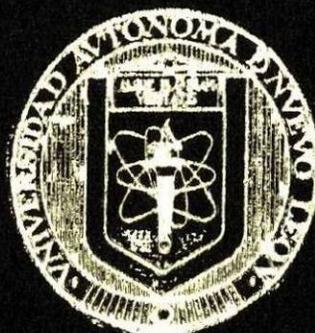


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EFECTO DEL CONSUMO DE PALO VERDE (Cercidium macrum)
EN LA DIGESTIBILIDAD Y BALANCE DE NITROGENO
DE LOS CAPRINOS"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
PRESENTA

JOSE ROMUALDO MARTINEZ LOPEZ

MARIN, N. L.

FEBRERO DE 1991

T

SF383

.5

.M6

M3

c.1



1080062077

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EFECTO DEL CONSUMO DE PALO VERDE (Cercidium macrum)
EN LA DIGESTIBILIDAD Y BALANCE DE NITROGENO
DE LOS CAPRINOS"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
PRESENTA

JOSE ROMUALDO MARTINEZ LOPEZ

MARIN, N. L.

FEBRERO DE 1991

10582m

T
SF 383
.5
.M6
M3

040.636
FA2
1991
C.5

F Tesis



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

"EFECTO DEL CONSUMO DE PALO VERDE (Cercidium macrum) EN LA DIGES
TIBILIDAD Y BALANCE DE NITROGENO DE LOS CAPRINOS"

T E S I S

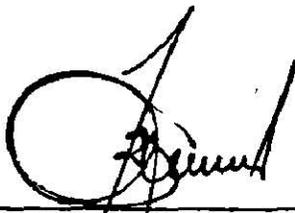
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

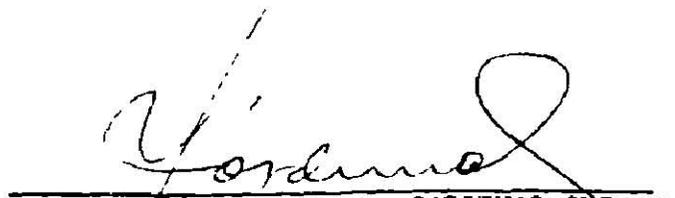
PRESENTA

JOSE ROMUALDO MARTINEZ LOPEZ

COMISION REVISORA



Ph.D. ROQUE G. RAMIREZ LOZANO
Asesor Principal



ING. M.C. FELIPE DE J. CARDENAS GUZMAN
Asesor Auxiliar

DEDICATORIA

GRACIAS A DIOS.

A MI PADRE:

Sr. Juan Martínez Castillo
Con respeto y admiración, quien como Padre y amigo
marcó para mí una senda de honradez y trabajo.

A MI MADRE:

Sra. Paula López de Martínez
Como un sencillo homenaje a su persona, que con
cariño y comprensión supo conducirme por un buen
camino.

A MIS HERMANOS:

Norma Leticia
Juan Pablo
Martha Elda
Myrna Elena

Por su apoyo y ayuda.

A todos mis familiares, con afecto y gratitud.

A México, por lo que me ha dado y por lo que pienso darle.

A mis Compañeros y Amigos.

Que con sus gestos de estimación y apoyo, quedarán por siempre grabados en mi mente, fueron impulso constante durante el paso por esta Facultad.

A todos aquellos que he omitido y que de una forma directa o indirecta contribuyeron a la culminación de mis estudios profesionales y del presente trabajo.

¡GRACIAS!

AGRADECIMIENTOS

A MIS ASESORES:

Ph. D. Roque G. Ramírez Lozano

Ing. M.C. Felipe de Jesús Cárdenas Guzmán

Por sus constantes y acertadas orientaciones, sus estímulos y cooperación en la realización del presente trabajo.

Al personal de la Unidad Metabólica de la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía:

Ing. Jorge Landa Gutiérrez

Y

Sr. Elías Martínez.

Quienes me dieron su ayuda en el momento oportuno.

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION	1
LITERATURA REVISADA	4
Hábitos alimenticios de las cabras.....	4
Tipo de vegetación consumida por las cabras....	6
Consumo voluntario del ganado caprino	10
Regulación quimostática del apetito	13
Regulación termostática del apetito.....	14
Regulación lipostática del apetito.....	15
Requerimientos nutricionales de los caprinos ..	15
El agua	16
Proteínas	17
Grasas	19
Vitaminas	20
Minerales	21
Energía	22
Digestibilidad y balance de nitrógeno en la die_	
ta de cabras	24
MATERIALES Y METODOS	36
RESULTADOS Y DISCUSION	44
CONCLUSIONES	50
RESUMEN	51
BIBLIOGRAFIA	53

INDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Composición de las dietas (% Base Seca) ofrecidos a los chivos en la prueba de digestibilidad	39
2	Composición química (% Base Seca) de las dietas consumidas por los chivos en la prueba de digestibilidad	41
3	Composición química (% Base Seca) de los ingredientes consumidos por los <u>chi</u> vos en la prueba de digestibilidad	43
4	Medias de las digestibilidades aparentes (%), peso (Kg) y consumo de materia seca de los chivos	46
5	Utilización del Nitrógeno por los chivos alimentados con las dietas en la prueba de digestibilidad	48

INTRODUCCION

Los pastizales han sido considerados como el tipo de terreno que ocupa más superficie sobre la tierra (Semple, 1951). Esto sin embargo, no indica claramente la extensión del recurso pastizal. Una considerable superficie de los bosques es utilizado como pastizal y muchas de las porciones mas áridas del mundo, consideradas normalmente como desiertas contribuyen significativamente a la producción de forraje en años favorables.

Una de las especies animales que ha dependido de la flora nativa de las comunidades de las regiones áridas, es la cabra, cuya importancia radica en su habilidad de sobrevivir en situaciones adversas para otros animales domésticos (Carrera y Cano, 1967).

Los arbustos como el palo verde (Cercidium macrum), el mezquite (Prosopis glandulosa), el granjeno (Celtis pallida), etc.; proporcionan la cantidad de nitrógeno necesaria para mantener un balance de nitrógeno adecuado.

En la década pasada, se hicieron estudios sobre evaluación de análisis químicos, preferencia de pastoreo, digestibilidad y consumo de arbustos, así como producción de biomasa. Wilson (1979), encontró que los arbustos tenían una contribución importante en la nutrición de animales domésticos en pastoreo además de los animales silvestres. En el Norte de México, la mayor parte de los agostaderos estan formados principalmen-

te por una vegetación arbustiva que es utilizada como alimento para los animales herbívoros, como lo es el ganado caprino, ovino, bovino y cérvido. La vegetación arbustiva, conjuntamente con los zacates y hierbas nativas que se encuentran presentes en la época de lluvias, contribuyen como fuente de forraje para las diferentes especies presentes en el agostadero y proporcionan gran parte de los requerimientos nutricionales de estos animales (Ramírez, 1989a).

Sin embargo, se sabe que la composición botánica de un agostadero varía a través del año, por lo que en épocas húmedas existe una gran diversidad de plantas, no encontrándose límites para su disponibilidad y consumo, mientras que para la época seca sucede todo lo contrario, por lo que las especies arbustivas pasan a contribuir la mayor parte de la dieta de herbívoros, cuando el zacate está en período de latencia.

De los estudios que se han realizado sobre la utilización de la vegetación nativa del agostadero en regiones áridas y semiáridas, han sido en su mayoría sobre cabras, debido a que la vegetación arbustiva pasa a formar la mayor parte del agostadero y comprende la mayor parte de la alimentación.

Recientemente, se ha reportado que animales en pastoreo en el Noreste de México: como las cabras (Ramírez, 1989a), venados (Quintanilla, 1989) y borregos (Mireles, 1990), incluyen en su dieta una gran variedad de arbustos (alrededor del 80%).

Entre los arbustos más consumidos se encuentran: el palo verde (Cercidium macrum), el mezquite (Prosopis glandulosa), el granjeno (Celtis pallida), chaparro prieto (Acacia rigidula), etc. También se ha reportado (Ramírez, 1989a) que estos arbustos están ampliamente distribuidos en estas regiones y contienen altos niveles de proteína cruda, calcio, fósforo y otros nutrientes importantes para los herbívoros.

Por lo antes mencionado, es necesario que para hacer una evaluación de la contribución nutricional del ramoneo de los animales domésticos en pastoreo, se requieran estudios de digestibilidad y pruebas de balance de nitrógeno, lo que contribuirá a una medición de la disponibilidad del nitrógeno para la utilización animal y así poder llevar a cabo programas de suplementación, resiembra, manejo del ganado, así como prácticas de utilización y evaluación de los agostaderos.

De este modo, los objetivos de este trabajo son los siguientes:

- 1) Comparar el efecto de la suplementación con palo verde (Cercidium macrum) y con alfalfa (Medicago sativa), en la digestibilidad en caprinos alimentados con una dieta basal de paja de frijol (Phaseolus vulgaris).
- 2) Comparar el efecto de la suplementación protéica con palo verde (Cercidium macrum) y con alfalfa (Medicago sativa) en el balance de nitrógeno en caprinos alimentados con una dieta basal de paja de frijol (Phaseolus vulgaris).

