donde el conocimiento por parte de los animales del tiempo que permanecen bajo similares condiciones de alimentación produce un racionamiento y manejo del forraje tal que asegure la perpetuidad de las fuentes de alimento. Por esta razón, especies muy preferidas no son consumidas en su totalidad en una etapa inicial, sino que son intercaladas con otras especies menos preferidas que se encuentran en mayor abundancia (Arbiza *et al.*, 1986 ; Ramírez, 1989).

La vista es usada para orientar a los animales de sus iguales y con el ambiente, permitiendo al individuo localizar plantas o grupo de plantas destacadas, pero no se utiliza para la selección durante su cosecha de forraje. Los sentidos del tacto, sabor y olfato son importantes en la selección, donde el tacto está más relacionado a la selección de plantas, según el estado fenológico de la planta, utilizando el sabor y olfato para la elección a corta distancia que le permite diferenciar entre y dentro de plantas adyacentes (Arnold *et al.*, 1978; Kenney *et al.*, 1984), al mismo tiempo el grado de aceptabilidad de los forrajes por su olor y sabor depende de cada animal (Kenney *et al.*, 1984).

La composición botánica de la dieta de los caprinos se determinó en el norte de Zacatecas, utilizando la técnica microhistología en las épocas húmeda y seca del año. Cinco cabras equipadas con una bolsa colectora en el recto fueron utilizadas durante cinco días para la recolección de las heces, las cuales se analizaron por la técnica antes descrita, encontrándose que la especie más importante a través del año fue *Sphaeralcea* sp. En la época húmeda las proporciones de forraje en la dieta fueron 50 por ciento herbáceas, 31 por ciento arbustos y 19 por ciento gramíneas; las plantas que más consumo presentaron fueron *Sphaeralcea* sp., *Croton* sp. y *Buddleja scordioides*. En la época seca la composición de la dieta fue 54 por ciento arbustos, 32 por ciento herbáceas y 14 por ciento gramíneas, donde las especies más importantes fueron *Yucca carnerosana*, *Sphaeralcea* sp y *Agave* sp. Se detectaron diferencias significativas entre estaciones, especies, y su interacción. Existió una alta consistencia en la dieta dentro de la misma estación, mostrando las cabras una tendencia a utilizar gramíneas y herbáceas en la época húmeda, y arbustivas en la época de sequía (González, 1984).

El conocimiento de la composición botánica y el valor nutricional de la dieta es información de carácter básico, para el buen manejo de los agostadero. El objetivo del trabajo de fue determinar la composición botánica de la dieta de caprinos, utilizando la técnica microhistológica. Las muestras fueron colectadas de dos grupos de caprinos fistulados, de 5 animales cada uno, en 5 períodos diferentes a partir de noviembre de 1978 a julio de 1980. Los muestreos se

llevaron a cabo en un área natural y una resembrada con cinco especies diferentes de gramíneas. El porcentaje de la composición botánica de la dieta de los caprinos demuestran que, las plantas más consumidas durante los períodos de otoño-invierno de 1979, y primavera y verano 1980 el consumo de las herbáceas disminuyó hasta cero, incrementándose el de las arbustivas hasta un 97 por ciento; esta variación se debe probablemente a que la precipitación fue escasa durante los últimos tres períodos.

En cuanto a las gramíneas, éstas fueron insignificantes en la dieta; en la época de otoño-invierno de 1978 se observó su más alto porcentaje que relativamente fue mínimo, comparado con las otras plantas, para decrecer aun más en las siguientes épocas.

En el mismo sitio que el estudio anterior, Mellado *et al.* (1991) caracterizaron, en el transcurso de un año, la dieta de cabras criollas pastoreando en un matorral inerme parvifolio. Cinco cabras criollas adultas no lactantes y fístuladas del esófago fueron utilizadas para la determinación de la composición botánica y contenido de nutrientes de las dietas, así como la preferencias de las cabras por las especies del agostadero. Los arbustos, en particular *Parthenium incanum*, *Agave lechuguilla*, *Buddleja scordioides* y *Atriplex canescens* constituyeron más del 80 por ciento de la dieta de las cabras en el transcurso del año, excepto en abril (período de lluvias), cuando los arbustos constituyeron el 57 por ciento de la ingesta. El porcentaje de gramíneas en la dieta fue siempre inferior 10 por ciento, excepto en octubre, cuando se

acentuó 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 más apetecida.

El contenido de nutrientes de la dieta de las cabras en este estudio 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 por ciento). Las dietas fueron también deficitarias en fósforo y energía, aún para los requerimientos de mantenimiento.

Malechek (1970) empleó cabras con fístula esofágica y cánula tipo D" para determinar la composición botánica de sus dietas a través del año en áreas con sub y sobre pastoreo en Texas. Al considerar el promedio del año no hubo diferencias significativas en las dietas de las cabras con respecto a las proporciones de arbustivas, hierbas y gramíneas, pero hubo diferencias entre las estaciones. Las dietas de las cabras en primavera, en el área con subpastoreo, tuvieron principalmente gramíneas y hierbas, mientras que en el área con sobre pastoreo las gramíneas y especies ramoneables fueron las más abundantes. En ambas áreas las gramíneas constituyeron una alta proporción de la dieta de las cabras en la época de junio a octubre. El pastoreo de las hierbas fue restringido y sujeto a su disponibilidad, pero las gramíneas y las especies arbustivas fueron consumidas a través de todo el año, dependiendo

de su gustocidad. De las especies ramoneables, el encino fue el más preferido. Las cabras en el área con sobre pastoreo comieron algunas especies leñosas consideradas como especies indeseables. De estas especies consumieron principalmente los tallos y las hojas. Se concluyó que para las condiciones bajo las que se hicieron las observaciones, las cabras de Angora deben considerarse como consumidoras de gramíneas, en vez de ramoneadoras.

En un estudio de Bartolomé *et al.* (1998) en el noreste de España se determinó la composición botánica de la dieta de cabras y borregas pastoreando en el mismo rebaño. De 111 especies identificadas en la dieta de estos animales, 71 fueron comunes para ambas especies. De éstas, 23 representaron más del 1 por ciento de la dieta a través del año. La proporción de las especies utilizadas por cabras y ovejas varió significativamente entre especies de animales, presentándose la diferencia más marcada en la utilización de *Quercus ilex*. Esta especie fue consumida durante todo el año por las cabras, pero nunca consumida por las ovejas. Otra diferencia entre especies animales fue que las ovejas prefirieron las gramíneas, mientras que las cabras presentaron una mayor preferencia por herbáceas y arbustivas.

En Israel, Kababya *et al.* (1998) estudiaron el comportamiento alimenticio de las cabras en una zona boscosa. Las cabras pasaron más tiempo utilizando especies leñosas (60 por ciento del tiempo de pastoreo) que especies herbáceas (40 por ciento del tiempo de pastoreo). Las principales especies leñosas utilizadas por las cabras fueron *Quercus calliprinos*, *Sarcopoterium*

spinosum y *Calicotome villosa* (20, 13 y 7 por ciento del total del tiempo de pastoreo). Considerando la calidad de la dieta de las cabras, estos autores concluyeron que estas cabras no seleccionaron las especies de mayor calidad nutricional en función de sus requerimientos de producción de leche, pero orientaron su consumo a optimizar su condición corporal poco antes del inicio del período reproductivo.

Sidahmed *et al.* (1981), estudiaron las características de la dieta de las cabras mantenidas en agostadero en California. Las especie más utilizadas por estos animales fueron el chamizo (*Adenostoma fasciculatum*) encino (*Quercus dumosa*) manzanita (*Arctostaphyls glandulosa*) y *Ceanothus greggii*. Tanto el encino como el chamizo constituyeron el 80 por ciento de las especies consumidas por las cabras. El resto de la dieta fueron hierbas y zacates. La preferencia de las especies forrajeras por estos animales no se relacionó con la disponibilidad de algunas plantas, ya que manzanita y *Ceanothos* fueron las más abundantes en el terreno, pero no las más consumidas. La digestibilidad de la dieta de las cabras se asoció positivamente con el contenido de zacates y herbáceas en la dieta, pero negativamente con el contenido de encino y chamizo.

Frente a las comunidades heterogeneas de gramíneas, herbáceas, arbustos y árboles, la cabra emplea más tiempo en escoger la parte de los vegetales a cosechar, eligiendo dentro de un rango mas amplio de especies preferidas en relación a los ovinos y vacunos, donde las

características de la selección del alimento es diferente para cada comunidad vegetal (CSIRO, 1976 ; Morand *et al.*, 1988 ; Ramírez, 1989), es así que las cabras tienen gran capacidad de adaptación dependiendo de la vegetación disponible siendo consideradas por Morand y Sauvont (1984) como consumidoras adaptativas con una selectividad media a alta.

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

Las características de una pradera determinan la frecuencia con la cual es pastoreada, disminuyendo ésta con el incremento del largo y volumen de las hierbas, pero aumenta la misma si las plantas herbáceas son cortas con buen volumen en vez de hierbas largas y de poco volumen, donde los animales tienen la posibilidad de comer menos en cada bocado (Arnold *et al.*, 1978; Black *et al.*, 1984a).

Las relaciones entre las características de la pradera y las diferencias en las dietas dependen del porcentaje de la fracción verde, el volumen disponible de forraje, volumen total y la distribución espacial de las fracciones seca y verde en gramíneas, y las fracciones tallo y hoja para el caso de árboles y arbustos (Arnold *et al.*, 1978).

Las cabras en relación a las ovejas incluyen mayores cantidades de árboles y arbustos en sus dietas comparadas con herbáceas y gramíneas que son consumidas principalmente durante otoño y principio de invierno, cuando se ve reducido el ramoneo (Ramírez, 1989; Papachristou *et al.*, 1996).

Las cabras son más hábiles en la cosecha de follaje siendo capaces de mantenerse sobre las patas traseras para alcanzar la copa de los árboles llegando a alturas que sobrepasan los 2 m del suelo, e incluso pudiendo trepar árboles para consumir el follaje en una proporción mayor a lo estimable (CSIRO, 1976).

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

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

La palatabilidad de las especies vegetales no tiene influencia en la selectividad de la dieta, estando la elección en función de la localización y disponibilidad de las especies vegetales. El grado de selectividad de los animales durante el pastoreo varía entre cada animal, la especie vegetal,

disponibilidad de las plantas, el estado de madurez y la localización tridimensional de distintas partes de la planta (Ramírez, 1989).

La principal actividad pecuaria de esta zona es la producción de bovinos de carne en el sistema vaca-cría bajo condiciones de pastoreo. Estos animales prefieren el consumo de zacates (Chávez *et al.*, 1979). Sin embargo, debido a la diversidad de la vegetación, es muy importante considerar la utilización de cabras, las cuales prefieren el ramoneo sobre el pastoreo de gramíneas, logrando las arbustivas formar hasta un 80 por ciento de la dieta de estos animales (Fierro *et al.*, 1980). Esto además permite mantener una densidad mas baja de arbustos y estimular el desarrollo de las gramíneas.

Echavarría (1987), trabajando con cabras bajo pastoreo en el sur de Texas, indica que estos animales consumen una mayor cantidad de zacates sólo cuando las plantas para ramoneo son escasas. Por lo que la relación por alimento entre cabras y bovinos en los matorrales subtropicales de Texas (similares a la vegetación del noreste de México) es complementaria, en lugar de competitiva. Esto sugiere que las cabras serían aún mas eficientes ramoneando si se utilizan en combinación con bovinos en esquemas de pastoreo rotacional.

Similar a las cabras, el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) prefiere el ramoneo de arbustos y herbáceas, por lo que la presencia de zacates en su dieta es muy reducida, y la competencia por forraje con bovinos no es usualmente directa (Hanselka, 1998).