LITERATURA REVISADA

Hábitos alimenticios de las cabras

De acuerdo al comportamiento alimenticio de las cabras, pueden ser consideradas como altamente selectivas para obtener su alimento de la vegetación. Estos animales reciben solo una parte de la energía de la fermentación ruminal, en contraste con animales rumiantes más grandes. Entre los pequeños rumiantes, la cabra exhibe una gran versatilidad en sus hábitos alimenticios, lo que hace aceptable a una amplia gama de condiciones de pastoreo. Es capaz de seleccionar las mejores partes de las plantas, lo que la hace especial al explotar la diferenciación nutritiva de los forrajes del agostadero (Mc Cammon-Feldman et al., 1981).

Los talluelos y las hojas de los arbustos perennes son ramoneados por las cabras. Estas partes florales de los arbustos son ricos en su contenido de proteína y contienen bajos niveles de lignina y fibra; sin embargo, contienen inhibidores, los cuales son medios de defensa energéticamente baratos comparado con la lignina.

Los caprinos poseen hábitos alimenticios característicos a su especie, debido ante todo a las diferencias anatómicas y fisiológicas con respecto a los bovinos. Todo parece indicar que las distintas estrategias de alimentación de los rumiantes, dependerán de la relación entre el tamaño de su cuerpo o capa-

cidad de su tracto digestivo con respecto a valores metabólicos, que a su vez están en función al peso de su cuerpo elevado a la 0.75. Los animales ramoneadores, como la cabra, tienen menos volumen ruminal con respecto a su peso corporal, comparado con los animales considerados como pastizaleros. El área de la sección transversal del rumen es más amplia que la esperada, basados en el incremento proporcional del peso corporal. Por lo que su capacidad digestiva es menor comparados con los bovinos, cuando el forraje que consumen es zacate. Lo anterior sugiere que las cabras tienen volúmenes ruminales, que se consideran óptimas para la digestión de hojas y tallos de arbustos y hierbas, productos del ramoneo. Las hojas, talluelos y hierbas son un excelente alimento para pequeños ruminantes; quienes están restringidos en su capacidad digestiva, debido a su rápida tasa metabólica y su bajo volumen ruminal. La capacidad de las cabras para usar habitats de baja calidad, se debe fundamentalmente a factores como lo son: la capacidad sintética de los microbios del rumen y la habilidad para seleccionar forrajes de alta calidad nutritiva. La rápida tasa de paso del rumen que permite una reducción de la digestión de la fibra, también ayuda a evitar la fermentación ruminal de los contenidos celulares que escapan hacia el bajo tracto digestivo. En los pequeños ramoneadores, como la cabra, que consumen una gran proporción de contenidos celulares en su alimento, la digestión directa de estos nutrientes incrementa una asimilación eficiente (Demment y Longhurst, 1987).

Derment y Longhurst (1987) sugieren que los hábitos alimenticios de una especie animal, en el corto plazo y por lo tanto su productividad, están en función, en parte, de su tamaño corporal, capacidad digestiva y la morfología de su aparato digestivo. Por otra parte, en el largo plazo, estas características pueden responder a la naturaleza del recurso base, la comunidad con otros herbívoros presentes, y la posibilidad de eventos aleatorios.

Tipos de vegetación consumida por las cabras

Existen muy pocas cosas verdes que las cabras no coman. Se ha determinado que su dieta incluye un 15% más de especies de plantas, que los ovinos y bovinos. Son capaces de comer hojas de árboles y arbustos, semillas, raíces, ramas glabras y espinosas y hasta papeles. Las cabras en general, viven del pastoreo y/o ramoneo y su dieta depende de la calidad y tipo de alimento disponible. Cuando hay baja disponibilidad de forraje comen maleza de baja palatabilidad; hojas de árboles y arbustos y pueden comer zacates (Arbiza y Oscarberro, 1978). De acuerdo con sus hábitos de alimentación, la cabra se le sitúa como una especie particularmente apta para utilizar forraje de zonas con arbustos (Hoppe et al., 1977). Se ha observado que las cabras también tienen preferencia por las inflorescencias de los zacates. Debido a que las cabras tienen preferencia por las hojas de los arbustos, han sido usadas como control de arbustos indeseables considerados como invasores. Tam-

bién han sido usadas para consumir los rebotes que aparecen después de los desmontes mecánicos. Sin embargo, las cabras no solo consumen plantas invasoras, por lo que deberá tenerse cuidado de un sobre pastoreo que pudiera destruir toda la cobertura vegetal (Wilson et al., 1975).

El follaje (hojas, talluelos) de árboles, arbustos y hierbas contienen generalmente altos niveles de proteína cruda (Ramírez et al., 1989b) y fósforo durante el período de crecimiento, más cantidad que los zacates (Rector y Huston, 1976). Pero, algunas de estas especies de plantas contienen uno o más inhibidores que pueden impedir la utilización de los nutrientes contenidos en la vegetación. Dentro de los tipos de inhibidores, se incluye a la lignina contenida en los talluelos maderables y hojas de árboles. Los aceites esenciales como los terpenos que están presentes en cantidades relativamente altas en algunos arbustos, aparentemente inhiben el crecimiento de las bacterias en el rumen (Holechek et al., 1988). Altos niveles de taninos se encuentran en los principales arbustos consumidos por las cabras y reducen la digestión de los alimentos, debido a la inhibición de actividad enzimática bacteriana (Kumar y Singh, 1984; Barry y Duncan, 1984). A pesar de los inconvenientes y de acuerdo a observaciones en el campo, las cabras cuando dependen en gran medida de ramoneo de hojas y talluelos de arbustos y hierbas se desarrollan en buenas condiciones, por lo que las hojas de arbustos y árboles, hierbas y zacates seleccionadas por las cabras, deben ser de un alto valor nutri

cional (Wilson 1979; Ramírez et al., 1989b). Lo que ha sugerido poner más atención a estos materiales en el manejo alimenticio de las cabras (Sidahmed et al., 1981a).

Debido a que las plantas varían grandemente en tipo y forma, los pastizales ofrecen a los animales en pastoreo una gran cantidad de oportunidades de seleccionar la dieta. Las cabras pueden seleccionar una dieta, que es de mucho más alta calidad que el promedio del total de la vegetación (Huston, 1978). Debido a la no especialización en sus hábitos alimenticios y la capacidad de moverse ágil y rápidamente, permite a las cabras vivir en zonas que tienen apenas una escasa capa de hierba y donde otros animales perecerían de hambre (Pfister y Malechek, 1986). Las especies más palatables son consumidas más rápidamente y las no palatables se evitan casi completamente (Huston, 1978).

Algunos estudios muestran que la dieta de las cabras está compuesta por un 60% de ramas y hojas de árboles y arbustos, 20% de zacates y 20% de varias hierbas (Arbiza, 1986). Deven-dra y Mc Leroy (1986), indicaron que de 1,728 bocados, el 83% de los mismos fueror. para ramoneo y 17% para zacates. Además, indican que para donde no dispone de hojas para ramoneo, las cabras pueden usar zacates y otros residuos de cosecha, como pajas de cereales. Brayán et al., (1979) en Texas, reportó que las cabras españolas consumieron más zacates (45%) que arbustos (42%) y hierbas (13%). También en Texas, Malechek y Leinweber (1972), reportaron que las cabras prefirieron consumir za-

cates que otros tipos de plantas.

Por otra parte, en el Norte de México, Puente (1986) observó que la dieta de las cabras en pastoreo en una comunidad micrófila, consistió de 86% de arbustos y el resto estuvo constituida de hierbas y zacates. Vega (1986), también observó que las plantas arbustivas ocuparon el primer lugar con un 57.8% del tiempo total de pastoreo, seguido con un 38.4% de zacates y por último las herbáceas con un 6.9%. Ramírez, et al., (1989c), determinaron que las cabras seleccionaron en sus dietas una mayor cantidad de arbustos (81.0%), comparado con hierbas (12.3%) y zacates (6.7%), además el consumo relativo entre estos mismos grupos de plantas no fué uniforme a través de un año, con períodos de muestreo mensuales. En los tres estudios descritos con anterioridad, las principales plantas consumidas por las cabras fueron: Chaparro prieto (Acacia rigidula), palo verde (Cercidium macrum), guayacán (Porlieria angustifolia), huizache (Acacia farnesiana), cenizo (Leucophyllum texanum), zacate buffel (Cenchrus ciliaris), entre otras de menor abundancia.