El berrendo (*Antilocapra americana*) es otra especie de fauna silvestre con potencial cinegético para el norte de México. Su dieta esta constituida en un 53 porciento de arbustos, 43 porciento herbáceas y gramíneas sólo un 4 porciento, lo que sugiere un alto potencial para explotar el berrendo en combinación con bovinos (Habib y Peña, 1982).

Los ejemplos anteriores de uso combinado de especies reflejan la importancia del pastoreo con diferentes animales para lograr una más completa utilización de los recursos forrajeros de los matorrales, lo que a su vez ayuda a evitar el incremento en densidad de las especies arbustivas que limitan la cría de ganado bovino.

Un factor de suma importancia a considerar en el manejo de tierras de agostaderos y praderas, es el manejo del pastoreo. De hecho, un programa exitoso de mejoramiento de pastizales debe estar sustentado en el manejo adecuado del pastoreo.

Diet selection among goats and the different milk production potential on a Chihuahua Desert Grassland.

Abstract

An experiment was conducted to examine how milk yield capacity affects diet selection of pluriparous mixed-breed goats in a desert grassland. Diets of goats were examined using microhistological fecal analysis at the beginning, middle and end of a five-month lactation. Throughout lactation (158 days) diets of low (47.8 ± 2.9 liters per lactation) or high (66.0 ± 8.1 liters per lactation) yielding does had similar levels of shrubs (40 ± 15 vs $41 \pm 12\%$ across stages of lactation), forbs (25 ± 7 vs $27 \pm 9\%$) and grasses (34 ± 10 vs $32 \pm 13\%$). Goats with high levels of milk production used more ($P < 0.05$) *Buchloe dactyloides* at the middle of lactation (7 ± 4 vs $4 \pm 3\%$) and less ($P < 0.01$) *Bouteloua gracilis* at the end of lactation (4 ± 3 vs $9 \pm 1\%$) than low producing goats. The relationships between the levels of the main forage species in feces and milk production were not significant throughout lactation. At the end of lactation, milk fat decline as dietary *Buddleja scordioides* levels increased ($r = -0.65$; $P < 0.01$). Milk protein increased with increased levels of *Bouteloua curtipendula* ($r = 0.54$; $P < 0.01$), *Buchloe dactyloides* ($r = 0.49$; $P < 0.05$), *Croton dioicus* ($r = 0.51$; $P < 0.05$), *Atriplex canescens* ($r = 0.60$; P

<0.01) and *Larrea tridentata* ($r= 0.46$; $P < 0.05$). Our results showed that differences in milk production levels did not lead to differences in resource exploitation of does. These data also indicate that milk yield throughout lactation was not associated to any particular forage consumed by goats, but milk constituents at the end of lactation were sensitive to the ingestion of some plants of the Chihuahuan Desert Grassland.

Keywords: Milk yield; Milk fat; Milk protein; Foraging strategy; Microhistology

1. Introduction

The physiological state in small ruminants modifies their foraging behavior. Penning et al. (1991) have shown that lactating ewes with high intake potential spend more time grazing than non-lactating ewes. The same authors (Penning et al., 1995) observed that dry ewes also tended to ruminate less, to spend more time idling and had lower bite masses, intake rates and DM intakes than lactating ewes. This has been seen as a strategy in which ungulates increase foraging time and consequently energy intake, to accommodate high-energy demands at the expense of the time devoted for other activities (Bergman et al., 2001). Studies with penned ewes also revealed that, when given a choice between 2 diets, pregnant ewes selected a diet that reflected their enhanced demands for nutrients in contrast with non-pregnant contemporaries (Cooper et al., 1994).

Under range conditions, it has been demonstrated that lactation accounted for some dissimilarities in food selection of goats. Data of Mellado et al. (2005) with lactating does under range conditions indicated higher level of forbs intake, and lower levels of shrubs, when compared with non-lactating goats. It is expected that with a high milk production potential and with a restricted grazing time, does would be forced to feed more selectively than their counterparts with low milk production capacity, because high producing animals

are likely to spend more time consuming species that give them the best energetic return (Armstrong et al., 1997). There is a paucity of information on foraging strategy of lactating goats on grass-dominated ranges. Grazing behavioural studies in lactating goats of different milk production capacity can provide insight into the trophic interactions of does and suggest new approaches to improve their nutrition on range conditions. The objective of this study was therefore to investigate the botanical composition of the diet of does of high or low milk production potential; also, to examine the association between diet composition and quantity and quality of goat milk under range conditions.

2. Materials and methods

2.1 Study site

The study was conducted in a rural community of northeast Mexico (101° 20' W, 25° 30' N). Mean annual rainfall (322 mm) is erratically distributed throughout the year, although summer and autumn rainfall is higher and more reliable. Average maximum daily temperatures range from 28°C in January to 37.2°C in July. Average minimum daily temperatures range from -0.7°C in January to 12.3°C in July. The topography of the grazing area is relatively flat. The most commonly encountered shrub species were *Acacia greggii*, *Acacia*

farnesiana, and *Dalea bicolor*. Dominant grasses were *Bouteloua curtipendula* and *Aristida arizonica*. The most commonly encountered forb species were *Sphaeralcea angustifolia*, *Tiquilia canescens* and *Solanum elaeagnifolium*.

Mean aboveground standing crop at the beginning of the study, estimated with twenty-five 9 m² paddocks randomly scattered in the pasture, was 2164 kg ha⁻¹. Shrubs, forbs and grasses constituted 71, 19 and 10% of total standing crop, respectively.

2.2. Animals and management

Nine-three pluriparous mixed-breed does were selected at parturition (mid July) from a commercial goat herd under extensive conditions. These goats are used for milk (annual average of 53 liters) and meat (7 kg kids) production. Average live weight at the commencement of lactation was 38.7 ± 4.9 kg. Goats grazed on open range year round driven by a herdsman for 8 h per day (from 1000 to 1800 h). Animals were penned near the household at night without access to feed and water. No food supplements and salt mineral mix were provided to the goats throughout the year, and animals had access to water only once a day. Goats were not vaccinated against endemic diseases and were not treated against internal and external parasites. Female kids were not weaned, therefore they remained with their dams throughout the lactation period.

Milk yield of each goat was estimated at 21-day intervals. The day prior to milk yield recording, all kids were placed in a separate pen during 24 hr, and were reunited with their mothers the next day after milking. Goats were completely hand-milked once daily early in the morning. For the analysis of milk composition, samples of 30 ml of milk were taken and these samples were taken in a cooler with ice to the laboratory, where they were analyzed for fat, protein and casein according to the procedures described by Eagan et al. (1981).

At the end of lactation, 20 goats free of intramammary infection out of the 93 original goats were included in the analysis, based upon their milk yield per lactation (higher and lower ranking animals) and a complete lactation (158 days). Milk yield per lactation was 47.8 ± 2.9 and 66.0 ± 8.1 (mean \pm SD) for the low and high yielding groups, respectively. Does with less than 158 d of lactation were excluded from the study.

There were 3 periods of fecal sampling: beginning of lactation (July), middle of lactation (October), and end of lactation (December). In each sampling period, approximately 10 fecal pellets from goats were collected from the rectum, during 5 consecutive days. The samples were composited by animals across days, within each collection period.

Fecal samples were dried at 60° C for 48 hr and ground in a micro-Willey mill with a 1-mm screen. Two tablespoons of ground samples were soaked in hot water for 10 minutes to soften cell tissues, drained and rinsed in a 200

mesh tyler standard screen. Next, pigments were removed with chlorine bleach (5 minutes soaking). Samples were then spread on microscopic slides and mounted using Hoyer solution (Holechek, 1982). Five slides were prepared from each composed sample and 40 microscopic fields per slide were systematically viewed using 100x magnifications. Epidermal fragments were identified to species level using fecal microhistological procedures (Sparks and Malechek, 1968). Test slides were prepared for all plants species present in the grazing area, in order to properly and consistently identify plant fragments.

2.3. Statistical analysis

Prior to statistical analysis, the numbers of epidermal fragments of each species were converted to percentages and transformed to arcsin (angular) (Steel and Torrie, 1980) to normalize their distribution. Botanical composition of the diets was statistically analyzed using repeated measurements analysis of variance procedures (SAS, 1989), with levels of milk production as the main plot and stages of lactation as sub-plots. Protected least significant differences were used for mean separation within stages of lactation. Relationship between levels of species in feces and milk yield and composition were described using correlations.

3. Results

For all stages of lactation no differences were detected in proportions of shrubs, forbs and grasses in the diets of the low and high producing does (Table 1). During the beginning and middle of lactation (summer and fall) grass and browse comprised approximately equal proportions of diets of high and low producing goats, together accounting for more than 70% of the total forage ingested, but there was a seasonal shift to a diet dominated by shrubs at the end of lactation (December).

Of the 11 shrub species present in the lactating does diets during lactation, *Buddleja scordioides*, *Atriplex canescens* and *Dalea bicolor* were consistently the most selected shrubs by does. Percentages of the unpalatable shrubs *Larrea tridentata* and *Flourensia cernua* in the diet of both low and high producing goats were relatively constant throughout lactation. *Opuntia rastrera* was a minor but consistent dietary components of the low and high producing does at all stages of lactation.

Throughout lactation forbs formed one quarter of both the low and high producing does (Table 1). *Croton dioicus*, *Solanum elaeagnifolium* and *Sphaeralcea angustifolia* were a major component of the diets throughout lactation.

Blue grama (*Bouteloua gracilis*), one of the most widespread native grasses in the study zone was the most abundant grass in the diet of both the high and

low-milk producing goats. A higher ($P < 0.05$) proportion of *Buchloe dactyloides* was found in the diet of high producing does at the middle of lactation as compared to low-producers. High producing goats selected less ($P < 0.01$) *Bouteloua gracilis* than low producing goats at the end of lactation.

The relationships between the levels of important forage species in feces and milk production and composition are presented in Table 2. No significant correlations were found between milk yield and proportion of forages in the goat diets throughout lactation. At the end of lactation a negative correlation was found between the proportion of *Buddleja scordioides* in feces and level of milk fat ($P < 0.01$). Also, at the end of lactation the highest correlation coefficients were between the levels of *Bouteloua curtipendula*, *Buchloe dactyloides*, *Croton dioicus*, *Atriplex canescens* and *Larrea tridentata* in feces and levels of milk protein.

4. Discussion

Net energy balance is an important factor affecting foraging behaviour. Despite the higher energy, Ca, P and protein requirements by the high yielding goats, utilization of shrubs, forbs and grasses were similar at all stages of lactation between low and high producing goats, demonstrating a lack of compensatory feeding by does with the higher energy demands. Thus, based on the results of this study, we reject our hypothesis that high milk producing

does would forage more selectively in a harsh arid environment than does with low milk production capacity.

Grazing time constitute a major compensatory mechanism by which grazing ewes with high intake potential increase daily intake (Penning et al., 1991). Goats with the higher nutrients demands (high merit does) could not increase grazing time, because the time spent grazing was similar for all goats. Thus, high merit does possibly elevated the biting rate during grazing and the herbage intake per bite compared with lower yielding does, as a compensatory mechanism for higher nutrient intake. These strategies are adopted by high yielding dairy cows on pasture compared with lower yielding animals (O'Connell et al., 2000; Linnane et al., 2004). Data of Mellado et al. (2005) in a similar type of vegetation, indicate that increased nutrients requirements of lactating does was associated with a higher utilization of forbs and grasses, compared to non lactating does, which suggests that, under harsh range conditions, goats adjust their diet selection according to their nutritional needs. In the present study high yielding goats produced 38% more milk per lactation than low yielding does, but the change in the internal state of the high yielding does apparently was not strong enough as to cause different appetite drive and hence minimized differences in diet selection. The similarities in diet selection between low and high yielding goats could also be explained by the fact that lactation of does in the present study was synchronized with the rainy season, and levels of milk production of high yielding goats was low (418 ml per day, on

average). The protein and digestible energy of the emergent forages during the rainy season in this environment could have provided an acceptable balance of nutrients for both groups of goats, which led to similar foraging decisions.