Reportes sobre composición botánica de la dieta de las cabras en pastoreo en un matorral micrófilo del Noreste de Jalisco, México, concluyen que el consumo de gramíneas solo es alto cuando éstas se encuentran en su etapa fenológica de crecimiento. Siendo los arbustos y las hierbas, los constituyentes más importantes de la dieta a través de un año de evaluación (Luna et al., 1988). La caracterización de las especies de plan-

tas en las dietas de las cabras, es importante porque da una idea clara del comportamiento alimenticio; sin embargo, la selección de su dieta influye primeramente por la variedad, distribución y disponibilidad de las especies de plantas palatables (Malechek y Leinweber, 1972). Dietz y Cook (1972), concluyeron que en climas calientes con estaciones frías, las herbáceas y gramíneas son consumidas en mayor proporción durante el otoño y principios del invierno, cuando las lluvias son abundantes, relucándose en esta época el ramoneo. En climas fríos, las hierbas y gramíneas están en letargo desde el final del otoño hasta principios de primavera. Bajo estas condiciones, las herbáceas son importantes y la dieta aumenta con arbustivas.

Consumo voluntario del ganado caprino.

La cabra, debido a su relativamente pequeña capacidad ruminal, ha evolucionado convirtiéndose en un ramoneador bastante selectivo. Por lo tanto, es hábil en consumir dietas ricas en energía metabolizable y proteína. Esta estrategia contribuye a su supervivencia cuando las condiciones de alimentación son pobres, como es el caso en las sequías prolongadas ó en la época seca, (Van Soest, 1982).

Las cabras en la mayoría de los sistemas intensivos de pastoreo, pueden perder una oportunidad reducida de selección, debido a factores de manejo tales como sobrepastoreo ó un número restringido de horas de pastoreo (Johnson y Van Eys, 1987).

Las cabras son infatigables caminadoras y trepadoras. Pueden recorrer hasta cerca de 10 Km diarios, en sus caminatas consumen el 12% de su tiempo, su actividad diaria se puede dividir de la siguiente manera: un tercio de alimentarse, la mitad de descanso (principalmente acostadas) y el 12% en caminar. La duración del pastoreo varía mucho según la región y la estación del año; por lo general le dedica de cuatro a nueve horas diarias (Arbiza, 1986).

El consumo voluntario es probablemente el factor más importante desde el punto de vista de la productividad pecuaria, ya que todos los demás parámetros como son la ganancia de peso, producción de leche, etc., dependen de forma directa del factor en cuestión. Es decir, en términos generales se busca que el animal consuma más, ya que ésto se traduce en mayor producción (Shimada, 1984).

La alimentación es una actividad compleja que comprende acciones diversas, tales como la búsqueda de alimento, su reconocimiento y sus movimientos tendientes a su consecución, la aprehensión sensorial del alimento, la iniciación de la comida y la ingestión (McDonald et al., 1988). Dado que la regulación del consumo no es a voluntad del humano (excepto en el caso de alimentación forzada), es necesario el conocimiento de los mecanismos de dicha regulación. Con el objeto de facilitar la discusión del tema, se comenzará por tratar de definir algunos conceptos utilizados con frecuencia.

Hambre ó apetito, es la necesidad fisiológica y/o psicológica que experimenta un animal, que lo obliga a comer.

Saciedad es lo opuesto, o sea, la sensación que lo impulsa a dejar de comer.

Gustocidad (a la que incorrectamente se denomina también como palatabilidad), es la impresión sensorial (olfativa, visual, gustativa, táctil e incluso auditiva), que el animal recibe del alimento.

Ad libitum, significa que el alimento se pone a disposición del animal en cantidades tales que tenga acceso al mismo en todo momento.

Peso metabólico, expresado como el peso en Kg elevado a la $0.75 = (W_{kg}^{.75})$, se refiere a que la producción de calor es en función a la superficie corporal más que al peso, o sea que en animales de diferente masa, la tasa de metabolismo basal es proporcional a su superficie y no a su peso. La aplicación de la fórmula permite entonces hacer comparaciones entre animales de diferente peso e incluso de diferente especie (Shimada, 1984).

Ha sido demostrado con claridad que los centros del hambre y de la saciedad, se localizan en el hipotálamo (cerebro medio). Estudios realizados con animales de experimentación han permitido conocer que lesiones, en localizaciones adecua-

das, determinaron la pérdida total del apetito ó la ausencia de sed (Church, 1974). Cuando un animal ingiere sus alimentos se producen ciertos cambios (señales) en su organismo que determinan la actividad de saciedad, que, a su vez, suprime la actividad del centro que induce a comer. Después de un período de tiempo, disminuye la actividad de estas señales y se elimina la acción inhibidora que ejerce el centro de la saciedad sobre el centro que impulsa al animal a consumir alimentos, se reactiva este centro y el animal vuelve a mostrar deseos de comer (Hafez, 1972).

Los mecanismos que determinan el apetito y la saciedad, ésto es el consumo voluntario, no son del todo conocidos, existiendo varias teorías al respecto. La regulación del consumo puede ser de dos tipos: a corto o a largo plazo. El primero se asocia con el control del inicio y el término de "comidas" individuales, mientras la segunda se refiere a correcciones en el consumo que efectúa el organismo en relación al gasto energético global (Shimada, 1984). Aunque puede pensarse que muchos de estos sistemas de control son similares en todas las especies, existen importantes diferencias entre especies que dependen especialmente de la estructura y fisiología de su tracto digestivo.

Regulación quimostática del apetito.

En la mayoría de las especies monogástricas, se dispone de pruebas que ponen de manifiesto cómo la concentración de

glucosa en sangre está relacionada negativamente con el consumo de alimentos a corto plazo, y que las contracciones gástricas de hambre son más acentuadas cuando es bajo el nivel de glucosa en la sangre. Sin embargo, en los rumiantes no se produce dicha relación, ya que la concentración de glucosa en sangre tiene una relación escasa o nula con el consumo de alimentos (Church, 1974).

Mc Donald et al. (1988), dice que un mecanismo quimostático plausible puede envolver las tres mejores fermentaciones, ácidos grasos volátiles, producidos en el rumen; acético, propiónico y butírico. Inyecciones intrarruminales de acetato y propionato han demostrado que disminuye el consumo de dietas concentradas y se sugiere que los receptores de regulación de acetato y propionato de consumo de alimento, están en la pared luminal del retículo-rumen. Shimada (1984), encontró que el ácido fórmico aplicado intrarruminalmente reduce el apetito y lo mismo sucede con el ácido láctico que se produce a niveles altos en el período posprandium. Se ha intentado relacionar la reducción en el consumo voluntario que se observa con forrajes preservados en forma de silo con el nivel de ácido láctico, en el producto (Shimada, 1984).

Regulación termostática del apetito.

Esta teoría se basa en la observación de que por lo general los animales comen más cuando se hayan en ambientes fríos y reducen notablemente el consumo cuando padecen un estrés térmico.

mico. French (1970), afirma que las cabras varían las cantidades de alimento que ingieren según la temperatura del aire, comen menos cuando pasa de 20°C, más en tiempo frío, pero si éste es extremo, reduce la cantidad de alimento.

Broveck (1960), indicó que el consumo de alimentos se regula como si fuesen una parte integrante de los sistemas que controlan la temperatura orgánica cuando señaló que los animales comen para mantenerse calientes y dejan de comer para prevenir hipertemia.

Regulación lipostática:

Church (1974) señala que la cantidad de tejido adiposo corporal (tejido graso) puede servir en cierto modo para aumentar o reducir el consumo de alimentos cuando desciende ó aumenta la grasa corporal. Esto puede ser considerado como un aspecto del balance de energía en animales delgados, que tienen un requerimiento para los nutrientes o síntesis de grasa que es reducida dentro del animal. Otra sugerencia, es que en toda la grasa animal la deposición de grasa en la cavidad abdominal puede reducir el espacio en el que el rumen puede expandirse durante la alimentación (McDonald et al., 1988).

Requerimientos nutricionales de los caprinos.

Lo que consume un animal sirve para su mantenimiento y producción. Esta última, puede subdividirse en crecimiento,

preñez, producción de leche y aumento de peso. Para satisfacer sus necesidades, se suministra de agua, energía, proteínas y otras sustancias esenciales, como vitaminas y minerales. Aunque las cabras son consumidoras básicamente de forrajes sin embargo, un animal altamente productivo debe, además recibir concentrados; ya que el forraje más el concentrado pueden suministrar al animal de sus necesidades fisiológicas para expresar su potencial genético (Koeslag et al., 1982).

El agua.

Es obviamente importante para las cabras, y las cantidades requeridas dependen de las necesidades para mantener los balances normales de agua en el organismo, y para proveer los niveles satisfactorios para la producción. El contenido de agua normal en el cuerpo de las cabras varía con la edad, cantidad de grasa corporal y las temperaturas del medio ambiente. Los requerimientos de agua pueden ser satisfactorios mediante el consumo libre de agua; otras importantes fuentes de agua incluyen el agua contenida en los alimentos ingeridos y el agua metabólica, resultado de la oxidación de las fuentes de energía. Las mayores pérdidas de agua incluyen las formas urinarias, lactación, evaporación y la transpiración (N.R.C., 1981).