Diets contained no less than 32% browse in this shrub-dominated range, thus diet composition was related to forage availability. Higher requirements for energy and nutrients needed for milk synthesis results in higher foraging costs for lactating than for non-lactating ungulates, both domestic (Arnold, 1975) and wild (Clutton-Brock et al., 1982). A mixed diet incorporating both monocot and dicot foods throughout lactation probably was nutritionally superior to either a monocot-only diet or a dicot-only diet. Thus, apparently lactating does in this plant community consumed a mixed diet to balance intake of required nutrients because species that offer the highest rates of nutrient intake are the most preferred by goats (Dziba et al., 2003). Grasses were not abundant in the field (19% of the plant biomass in summer) but were important dietary components of both low and high producing does. At the end of lactation, depleted graminoid availability caused does to consume relatively more shrubs, probably because shrubs in this zone are able to maintain growth and green leaves for longer. However, this increment in shrub consumption was far lower than levels noticed in goat diets grazing in shrub- dominated ranges (Mellado et al., 2005). It is worth mentioning that *Larrea tridentata* and *Flourensia cernua*, shrubs that possess a complex array of allelochemicals (Estell et al., 1998; Hyder et al., 2002) and normally are an important component only during the dry season

(Mellado et al., 2003), were consistently used by low and high yielding does throughout lactation. The consumption of these plants by lactating does were not caused by a lack of alternative forage, which suggests that moderate levels of these resinous shrubs contribute somehow to the nutrition of goats foraging in this rangeland. Also, these results suggest that goats have developed counter adaptations that enable them to feed on these shrubs with diverse repellent secondary metabolites.

Grass use by goats in our study was several times larger than that reported in shrub-dominated plant communities in arid zones (Sidahmed et al. 1981, Mellado et al. 1991, 2003, 2004), which reaffirms that goats are very flexible with the vegetation classes they consume. On the other hand, forbs utilization by goats in the present study was much lower than noted in other studies in the same environmental conditions (Mellado et al., 2003, 2004).

Contents of milk fat were highly negatively correlated with levels of *Buddleja scordioides* in goat diets at the end of lactation. Milk fat is greatly affected by diet (Sutton, 1991), and possibly one or several of the broad secondary metabolites of this shrub (triterpenoid saponins and glycosides; Avila and Romo de Vivar, 2002) interfered with one or several steps in the synthesis of this milk component, constraining its ceiling values. Unpublished data of the authors indicate important post-ingestive effects of this shrub in goats, which includes decreasing serum and fecal phosphorus with increasing levels of *Buddleja scordioides* in the goat diets. However, despite the chemical defenses

of this forage, *Buddleja scordioides* is one of the forages most selected by grazing goats throughout the year in this type of vegetation (Mellado et al., 2004).

At the end of lactation milk protein was positively related with levels of *Bouteloua curtipendula*, *Buchloe dacyloides*, *Croton dioicus*, *Atriplex canescens* and *Larrea tridentata* in the goat diets. Level of nutrition has a profound effect on the milk protein content in grazing goats (Malau-Aduli et al., 2003; Greyling et al., 2004). Because milk protein content derived basically from protein ingested, due to the reduced protein reserves in lactating animals (Coppock et al., 1968), it is likely that most of the protein present in milk was synthesized from dietary protein. Shrubs (except *Larrea tridentata*), grasses and forbs that enhanced milk protein in the present study are renowned for its high nutritional value (Garza and Fulbright 1988; Ramirez et al., 2004). *Larrea tridentata*, on the other hand, is renowned for its toxic secondary chemistry (Hyder et al., 2002), hence it is intriguing the positive association between levels of this forage in goat diets and milk protein. This association suggests that consumption of low amounts of this shrub by goats is relevant for milk protein synthesis at the end of lactation.

5. Conclusions

The results of the present study indicate that during the growing season, level of milk production of mixed-breed does grazing on desert grassland is not likely to change the botanical composition of does at any stage of lactation. These data also suggest that high levels of *Buddleja scordioides* in the goat diets depresses milk fat concentration at the end of lactation, whereas the increased ingestion of some highly nutritious shrubs and grasses of the Chihuahuan desert bioma increased milk protein late in lactation.

6. References

Armstrong, H.M., Gordon, I.J., Hutchings, N.J., Illius, A.W. Milne, J.A., Sibbald, A.R., 1997. A model of the grazing of hill vegetation by sheep in the U.K. II. The prediction of offtake by sheep. *Journal of Applied Ecology* 34, 186-206.

Arnold, G.W., 1975. Herbage intake and grazing behaviour in cows of four breeds at different physiological state. *Australian Journal of Agricultural Research* 21, 755-766.

Avila, J.G., Romo de Vivar, A., 2002. Triterpenoid saponins and other glycosides from *Buddleja scordioides*. *Biochemical Systematics and Ecology* 30, 1003-1005.

Bergman, C.A., Fryxell, J.M., Gates, C.C., Fortin, D., 2001. Ungulate foraging strategies: energy maximizing or time minimizing. *Journal of Animal Ecology* 70, 289-300.

Clutton-Brock, T.H., Iason, G.R., Albon, S.D., Guinness, F.E., 1982. The effect of lactation on feeding behaviour and habitat use of wild red deer hinds. *Journal of Zoology* 198, 227-236.

Coppock, C.E., Tyrrell, H.F., Merrill, W.G., Reid, J.R., 1968. The significance of protein reserve to the lactating cow. *Proceeding Cornell Nutrition Conference and Feed Manufacturing* pp. 86-94.

Cooper, S.D.B., Kyriazakis, I., Oldham, J.D., 1994. The effect of late pregnancy on the diet selections made by ewes. *Livestock Production Science* 40, 263-275.

Dziba, L.E., Scogings, P.F., Gordon, I.J., Raats, J.G., 2003. Effects of season and breed on browse species intake rates and diet selection by goats in the False Thornveld of the Eastern Cape, South Africa. *Small Ruminant Research* 47, 17-30.

Egan, H., Kirk, R.S., Sawyers, R., 1981. *Pearson's Chemical analysis of Foods*. Longman, Essex, England.

Estell, R.E., Fredrickson, E.L., Anderson, D.M., Havstad, K.M., Remmenga, M.D., 1998. Relationship of tarbush leaf surface terpene profile with livestock herbivory. *Journal of Chemical Ecology* 24, 1-12.

- Garza, A., Fulbright, T.E., 1988. Comparative chemical composition of armed saltbush and fourwing saltbush. *Journal of Range Management* 41, 401-403.
- Greyling, J.P.C., Mmbengwa, V.M., Schwalbach, L.M.J., Muller, T., 2004. Comparative milk production potential of Indigenous and Boer goats under two feeding systems in South Africa. *Small Ruminant Research* 55, 97-105.
- Hyder, P.W., Fredrickson, E.L., Estell, R.E., Tellez, M., Gibbens, R.P., 2002. Distribution and concentration of total phenolics, condensed tannins, and nordihydroguaiaretic acid (NDGA) in creosotebush (*Larrea tridentata*). *Biochemical Systematics and Ecology* 30, 905-912.
- Holechek, J.L., 1982. Sample preparation technique for microhistological analysis. *Journal of Range Management* 35, 267-268.
- Linnane, M., Horan, B., Connolly, J., O'connor, P., Buckey, F., Dillon, P., 2004. The effect of strain of Holstein-Friesian and feeding system on grazing behaviour, herbage intake and productivity in the first lactation. *Animal Science* 78, 69-178.

- Malau-Aduli, B.S., Eduvie, L.O., Lakpini, C.A.M., Malau-Aduli, A.E.O., 2003. Variations in liveweight gains, milk yield and composition of Red Sokoto goats fed crop-residue-based supplements in the subhumid zone of Nigeria. *Livestock Production Science* 83, 63-71.
- Mellado, M., Foote, R.H., Rodríguez, A., Zarate, P., 1991. Botanical composition and nutrient content of diet selected by goat grazing on desert grassland in northern Mexico. *Small Ruminant Research* 6, 141-150.
- Mellado, M., Valdez, R., Lara, L.M., Lopez, R., 2003. Stocking rate effects on goats: A research observation. *Journal of Range Management* 56, 167-173.
- Mellado, M., Olvera, A., Dueñez, J., Rodríguez, A., 2004. Effect of continuous or rotational grazing on goat diets in a desert rangeland. *Journal of Applied Animal Research* 26, 93-100.
- Mellado, M., Rodríguez, A., Villarreal, J.A., Olvera, A., 2005. The effect of pregnancy and lactation on diet composition and dietary preference of goats in a desert rangeland. *Small Ruminant Research* 58, 79-85.
- O'Connell, J.M., Buckley, F., Rath, M., Dillon, P., 2000. The effects of cow genetic merit and feeding treatment on milk production, herbage intake and

grazing behaviour of dairy cows. *Irish Journal of Agriculture and Food Research* 39, 369-381.

Penning, P.D., Parsons, A.J., Orr, R.J., Treacher, T.T., 1991. Intake and behaviour response by sheep to changes in sward characteristics under continuous stocking. *Grass and Forage Science* 46, 15-28.

Penning, P.D., Parsons, A.J., Orr, R.J. Harvey, A., Champion, R.A., 1995. Intake and behaviour responses by sheep, in different physiological states, when grazing monocultures of grass or white clover. *Applied Animal Behaviour Science* 45, 63-78.

Ramirez, R.G., Haenlein, G.F.W., Garcia-castillo C.G., Nuñez-Gonzalez, M.A., 2004. Protein, lignin and mineral contents and in situ dry matter digestibility of native Mexican grasses consumed by range goats. *Small Ruminant Research* 52, 261-269.

SAS Institute., 1989. *SAS/Stat User's Guide, Version 6*. SAS Institute Inc., Cary NC, USA.

Sidahmed, A.E., Morris, J.G., Radosevich, S.R., 1981. Summer diet of Spanish goats grazing chaparral. *Journal of Range Management* 34, 33-35.

Sparks, D.R., Malechek, J.C., 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscope technique. *Journal of Range Management* 21, 264-265.

Steel, R.G., Torrie, J.H., 1980. *Principles and procedures of statistics*. Second Edition. McGraw-Hill Book Co., New York, N.Y.

Sutton, J.D., 1989. Altering milk composition by feeding. *Journal of Dairy Science* 72, 2801-2814.

Table 1 Diets (%) of goats with low or high milk production potential at 3 stages of lactation in a desert grassland in northern Mexico. Values are means \pm SD