Una recomendación general para el suministro, es proveer a las cabras con toda el agua limpia que ellas quieren tomar (suministro ad libitum). Temperaturas extremas en el agua incrementa los requerimientos de energía. Las cabras son a menu-

do más sensitivas y renuentes que otras especies para tomar aguas con sabores desagradables y aunque ellas son forzadas a beber aguas en malas condiciones, el resultado puede dar infecciones ó suministros indeseables de minerales (N.R.C., 1981).

Las cabras son de los animales domésticos más eficientes en el uso del agua, acercándose al camello. Requieren más altas temperaturas para entrar en estres, y requieren evaporar menos cantidad de agua para el control de la temperatura de su cuerpo. Ellas también tienen la habilidad para conservar el agua, reduciendo las pérdidas por orina y heces fecales. Los factores que afectan a las cabras en el consumo de agua son los niveles de lactación, temperatura del medio ambiente, agua contenida en el forraje, la cantidad de ejercicio que realice y la sal y minerales contenidos en la dieta (N.R.C., 1981).

El consumo total de agua libre, tomada por las cabras estabuladas corresponde de 4-5 veces la cantidad de materia seca consumida. Esta cantidad de agua evaporada, para mantener la temperatura corporal en las cabras expuestas al calor (Gall y Mena, 1979).

Proteínas.

Las proteínas son el principal constituyente del cuerpo del animal y son necesarias continuamente en la alimentación para la restauración de los cálculos y procesos sintéticos. La transformación de la proteína del alimento en proteína del

cuerpo, es un importante proceso del metabolismo y la nutrición. Las proteínas están formadas por aminoácidos y son los constructores de las paredes de todas las células del cuerpo. Las proteínas son por lo consiguiente vitales para el mantenimiento del animal, crecimiento, reproducción y producción láctea. Deficiencias de proteínas en la dieta bajan los almacenes de la sangre, hígado y músculos, y predispone al animal a una variedad de constantes y serias enfermedades letales. Abajo del mínimo nivel del 6% de proteína cruda (PC) en la dieta, el consumo de alimento será reducido, con una combinación de deficiencias de proteína y energía. Esta deficiencia más amplia reduce la función del rumen y disminuye la eficiencia de la utilización del alimento. Prolongadas deficiencias de proteína retardan el desarrollo fetal, baja el peso al nacer, afecta el desarrollo de los cabritos y decrece la producción láctea (N.R.C., 1981).

Requerimientos de proteína para diferentes estados fisiológicos de las cabras según la N.R.C. (1981).

Mantenimiento; La estimación media es de 2.82 g de Proteína Digestible (PD) ó 4.15 g de Proteína total por Kg de peso metabólico ($PT/W_{kg}^{.75}$), con un promedio de digestibilidad de 68% para la PT.

Crecimiento; La media es de 0.195 g PD ó 0.284 g PT/g ganancia.

Preñez; No hay experimentos para una estimación donde se puedan fundamentar los requerimientos de proteína para la preñez. Sin embargo, la media de dos estimaciones fué de 4.79 g PD ó 6.97 g PT/W_{Kg}^{.75} peso.

Lactación; Tiene una media de 57.20 g PD ó 81.71 g PT/W_{Kg}^{.75} de leche, con un 4.86% de grasa (N.R.C., 1981).

Gall y Mena (1979) reportaron que para el mantenimiento de las cabras, es necesario de 15 a 65 g de proteína cruda digestible por cada kilogramo de peso vivo por día. Así mismo, cuando la cabra es productora de leche se necesita de 48-64 gramos de proteína cruda digestible por cada kilogramo de leche producida con 3.5% de grasa.

Berlanger (1976) recomienda que las cabras deben de ser alimentadas con una ración de por lo menos 16% de proteína.

Grasas.

El consumo de lípidos es seguido por la absorción de ácidos grasos. Tales moléculas pueden ser usadas en tres rutas metabólicas: oxidación, como depósitos en el tejido adiposo y en la secreción de ácidos grasos en la leche. Al principio de la lactación de las cabras, la mayor parte de los requerimientos lipogénicos es cubierta por la lipomovilización; sin embargo, de un 35 a 50% de los lípidos provenientes de la dieta son usados para la producción de la grasa de leche.

Los principales productos de la fermentación de los carbohidratos en el rumen, son los ácidos grasos volátiles (acetato, propionato y butirato y otros ácidos como lo son el lactato y B-hidroxibutirato). La degradación de los carbohidratos digeribles de la pared celular en el retículo-rumen proporciona una gran proporción de acetato y butirato y baja proporción de propionato. Tal perfil de fermentación durante la fase declinatoria de la lactación, favorece la secreción de grasa por la glándula mamaria, debido a que el acetato y B-hidroxibutirato son los principales precursores de los ácidos grasos sintetizados por la glándula mamaria (Monrad - Fehr y Sauvant, 1987).

Vitaminas.

Las vitaminas se clasifican en dos grupos: las liposolubles e hidrosolubles (A,D,E y K son liposolubles, y el complejo B y la vitamina C son las hidrosolubles).

La vitamina A, es un factor importante del crecimiento, de resistencia a las infecciones, de protección de los epitelios y en general, de regulación de todas las grandes funciones. Se encuentra en los forrajes verdes, en las leguminosas, en particular en las zanahorias en forma de pigmentos, como precursores (Quittet, 1978).

La deficiencia de esta vitamina causa ceguera nocturna, problemas en la piel, en el aparato respiratorio, reproductor y en los canales digestivos (Koeslag et al., 1982).

La vitamina D, ha sido denominada antirraquítica, indispensable para la buena osificación del esqueleto y por otra parte, la relación Ca:P. La vitamina D, se obtiene de la exposición de los forrajes a los rayos solares. Los animales realizan la síntesis de la vitamina D bajo la acción de los rayos ultravioleta. Es preciso, por lo tanto vigilar el aporte de esta vitamina cuando las cabras son mantenidas en estabulación permanente (Quittet, 1978).

La vitamina E concomitante con el selenio, se ha considerado como un factor de la fertilidad. Su déficit parece favorecer la enfermedad denominada "Músculo blanco" y ocasiona mal sabor de la leche y provoca trastornos nerviosos (Quittet, 1978).

La vitamina K se encuentra formando parte de la sangre del animal; una deficiencia en cabras sería muy rara encontrar (Mackenzie, 1976), La vitamina K es la única liposoluble sintetizada por las bacterias del rumen.

Las vitaminas hidrosolubles del complejo B, la vitamina C y K son normalmente sintetizadas en el rumen de las cabras, en cantidades suficientes para cubrir las necesidades de un animal adulto (N.R.C., 1981).

Minerales.

El organismo de los animales pequeños trabaja con un indí

ce metabólico mayor, por lo que se requiere de más minerales para su mantenimiento (Underwood, 1977).

Calcio. Principal constituyente del esqueleto, su deficiencia da lugar a la disminución de la producción, reducción del crecimiento y deformaciones óseas (Quittet, 1978).

Fósforo. Interviene en el metabolismo de glúcidos, lípidos y prótidos. Existe una relación estrecha entre P y Ca, el coeficiente Ca/P de la ración debe estar comprendido entre 1.3 y 1.7 (Quittet, 1978).

No se han determinado los requerimientos de otros minerales para las cabras (N.R.C., 1981). Sin embargo, McDonald et al., (1988) menciona que los siguientes minerales son esenciales para cualquier animal de granja: Ca, P, K, Na, Cl, S, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, I, Co, Mo, Se y Cr. Afortunadamente, la mayor parte de ellos se encuentran en las concentraciones adecuadas en las dietas de uso común.

Energía.

La eficiente utilización de los nutrientes, depende de un adecuado abastecimiento de energía, la cual es importante principalmente en la determinación de la producción de cabras. Las deficiencias de energía retardan el crecimiento de los cabritos, retarda la pubertad, baja la fertilidad y baja la producción láctea. Con una continua deficiencia de energía, los animales muestran una marcada reducción en la resistencia a enfermeda-

des infecciosas y a parásitos. Las limitaciones de energía pueden resultar de una restricción en el consumo de alimento ó a causa de la baja calidad de la dieta. Los requerimientos de energía son afectados por la edad, tamaño corporal, crecimiento, preñez y lactación. También son afectados por el medio ambiente, el crecimiento del peso, actividades musculares y la relación que hay entre los nutrientes de la dieta, los cuales para mejores resultados necesitan estar suministrados en cantidades adecuadas. La temperatura, humedad, intensidad solar y velocidad del viento pueden incrementar o decrecer las necesidades de energía, dependiendo ésto de la región en que se esté (N.R.C., 1981).

Requerimientos de energía para diferentes estados fisiológicos de las cabras (N.R.C., 1981).

Mantenimiento: El promedio es de 101.38 Kcal EM/W_{Kg}^{.75} peso vivo/día.

Preñez: El promedio es de 177.27 Kcal EM/W_{Kg}^{.75} peso vivo.