| Species ¹ | Beginning | | Middle | | End | |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Low | High | Low | High | Low | High |
| Shrubs | | | | | | |
| <i>Atriplex canescens</i> | 4 \pm 3 | 4 \pm 3 | 6 \pm 3 | 6 \pm 3 | 3 \pm 3 | 4 \pm 2 |
| <i>Buddleja scordioides</i> | 5 \pm 5 | 6 \pm 3 | 6 \pm 4 | 7 \pm 2 | 7 \pm 5 | 6 \pm 4 |
| <i>Dalea bicolor</i> | 6 \pm 4 | 6 \pm 4 | 6 \pm 4 | 5 \pm 4 | 6 \pm 4 | 5 \pm 3 |
| <i>Flourensia cernua</i> | 2 \pm 2 | 5 \pm 3 | 3 \pm 3 | 2 \pm 2 | 5 \pm 4 | 5 \pm 4 |
| <i>Larrea tridentata</i> | 3 \pm 2 | 3 \pm 3 | 2 \pm 1 | 2 \pm 2 | 2 \pm 1 | 3 \pm 2 |
| <i>Nolina cespitifera</i> | 3 \pm 2 | 4 \pm 3 | 4 \pm 3 | 4 \pm 3 | 3 \pm 3 | 4 \pm 3 |
| <i>Opuntia rastrera</i> | 2 \pm 1 | 3 \pm 1 | 2 \pm 1 | 2 \pm 2 | 3 \pm 2 | 3 \pm 2 |
| Other shrubs | 12 | 9 | 9 | 4 | 17 | 20 |
| Total shrubs | 37 \pm 21 | 40 \pm 11 | 38 \pm 15 | 32 \pm 15 | 46 \pm 10 | 50 \pm 11 |
| Forbs | | | | | | |
| <i>Croton dioicus</i> | 9 \pm 4 | 8 \pm 3 | 4 \pm 2 | 7 \pm 3 | 11 \pm 4 | 9 \pm 3 |
| <i>Solanum elaeagnifolium</i> | 10 \pm 5 | 8 \pm 3 | 9 \pm 5 | 11 \pm 2 | 4 \pm 4 | 4 \pm 3 |
| <i>Sphaeralcea angustifolia</i> | 5 \pm 4 | 6 \pm 4 | 10 \pm 2 | 10 \pm 4 | 9 \pm 4 | 8 \pm 2 |
| Other forbs | 0 | 3 | 2 | 5 | 3 | 2 |
| Total forbs | 24 \pm 8 | 25 \pm 7 | 25 \pm 10 | 33 \pm 10 | 27 \pm 5 | 23 \pm 11 |
| Grasses | | | | | | |
| <i>Buchloe dactyloides</i> | 4 \pm 4 | 5 \pm 4 | 4 \pm 3 | 7 \pm 4* | 7 \pm 4 | 6 \pm 5 |
| <i>Bouteloua curtipendula</i> | 5 \pm 4 | 4 \pm 4 | 4 \pm 3 | 2 \pm 2 | 4 \pm 2 | 4 \pm 3 |
| <i>Bouteloua gracilis</i> | 6 \pm 4 | 8 \pm 4 | 11 \pm 2 | 11 \pm 2 | 9 \pm 1 | 4 \pm 3** |
| Other grasses | 24 | 18 | 18 | 15 | 7 | 13 |
| Total grasses | 39 \pm 17 | 35 \pm 13 | 37 \pm 6 | 35 \pm 16 | 27 \pm 5 | 27 \pm 11 |

¹Only main species are included.

Values in the same line within season with one ($P < 0.05$) or two ($P < 0.01$) asterisks differ.

Table 2 Pearson correlation coefficients between milk yield and milk constituents and level of some forages in the diet of mixed-breed goats grazing a desert grassland

| Species | Stage of lactation | Milk | Fat | Protein | Casein |
|-------------------------------|--------------------|-------|---------|---------|--------|
| | Beginning | -0.09 | -0.01 | 0.21 | 0.19 |
| <i>Bouteloua curtipendula</i> | Middle | -0.30 | 0.30 | 0.01 | -0.26 |
| | End | -0.04 | 0.29 | 0.54** | 0.54** |
| | Beginning | 0.20 | 0.17 | -0.06 | -0.08 |
| <i>Buchloe dactyloides</i> | Middle | 0.25 | -0.32 | -0.39 | -0.18 |
| | End | 0.06 | 0.10 | 0.49* | 0.49* |
| | Beginning | 0.04 | 0.20 | -0.02 | -0.02 |
| <i>Croton dioicus</i> | Middle | 0.07 | 0.16 | -0.02 | 0.12 |
| | End | 0.18 | -0.14 | 0.51* | 0.51* |
| | Beginning | -0.17 | -0.02 | 0.06 | 0.04 |
| <i>Atriplex canescens</i> | Middle | -0.32 | -0.33 | -0.11 | 0.06 |
| | End | 0.08 | 0.32 | 0.60** | 0.59** |
| | Beginning | -0.12 | -0.03 | -0.28 | -0.24 |
| <i>Buddleja scordioides</i> | Middle | -0.04 | 0.26 | 0.17 | 0.03 |
| | End | 0.11 | -0.65** | -0.17 | -0.16 |
| | Beginning | 0.08 | 0.12 | 0.13 | 0.17 |
| <i>Larrea tridentata</i> | Middle | -0.06 | -0.13 | 0.09 | 0.14 |
| | End | 0.15 | 0.08 | 0.46* | 0.46* |

LITERATURA CITADA

ARBIZA, M. J. 1986. Nutrición y alimentación de las cabras. In Producción de caprinos. S. Arbiza. México, AGT. pp 295 - 408.

ARNOLD, G. W. ; DUDZINSKI, M. L. 1978. Ethology of free-ranging domestic animals. Amsterdam, Elsevier scientific. pp 1 - 125.

BARTOLOMÉ, J., FRANCH, J., PLAIXATS, J. AND SELIGMAN, N.G. 1998. Diet selection by sheep and goats on Mediterranean heath-woodland range. *J. Range Manage.* 51:383-391.

BHATTA, R., SHINDE, A.K., SANKHYAN, S.K., VERMA, D.L., VAITHIYANATHAN, S., 2002. Effect of feeding tree foliage on milk yield and composition of lactating goats on semi-arid rangeland. *Indian J. Animal Sci.* 72, 84-86.

CASTILLO, R.J. 1986. Evaluación de la calidad nutritiva de la dieta de cabras en pastoreo en la región central del estado de chihuahua. *II Concumo voluntario y digestibilidad . Tesis de maestría. FZ-UACH.CHIHUAHUA.*

CHÁVEZ, A., L.C. FIERRO, V. ORTÍZ, M. PEÑA Y E. SÁNCHEZ. 1979. Composición Botánica y Valor Nutricional de la Dieta de Bovinos en un Pastizal Amacollado Arbosufrutescente. *Bol. Pastizales. Vol. X No. 5. Chih. Méx. P. 2-*

CSIRO. 1976. Sheep, cattle, and goats select different diets. *Australia, Rural Research*, 92: 19 - 22.

DE RIDDER, N. ; BENJAMIN, R. W. ; VAN KEULEN, H. 1986. Forage selection and performance of sheep grazing dry annual range. *J. Arid Env.* 10 : 39 - 51.