Actividad: Los requerimientos básicos en EM fueron calculados para la estimación del uso del pastoreo en 3 niveles de actividad muscular. Un 25% de incremento fué aplicado para un requerimiento de mantenimiento básico, en el curso de una actividad ligera en condiciones del manejo intensivo del pastoreo y en condiciones tropicales. Un 50% de incremento para pastizales semiáridos, y el 75% de incremento para cabras en pastizales sumamente pobres, donde caminan largas distancias para con

sumir pastos y tomar agua. Las cabras en condiciones estables solo necesitan consumir la energía para mantenimiento básico (N.R.C., 1981).

De acuerdo a ciertos análisis de nutrientes que se han realizado de las principales especies de plantas consumidas por las cabras en el norte de México (Carrera y Cano, 1967; Arbiza y Oscarberro, 1978), todas ellas reúnen los requerimientos necesarios en los diferentes estados fisiológicos del animal. Sin embargo, no todas las especies están presentes durante todo el año, debido a su ciclo vegetativo, en la temporada de invierno baja la disponibilidad de especies, lo que hace necesario suplementar con alimentos energéticos y protéicos (Ramírez et al., 1989b).

Digestibilidad y balance de Nitrógeno en la dieta de cabras.

Como en los herbívoros el 20%, o más, de la ración pueden ser sustancias solo digeribles por la acción de microorganismos, los factores que gobiernan esta actividad son de gran importancia. Las relaciones cuantitativas en la descomposición microbiótica de los carbohidratos varían según la clase y el número de los microorganismos del conducto digestivo; los cuales, a su vez, son influidos en su actividad por el carácter de los alimentos. Hay así mismo pruebas de que el carácter del forraje basto, cualquiera que sea su contenido en fibra, influye en la naturaleza de la flora bacteriana y en la actividad,

de ésta (Maynard y Loosli, 1975).

Las diferencias en el grado de digestión de la fibra bruta, en las distintas especies animales, son fácilmente explicables por las varias oportunidades presentadas para la acción de los microorganismos. Los rumiantes son capaces de digerir al menos 50% de la fibra bruta en la mayoría de los forrajes en contraste con los omnívoros, los cuales poseen menor capacidad para digerir los polisacáridos complejos. Las diferencias anatómicas en el conducto digestivo explican por que el heno y otros forrajes son tan importantes en las raciones administradas a los rumiantes y equinos, mientras que solo lo toleran en cantidades mucho menores los porcinos y las aves (Maynard y Loosli, 1975).

Para una especie y un animal dados, hay diferencias en el grado de descomposición química de la fibra bruta de diversas fuentes según su naturaleza química y física. Los polisacáridos complejos de las plantas maduras se digieren menos que los de vegetales jóvenes. La diferencia se debe a la estructura química y física, y en particular a la presencia de determinadas sustancias, en especial la lignina, que se deposita en la pared de las células con el paso del tiempo. La lignina no solo no se digiere, sino que también rebaja la digestibilidad de la celulosa y demás carbohidratos complejos (Maynard y Loosli, 1975).

Las diferencias en la digestibilidad de la fibra bruta influyen en la digestibilidad de todos los nutrientes, porque la fibra intacta dificulta la acción de las enzimas encargadas de la digestión en los otros alimentos.

Los microorganismos que desintegran la celulosa no son los únicos factores para la destrucción de la capa protectora, pues la membrana de la célula puede romperse por los procesos mecánicos de digestión, o ablandarse y desintegrarse por acciones químicas en el conducto digestivo. Pero la acción microb*ió*tica juega un papel muy importante en la digestión de las raciones fibrosas suministradas a los herbívoros, y así la naturaleza y la cantidad de fibra bruta son factores que rigen el grado de digestibilidad de los diversos nutrientes en la ración (Maynard y Loosli, 1975).

A medida que vamos sabiendo más de las condiciones que promueven la máxima actividad de los microorganismos del rumen, aprendemos a utilizar mejor los procesos que en él suceden, de los que depende la digestión de los carbohidratos complejos (Maynard y Loosli, 1975).

Por otra parte, la determinación del nitrógeno en el alimento y en las excreciones, en condiciones debidamente controladas, da una medida del metabolismo de las proteínas, y muestra si el cuerpo está ganando o perdiendo esa clase de sustancias (Maynard y Loosli, 1975).

Puede obtenerse una valoración casi exacta del nitrógeno a partir de los resultados de los experimentos de balance de nitrógeno. En estos experimentos se mide el nitrógeno ingerido con el alimento y el eliminado con las heces, orina o cualquier otro producto que contenga nitrógeno, como leche, lana y huevos (McDonald, 1988).

Cuando la ingestión de nitrógeno es igual a la excreción total, el animal está en equilibrio de nitrógeno, que es la situación normal en que suele encontrarse un animal maduro que ingiere suficientes proteínas para cubrir sus necesidades. El exceso de la ingestión sobre la excreción significa un balance positivo de nitrógeno, y entonces se acumulan proteínas en el cuerpo, como ocurre durante el período de crecimiento. Este balance denota aumento de proteínas en los tejidos y da una medida más exacta del crecimiento que la que se basa en el aumento de peso, el cual puede ser debido en cierto grado al engorde. De este modo, cuando la excreción de nitrógeno supera a la ingestión, el animal se encuentra en un balance negativo de nitrógeno (Maynard y Loosli, 1975).

El experimento de balance de nitrógeno se realiza en forma parecida al ensayo de digestión, con las medidas necesarias para la recogida y análisis de orina y de otros productos. Las materias fecales y la orina pueden recogerse juntas, y la operación se realiza muchas veces en esa forma, por ser más sencillas y porque evita hacer análisis por separado. Sin embargo,

en la mayor parte de los experimentos, es conveniente saber qué parte de la excreción se debe a la indigestibilidad y qué parte representa la pérdida por metabolismo. El balance de nitrógeno es empleado para determinar la demanda de proteínas de varias funciones del organismo, para estudiar la calidad o valor biológico de las proteínas contenidas en diversos productos alimenticios y en las raciones, y para otros diversos fines (Maynard y Loosli, 1975).

Para evaluar la contribución del pastoreo, se requieren métodos prácticos y apropiados para medir la digestibilidad y el balance de nitrógeno. En áreas de baja precipitación los arbustos frecuentemente son considerados importantes para la alimentación de animales en pastoreo debido a que proveen suplementos de energía y proteína cuando los zacates están en período de latencia (Wilson, 1979). Wilson et al., (1971), comparó varios métodos para predecir la digestibilidad de los forrajes y arbustos del agostadero por ovejas (proporción de lignina, ecuaciones sumativas, índice de nitrógeno fecal y digestibilidad in vitro). Encontró una pobre concordancia entre los métodos para dietas colectadas en agostaderos dominados por arbustos, pero una buena concordancia para dietas colectadas en agostaderos de zacates y zacates trébol.

Holechek et al., (1989), llevaron a cabo pruebas de digestibilidad in vitro evaluando la influencia de inoculantes en las especies nativas de forrajes más importantes en Nuevo Méxi

co. Los autores encontraron que las hierbas y arbustos tuvieron altas concentraciones de nitrógeno total y nitrógeno disponible total comparado con los zacates; sin embargo, el nitrógeno disponible como porcentaje de nitrógeno total no difirió entre los zacates, hierbas y arbustos. La digestibilidad in vitro de la materia orgánica fue alta para las hierbas y arbustos comparado con los zacates, para todos los períodos de incubación.

Las hierbas contienen altos niveles de proteína cruda, fósforo y digestibilidad y, bajo contenido de fibra durante el crecimiento, comparados con los zacates y arbustos. Debido a su bajo contenido de fibra, las hierbas y las hojas de los arbustos, son rápidamente degradados por el rumen, lo que permite altos consumos que pueden ser comparados con los zacates. Las hierbas y las hojas de los arbustos son importantes componentes de la dieta para pequeños rumiantes que tienen altos requerimientos nutricionales por unidad de peso vivo. Por lo que las hierbas y hojas de los arbustos son un importante componente de la dieta de pequeños rumiantes, esto cuando los zacates están en latecnia (Holechek, 1984).

El valor de las hojas de los arbustos pasan a formar suplemento protéico de los animales en pastoreo, cuando consumen zacates secos. Por lo que algunos arbustos que tienen altos niveles de fenoles y taninos pueden producir la retención y digestibilidad de la proteína al ser consumida por el animal (Robinson, 1982). Sin embargo, los complejos formados por la pro-

teína y los taninos y fenoles solubles, escapan de la degradación ruminal, pudiendo así ser asimilados en el bajo tracto digestivo (Chalupa, 1975).

Los rumiantes que consumen dietas de arbustos que son altos en fenoles solubles y/o taninos, tienen elevadas concentraciones de nitrógeno fecal (Wofford et al., 1985), pero tales incrementos pueden ser compensados para reducir pérdidas por nitrógeno urinario (Nastis y Malechek, 1981). Sin embargo, dietas altas con taninos condensados pueden aumentar también la absorción postruminal de nitrógeno (Barry y Manely, 1984b), e incrementar la retención de nitrógeno (Barry, et al., 1984a).