ECHAVARRÍA, M.S. 1987. Spanish goat diets following manipulation of south Texas mixed brush. Ph. D. Dissertation. Texas A & M University, College Station, TX.

EGAN, H., R.S. MALVEN, AND E.L. SAWYER. 1981. *Pearson's Chemical Analysis of Food.* Logman, Essex, England.

FIERRO, L.C., F. GÓMEZ Y M.H. GONZÁLEZ. 1982. Control biológico de arbustivas indeseables utilizando cabras. *Vol. XI No. 4. Chih. Méx. p. 11.*

GENIN, D., PIJOAN., A.P. 1993. Seasonality of goat diet and plant acceptabilities in the coastal scrub of Baja California, México. *Small Ruminant Research* 10: 1-11.

GONZÁLEZ, H. 1984. Composición botánica de la dieta de caprinos en el norte de Zacatecas. 1ª Reunion Nacional de Caprinocultura. U:A:A:A:N., Saltillo, México, p.21.

GUTIÉRREZ, A.E. Y A.J.S. GARCÍA. 1998. Consumo de energía y proteína por caprinos en un matorral mediano subespinoso y matorral mediano crasirosulifolio espinoso. Tesis de Licenciatura. FMVZ-UJED. Durango, Dgo.

HABIB, R. Y J.M. PEÑA. 1982. Hábitos alimenticios del berrendo (*Antilocapra americana*) en la región central de Chihuahua. *Bol. Pastizales*. 13(6);2-9.

HANSELKA, C.W. 1998. Integración de los sistemas de producción animal con el manejo del venado cola blanca en el sur de Texas. Taller de Ganadería de Bovinos de Carne del Norte de México y Sur de Texas. UAT, UANL, ITESM, UAAAN, Texas A&M, INIFAP. Cd. Victoria, Tamps. p. 98-105.

HODSON, J. 1981. Ingestive behaviour. *In* *Herbage intake handbook*. J. D. Leaver. Hurley, British Grassland Society. pp 113 - 138.

JUÁREZ, A.S. 2004. Factores a considerar en la práctica de la suplementación de caprinos en pastoreo. Memorias de la XVI Semana Internacional de Agronomía. Gómez Palacio, Durango. México.

KABABYA, D., PEREVOLOTSKY, A., BRUCKENTAL, I. AND LANDAU, S. 1998. Selection of diets by dual-purpose Mamber goats in Mediterranean woodland. *J. Agric. Sci.* 131:221-228.

KENNEY, P.A. BLACK, J.L. 1984a. Factors affecting diet selection by sheep. I Potential intake rate and acceptability of feed. *Australian J. Agr. Res.* 35 : 551 - 563.

MALECHEK, C. J. Y LEINWEBER, L. C. 1972. Forage selectivity by goats on lightly and heavily grazed ranges. *J. Range Manage.*, 25:105-11.

MELLADO, M., Y J.G. CRUZ. 1990. Contenido de nutrientes en la dieta de cabras pastoreando un matorral mediano espinoso durante dos estaciones del año. *Agraria* 6:132-139.

MELLADO, M., R.H. FOOTE, A. RODRÍGUEZ AND P. ZARATE. 1991. Botanical composition and nutrient content of diets selected by goats grazing on desert grassland in northern Mexico. *Small Rumin. Res.* 12:141-150.

MELLADO, M., 1997. Arid zones potential for production of goat milk. In *Proceedings XII annual meeting on goats*. Torreón, Mexico. pp 297-308.

MELLADO, M., VALDEZ, R., LARA. L.M., LOPEZ, R., 2003. Stocking rate effect on goats: A research observation. *J. Range Manage.* 56, 167-173.

MELLADO, M., RODRÍGUEZ, A., VILLARREAL, J.A., LOPEZ, R., 2004. Age and body condition on diets of grazing goats. *J. Range Manage.* 57, 517-523

MELLADO, M., S. RODRÍGUEZ, R. LÓPEZ Y A. RODRÍGUEZ. 2005. Relation among milk production and composition and blood profiles and fecal nutrients in goats on rangeland. *Small Ruminant Research* (en prensa)

MENDOZA, J.M. 1983. Diagnóstico climático para la zona de influencia de la UAAAN. Departamento de Agrometeorología. Buenavista, Saltillo.

MORAND-FEHR, P., SAUVANT D. 1984. Alimentación de cabras. *In* *Alimentos y alimentación de ganado*. D. C. Church. Montevideo, Hemisferio Sur. pp 553 - 577.

MOCTEZUMA, A.R. 1989. Determinación del consumo del ganado caprino en los agostaderos de Marín, N.L. Tesis FA-UANL. Marín, N.L.

PAPACHRISTOU, T. G. ; NASTIS, A. S. 1996. Influence of deciduous broad-leaved woody species in goat nutrition during the dry season in northern Greece. *Small Rumin. Res.* 20 : 15 - 22.

PUENTE,G.A.1986. Composición botánica y nutritiva de la dieta de caprinos en pastoreo en un matorral micrófilo con y sin resiembra en la región de Ocampo, Coah. Tesis de maestría .UAAAN. Saltillo, Coah.

RAMÍREZ, R. G. 1989. Estudios nutricionales de las cabras en el noreste de México : Primera Parte. Universidad Autónoma de Nueva León, México. Cuaderno de investigación (6) : 56 p.

RIDDER, N. De, BENJAMIN, R. ; VAN KEULEN, H. 1986. Forage selection and performance of sheep grazing dry annual range. *J. Arid Env.* 10: 39-51.

SAS. 1989. SAS procedure users guide version 6. Third edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

STEEL, R.G.D. AND TORRIE, J.H. 1980. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Co. N.Y.

WILSON, A.D., Leigh, J.H., Hindley, N.L., and Mulham, W.E. 1985. Comparison of the diets of goats and sheep on a CasuarinaCristata-Heterodendrum oleifolium Woodland community in New South Wales. Aust.J.Exp.Agric.Anim.Husb. 15, 45-52.