Las cabras incluyen en sus dietas una gran variedad de especies (Pfister y Malechek, 1986), de las cuales las principales son los arbustos y las hierbas en menor cantidad al igual que los zacates. La preferencia de la vegetación arbustiva (ramoneo) se debe a su capacidad para compensar su inhabilidad para digerir alimentos de baja digestibilidad (Van Soest, 1987).

Nastis y Malechek (1981) estudiaron la digestibilidad y el balance de nitrógeno del encino gambel (Quercus gambelii) en cabras, encontrando que en todas las dietas que contenían encino tuvieron valores de digestibilidad menores a los que contenían alfalfa, aunque las dietas a base de encino tenían concentraciones más altas de constituyentes celulares. Los taninos aparentemente redujeron la digestibilidad de los conteni

dos celulares y produjeron un incremento en la excreción de nitrógeno fecal. El consumo voluntario también se vió reducido en las dietas con alto contenido de encino. Grandes pérdidas de nitrógeno fecal puede estar asociado con la ocurrencia de complejos de proteína y taninos en el tracto digestivo. Aparentemente encontraron que no hubo problemas toxicológicos en las cabras, a pesar de que algunas dietas contenían hasta 9% de taninos. Sin embargo, las cabras han demostrado su habilidad para utilizar productivamente el follaje de encino (Kingsbury, 1964). Davis, et al., (1975), reportaron que casi se duplica la capacidad de pastoreo de un agostadero de encino gambel al incluir cabras en un esquema mezclado de pastoreo con ganado bovino.

Villena y Pfister, (1990), examinaron la composición botánica y nutritiva de las dietas de cabras Angora y Españolas, así como el consumo de forraje cuando se pastoreaban sobre agostaderos arenosos de encino (Quercus havardii) en el oeste de Texas. Estos autores encontraron que las cabras Angora y Españolas consumieron cantidades similares de encino, hierbas y zacate. Sus dietas tuvieron niveles similares de Proteína Cruda, Fibra y Digestibilidad in vitro. En la prueba de digestibilidad, la digestibilidad aparente de la materia orgánica declinó linealmente con los incrementos en los niveles de encino. El mismo declive fue notado para proteína cruda y fibra neutro detergente. El consumo voluntario de materia orgánica no difirió entre las dietas. También se observó que los consumos de

proteína cruda y energía digestible declinaron al incrementarse los niveles de encino, así mismo, se incrementó el nitrógeno fecal y el nitrógeno urinario declinó. No se encontraron evidencias de intoxicación del encino en las cabras por lo que los autores concluyeron que el encino puede contribuir sustancialmente a la nutrición de las cabras.

Núñez Hernández, et a., (1989), llevaron a cabo pruebas de digestibilidad in vivo para evaluar la influencia de arbustos conteniendo bajos y altos niveles de fenoles/taninos solubles en la digestibilidad y retención de nitrógeno en cabras Angora. La digestibilidad del nitrógeno fue menor para las dietas que contenían arbustos comparados con los de alfalfa. Las cabras que consumieron juníperos tuvieron más retención de nitrógeno comparadas con las cabras que consumieron alfalfa. Los arbustos con altos contenidos de fenoles solubles, con excepción de Artemisa tridentata, tuvieron elevadas pérdidas de nitrógeno fecal, pero pocas pérdidas de nitrógeno urinario. Los autores concluyeron que la proteína contenida en arbustos palatables, es asimilada con una eficiencia similar a la del heno de alfalfa, si estos arbustos son consumidos a niveles moderados por pequeños rumiantes.

Sidahmed et al., (1981b), encontraron que las dietas de las cabras conteniendo solamente arbustos, tuvieron un balance de nitrógeno negativo, comparadas con las cabras que tuvieron mezclas de los mismos arbustos con zacate Sudan y heno de al-

falfa. Sin embargo, no se encontraron diferencias en la digestibilidad in vivo entre animales o períodos, pero las medidas de la digestibilidad de la materia seca, proteína cruda y todos los componentes de la fibra fueron diferentes. La digestión de la dieta conteniendo solo arbustos, la cual contenía la cantidad más grande de lignina, fue menor que la digestibilidad de las dietas del control y conteniendo diferentes mezclas de zacate Sudan y heno de alfalfa.

Krysl et al., (1987), reportan que el ganado bovino puede incrementar drásticamente (25.4% a 53.2%) el consumo de arbustos, específicamente cuando las gramíneas están en latencia. Cantidades similares son reportadas por Holechek et al., (1982).

Por otra parte, las ovejas también consumen hierbas y arbustos para completar sus requerimientos nutricionales cuando el zacate está en período de latencia.

Rafique, et. al., (1988), en un estudio con ovinos reportaron que la adición de alfalfa o arbustos al heno de grama azul incrementó la retención y el consumo de nitrógeno, pero no afectó el consumo de materia seca o la digestibilidad de la fibra neutro detergente. Las hierbas tuvieron poca influencia en la digestión y utilización del nitrógeno, presumiblemente debido a la reducida aceptabilidad de los borregos, concluyendo que los arbustos Atriplex canescens y Cecocarpus montanus tuvieron influencia en el consumo y utilización de nitrógeno

de una manera similar a la alfalfa.

Pond y Lehmann (1989), compararon dietas de Amaranthus cruentus y alfalfa en corderos machos intactos. Estos autores encontraron que el reemplazo de la mitad o el total de alfalfa con Amaranthus en la dieta, no tuvo efecto sobre la ganancia de peso o la utilización del alimento. Además, la digestibilidad aparente del contenido celular, la fibra neutro detergente, la fibra ácido detergente, celulosa, lignina, ligninia, Energía Neta y de Ganancia y, el porcentaje de nitrógeno absorbido no difirió entre las dietas. Por lo tanto, los autores concluyeron que el Amaranthus cruentus produjo ganancias de peso y utilización del alimento igual a aquel obtenido con alfalfa como único forraje para el crecimiento de corderos.

Así mismo Bhattacharya, (1989), encontró que las ovejas de la raza Nadji del desierto de Arabia Saudita, consumiendo dietas con Atriplex halimus tuvieron mayores valores de digestibilidad y retención de nitrógeno, comparadas con las ovejas que consumieron dietas con alfalfa. Aunque la digestibilidad de la fibra cruda fue mayor para los que consumieron alfalfa. Al comparar el balance de nitrógeno en ovejas Nadji consumiendo en sus dietas alfalfa, Haloxylon persum y Acacia cynopylea, solamente las ovejas consumiendo alfalfa y Acacia tuvieron un balance positivo de nitrógeno.

Los resultados anteriores muestran que los arbustos de

las zonas de baja precipitación, representan un magnífico potencial alimenticio, como fuente nitrogenada y energética para los animales en pastoreo, como lo son las ovejas y las cabras, sin embargo, para evaluar la utilización animal de las arbustivas se hace necesario desarrollar pruebas de balance de nitrógeno, para determinar el metabolismo de los componentes nutritivos de los arbustos, especialmente la proteína.

Los resultados de los estudios ayudaron a tomar decisiones para manipular la vegetación natural, ya sea incrementando la replantación de nuevos arbustos y recomendar programas de desmonte racional, para evitar daños ecológicos y deterioro del habitat y daños en detrimento de la fauna doméstica y silvestre en las regiones áridas de México.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo consistió en una prueba de digestibilidad in vivo, y se llevó a cabo en la Unidad Metabólica de la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en la carretera Marín-Zuazua, Km. 17, en el municipio de Marín, Nuevo León, México; estando a una altura de 393 m.s.n.m., siendo sus coordenadas 25° 53' Latitud Norte y 100°03' Longitud Oeste.

El clima se clasifica como BWwh, con una temperatura media de 21°C y una precipitación promedio de 573 mm. Los suelos de esta región son de tipo Chernozem, calcáreos de origen aluvial. La textura va de franco a arenoso y tiene una estructura granular y subangular.

En el estudio se probó la influencia que tiene el palo verde (Cercidium macrum) y la alfalfa (Medicago sativa) sobre la utilización del nitrógeno (N) por chivos, alimentados con una dieta a base de paja de frijol y que además, correspondió al tratamiento control.

El palo verde que se utilizó en este trabajo fue colectado en las zonas de agostadero aledañas a la Estación experimental de la Facultad de Agronomía de la UANL, durante los meses de Agosto y Septiembre de 1989.

Solamente se utilizaron las hojas del palo verde henificau

das. Se cortaron ramas de palo verde, éstas se secaron a la sombra durante 5-7 días según la temperatura ambiental. Después se golpearon las ramas para que soltaran las hojas. Luego se cribaron para liberar las hojas de los tallos más grandes y por último se limpiaron manualmente para así obtener las hojas solamente. Por ser las hojas de un tamaño muy pequeño no fue necesario molerlas.

La paja de frijol fue obtenida de pacas que se produjeron en la misma Estación Experimental. Para lograr un tamaño de partícula pequeña fue necesario su molienda en un molino de martillos a través de una malla de 0.5 cm.

La alfalfa usada en este trabajo se obtuvo de una casa comercial en la Ciudad de Monterrey, N.L., México. Al igual que la paja de frijol, también fue necesario molerla.

Para medir el efecto en la digestibilidad de caprinos alimentados con palo verde, alfalfa y paja de frijol se llevó a cabo la prueba de digestión de la siguiente manera: se emplearon 12 chivos criollos castrados, con un peso promedio de 35.5 Kg. que fueron asignados aleatoriamente a tres dietas (cuatro animales por tratamiento): paja de frijol (77%) más alfalfa (23%), con un contenido de proteína cruda de 9.3%, paja de frijol (87%) más palo verde (13%), con un contenido de proteína cruda de 9.3% y solamente paja de frijol, con un contenido de proteína cruda de 6.9%. Las mezclas de los ingredientes de las

dietas se hicieron manualmente (Tabla 1).

Los chivos estuvieron confinados en jaulas metabólicas durante dos períodos que duró la prueba, el primer período de adaptación (10 días) en el que los chivos fueron adaptados al forraje y a la jaula misma. El forraje se les proporcionó en dos porciones; una en la mañana (8:00 a.m.) y la otra se les dió en la tarde (4:00 p.m.). La cantidad de forraje inicial fue del 3% de su peso vivo, la cual fue aumentando diariamente según aumentaba el consumo, esto es, se le proporcionó el 25% más del consumo del día anterior (ad libitum). Este procedimiento continuó hasta el final de la prueba. Una vez terminado el período de adaptación siguió el período de colección (5 días); durante el cual se les proporcionó el forraje en forma similar al período de adaptación. Durante estos 5 días se colectó en forma completa las excreciones fecales (dos veces al día). Los rechazos de alimentos, fueron similares a los ofrecidos, debido a que no hubo selectividad de los chivos por el modo de las raciones.

El peso de las heces fue registrado y se colectó el 10% de la muestra diaria, se congeló a 0°C. Al final se juntó con la de los otros 4 días para tomar una sola muestra compuesta por animal, que fue congelada (-12°C) para futuros análisis químicos. Al mismo tiempo se hicieron colecciones diarias de las excreciones urinarias, para la cual se usaron recipientes limpios que contenían unas gotas de tolueno y 10 ml de HCL (20%)

Tabla 1. Composición de las dietas (% Base Seca) ofrecidos a los chivos en la prueba de digestibilidad.

Dietas	Forrajes		
	Alfalfa (%)	Palo Verde (%)	Paja de Frijol (%)
1	23	0	77
2	0	13	87
3	0	0	100

por cada litro de orina colectada, al igual que la colección diaria total de heces, solo se seleccionó un 10%, juntándola con la de los otros 4 días formando una mezcla compuesta por animal. Para conservarla para futuros análisis químicos estas muestras se almacenaron a -12°C . Al mismo tiempo, se colectaron muestras de alimento diario ofrecido para formar una sola muestra de los 5 días. Se tomaron muestras individuales de los ingredientes utilizados en las dietas.

Las heces fecales se descongelaron durante toda la noche para secarlas, junto con las muestras de alimento, en una estufa a 55°C durante dos días para obtener la materia seca parcial. Posteriormente, se molieron en un molino Wiley a través de una malla de 2 mm y se almacenaron en recipientes de plástico completamente secos. Para determinar la materia seca total de las muestras, se secaron a 105°C en una estufa de aire circulante durante 10 - 24 horas; la materia orgánica fue determinada incinerando la muestra a 505°C en una mufla (AOAC, 1975). La proteína cruda fue determinada por la concentración de nitrógeno, obteniéndola por el método Kjeldahl (AOAC, 1975).

La fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND) y lignina ácido detergente (LAD) de las dietas e ingredientes fueron determinadas por los procedimientos descritos por Georing y Van Soest, (1970). Los análisis químicos de las dietas aparecen en la Tabla 2 y de los ingredientes en la Tabla 3.

Tabla 2. Composición química (% Base Seca) de las dietas consumidas por los chivos en la prueba de digestibilidad.

Dietas	N (%)	NIFDA (%)	FDA (%)	FDN (%)	LDA (%)
1	1.5	0.0	43.8	58.3	8.8
2	1.5	0.0	38.3	59.5	6.5
3	1.1	0.0	45.1	69.9	7.4

N = Nitrógeno

NIFDA = Nitrógeno Insoluble en la Fibra Detergente Acido.

FDA = Fibra Detergente Acido

FDN = Fibra Detergente Neutro

LDA = Lignina Detergente Acido.

Una vez determinados los porcentajes de los nutrientes en el alimento y las heces, los segundos fueron restados a los primeros y divididos por los primeros para obtener el coeficiente de digestibilidad como porcentaje de consumo de la materia seca (MS) y proteína cruda (PC).

Para determinar la utilización del N de los chivos se hizo una prueba de balance de nitrógeno (N) usando la siguiente metodología:

La orina colectada en el período de colección se descongeló toda la noche y a través del método Kjeldahl se determinó su contenido de nitrógeno (AOAC, 1975). Los gramos de nitrógeno por día en las heces, más los de la orina, fueron restados del nitrógeno del alimento y el resultado fue el balance de nitrógeno del animal. Los coeficientes de digestibilidad y los datos de balance de N fueron analizados bajo un diseño completamente al azar y los medias se compararon usando el método DMS cuando la F fue significativa en el ANOVA (Steel y Torrie, 1980).

Tabla 3. Composición química (% Base Seca) de los ingredientes consumidos por los chivos en la prueba de digestibilidad.

Ingredientes	N (%)	NIFDA (%)	FDA (%)	FDN (%)	LDA (%)
Alfalfa	2.7	0.01	32.5	45.9	2.9
Palo Verde	3.9	0.5	14.5	22.2	1.4
Paja de frijol	1.1	0.04	60.6	46.1	7.4

N = Nitrógeno

NIFDA = Nitrógeno Insoluble en la Fibra Detergente Acido

FDA = Fibra Detergente Acido

FDN = Fibra Detergente Neutro

LDA = Lignina Detergente Acido.

RESULTADOS Y DISCUSION

La Tabla 4 muestra el consumo de materia seca (MS), y las digestibilidades de los chivos. El consumo de MS (g/d) no fué diferente ($P>0.05$) entre tratamientos. El consumo relativo (% del peso vivo) tampoco fue diferente ($P>0.05$) entre tratamientos, correspondiendo 3.6, 3.3 y 3.3% para los tratamientos con alfalfa, palo verde y paja de frijol, respectivamente. La digestibilidad de la MS no fue diferente ($P>0.05$) entre tratamientos siendo los valores de 54.7, 55.1 y 57.2% para los tratamientos con alfalfa, palo verde y paja de frijol, respectivamente. Sin embargo, la digestibilidad de la proteína cruda - (PC) fue diferente ($P<0.05$) entre tratamientos. El mayor valor fue para el tratamiento con alfalfa (63.3%), seguido por el palo verde (58.0%) y el valor más bajo fue para el tratamiento que contenía solo paja de frijol (53.0%).

De acuerdo a los resultados de digestibilidad, los chivos utilizaron de una mejor manera la proteína de la alfalfa comparados con la proteína del palo verde o de la paja de frijol, aunque en ésta última era de esperarse una pobre utilización de proteína por los chivos, debido al bajo contenido de la proteína (6.9%) en la paja de frijol. Aun cuando el palo verde usado en el estudio, tuvo un alto contenido de PC (24%), al parecer no es de muy buena calidad debido a la baja utilización de los microorganismos del rumen de los chivos, ya que se digirió en 5 unidades porcentuales menos, comparada con la de

la alfalfa (Tabla 4). Aunque en este estudio no se determinó el contenido de fenoles y taninos, es muy probable que el palo verde contenga un razonable contenido de estos componentes que pudieron haber actuado en la formación de un complejo indigestible, entre la proteína y los taninos impidiendo la solubilidad de la proteína. Nastis y Malechek (1981), reportaron que los taninos contenidos en el estudio, aparentemente redujeron la digestibilidad de los contenidos celulares y produjeron un incremento en la excreción de N fecal.

La Tabla 5 muestra la utilización del N por los chivos, contenido en las dietas. El N consumido (g/d) no fue diferente ($P > 0.05$) entre los tratamientos de palo verde (13.2) y paja de frijol (10.7), pero fueron menores ($P < 0.05$) al de la alfalfa (19.0). El N fecal (g/d) no fue diferente ($P > 0.05$) entre tratamientos. Sin embargo, si hubo diferencias ($P < 0.05$) en el N fecal como porcentaje del N consumido. Los chivos que consumieron palo verde (45.3%) y paja de frijol solamente (52.8%) tuvieron una mayor excreción de N en las heces comparados con los que consumieron alfalfa (36.8%). Con esta evidencia se manifiesta la baja digestibilidad de la PC mostrada por los chivos consumiendo dietas con palo verde y paja de frijol solamente. La excreción de N en la orina (g/d) fue mayor ($P < 0.05$) para los chivos consumo alfalfa (8.4), seguido de los que consumieron palo verde (5.7) y la más baja excreción fue para los que consumieron paja de frijol solamente (3.9). Sin embargo, no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en el N urinario como porcentaje

Tabla 4. Medias de las digestibilidades aparentes (%), peso (Kg) y consumo de materia seca de los chivos.

Concepto	D i e t a s			EE ¹
	Alfalfa	Palo Verde	Paja de Frijol	
Peso (Inicio de Colección)	40.8	31.3	35.5	3.9
Consumo				
g/d	1461.9	1019.5	1186.8	118.4
% peso vivo	3.6	3.3	3.3	0.2
Digestibilidades				
Materia seca	54.7	55.1	57.2	0.9
Proteína cruda	63.3 ^a	58.0 ^b	53.0 ^c	1.3

1 EE.- Error estandar, n=4

abc.- Medias en los renglones con letras diferentes no son iguales (P<0.05).

del N consumido. Aunque el N urinario por unidad de peso metabólico (g/Kg PV^{0.75}) fue diferente ($P < 0.05$) entre tratamientos, el mayor valor fue para los chivos consumiendo alfalfa (0.5), seguidos de los que consumieron palo verde (0.4) y el valor más bajo fue para los que consumieron paja de frijol solamente (0.3). Como era de esperarse la digestibilidad de la PC consumida por los chivos fue mayor ($P < 0.05$) para los que consumieron alfalfa (5.9%), seguidos de los que consumieron palo verde (5.2%) y el valor más bajo fue para los que consumieron paja de frijol solamente (3.5%). Aun cuando, numericamente hubo diferencias en la retención del N, estadísticamente no hubo diferencias entre tratamientos. El N aparente retenido como porcentaje de N consumido fue más alto para los chivos consumiendo alfalfa (17.5%), seguidos por los que consumieron palo verde (12.9%) y finalmente los que consumieron paja de frijol solamente (11.0%).

Los resultados de este estudio muestran que el palo verde puede tener una influencia positiva en la utilización de la PC por los chivos, comparada con la de la alfalfa. Nuñez - Hernández et al., (1989) reportaron que la PC contenida en arbustos nativos es asimilada con eficiencia similar a la del heno de alfalfa, si los arbustos son consumidos en cantidades moderadas por pequeños rumiantes. Sidahmed et al., (1981) encontraron que las digestibilidades de las dietas conteniendo solamente arbustos, las cuales contenían altos niveles de lignina, fueron menores que las digestibilidades de las dietas control

Tabla 5. Utilización del nitrógeno por los chivos alimentados con las dietas en la prueba de digestibilidad.

Concepto	D i e t a s			EE ¹
	Alfalfa	Palo Verde	Paja de frijol	
Consumo de N, g/d	19.0 ^a	13.2 ^b	10.7 ^b	1.3
N fecal, g/d	6.8	6.0	5.6	0.7
% N consumido	36.8 ^b	45.3 ^{ab}	52.8 ^a	3.7
N urinario, g/d	8.4 ^a	5.7 ^b	3.9 ^c	0.5
% N consumido	44.3	40.2	36.8	3.0
g/Kg PV ^{0.75}	0.5 ^a	0.4 ^b	0.3 ^c	0.03
Proteína digestible, %	5.9 ^a	5.2 ^b	3.5 ^c	0.1
N retenido aparente, g/d	3.7	1.5	1.2	1.2
N retenido aparente, % del N consumido	17.5	12.9	11.0	4.5

1 EE.- Error estándar, n=4

abc.- Medias en los renglones con letras diferentes no son iguales (P<0.05).

y de aquellas conteniendo diferentes mezclas de arbustos con zacate sudán y heno de alfalfa. Además, los altos contenidos de especies nativas en las dietas pueden causar una reducción en la aceptabilidad de los animales. Rafique et al., (1988), reportaron que la vegetación nativa tuvo poca influencia en la digestión y utilización de N presumiblemente por problemas de palatabilidad, en borregos.

Con los datos aquí reportados se muestra que el palo verde, un arbusto nativo de los agostaderos de Nuevo León, México, puede formar parte de la dieta de pequeños rumiantes en pastoreo, ya que las hojas de este arbusto pueden ser utilizadas como suplemento protéico durante los meses de sequía o cuando las gramíneas están en período de latencia. Por lo que sería necesario incentivar a los manejadores de pastizales para que ayuden a conservar la vegetación nativa para cubrir las demandas nutricionales en períodos críticos de sequía.

CONCLUSIONES

La inclusión de palo verde (Cercidium macrum), una arbustiva nativa, tuvo una influencia similar a la del heno de alfalfa en la digestibilidad de la materia seca de una dieta basal con paja de frijol, consumida por chivos.

Así mismo, el palo verde también fue similar al heno de alfalfa en la utilización del N de una dieta basal de paja de frijol consumida por chivos ya que el N retenido en ambos tratamientos fue similar y mayores al N retenido por los chivos consumiendo paja de frijol solamente.

Resultados en este estudio sugieren que se ponga más atención en el manejo de las arbustivas forrajeras para incrementar su población y utilización por pequeños rumiantes en pastoreo.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en Marín, Nuevo León, México.

Se utilizaron 12 chivos castrados con un peso promedio de 35.5 Kgs., los cuales fueron asignados a 3 tratamientos (4 chivos por tratamiento) para observar su digestibilidad y balance de N. La composición de los tratamientos fue la siguiente: el tratamiento 1 estuvo formado por alfalfa (23%) más paja de frijol (77%), el tratamiento 2 contenía palo verde (13%) más paja de frijol (87%) y por último el tratamiento 3 lo formaba paja de frijol solamente. Los chivos utilizados estuvieron confinados en jaulas metabólicas durante 15 días; 10 días de adaptación y 5 días de colección de heces y orina, las mismas que fueron cuantificadas. Se tomaron muestras de heces y orina individuales y se almacenaron para futuros análisis. En este estudio se encontró que el consumo de materia seca (MS) en gramos por día (g/d), el consumo relativo (% del peso vivo) y la digestibilidad de la MS no fue diferente entre tratamientos. Sin embargo, la digestibilidad de la proteína cruda (PC) fue diferente entre tratamientos; el mayor valor fue para el tratamiento con alfalfa (63.3%), seguida por el palo verde (58.0%) y por último la paja de frijol (53.0%). El N consumido (g/d) no fue diferente entre los tratamientos de palo verde y paja de frijol, pero fueron menores al de alfalfa. El N fecal (g/d) no fue diferente entre los tratamientos. Sin embargo, sí hubo

diferencias en el N fecal como porcentaje del N consumido. Los chivos que consumieron palo verde y paja de frijol, tuvieron una mayor excreción de N en las heces comparado con los que consumieron alfalfa. La excreción de N en la orina (g/d) fue mayor para los chivos consumiendo alfalfa, seguido de los que consumieron palo verde y la más baja excreción fue para los que consumieron paja de frijol solamente. No se encontraron diferencias en el N urinario como porcentaje del N consumido, aunque el N urinario por unidad de peso metabólico ($\text{g/Kg}^{0.75}$) fue diferente entre tratamientos. La digestibilidad de la PC consumida por los chivos fue mayor para los que consumieron alfalfa y menor para los que consumieron paja de frijol solamente. No se encontraron diferencias en el N retenido aparente (g/d) y tampoco en el N retenido aparente como % del N consumido. Al parecer el palo verde tuvo una influencia similar a la de la alfalfa en la digestibilidad y balance de N de los chivos, comparado con los chivos que consumieron solamente paja de frijol.

BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C. 1975. Official methods of analysis. 13th. Ed. Association of Official Analytical Chemistry, Washington, D.C.
- Arbiza, A.S. 1986. Producción de Caprinos, Ed. A.G.T. Editor, S.A. México.
- Arbiza, S. y R. Oscarberro. 1978. Bases de la Cría Caprina. Ed. A.G.T. S.A. Fascículo VII, México. pp. 1-2.
- Barry, T.N. y S.J. Duncan. 1984a. The role of tannins in the nutritional value of Lotus pedunculatus for sheep. I. Voluntary Intake. British Journal of Nutrition. 51:485-491.
- Barry, T.N. y T.R. Manley. 1984b. The role of condensal tannins in nutritional value of Lotus pedunculatus for sheep. 2.- Quantitative digestion of carbohydrate and protein. British Journal of Nutrition 55:123-127.
- Berlanger, J. 1976. Raising milk goats the modern way garden. Way Publishing Co. Charriotte. Ver. Mont. pp. 45-49.
- Bhattacharya, A.N. 1989. Nutrient utilization of Acacia, Haloxylon and Atriplex species by Nadji sheep. Journal of Range Management. 42(1):28.
- Brayant, F.C., M.M. Kothmann y L.B. Merrill. 1979. Diets of sheep, Angora goats, Spanish goats and White-tailed deer under excellent range conditions. Journal of Range Management. 32:412.
- Broveck, J.R. 1960. Food and temperature. Recent Progr. Hormone Res. 16: 439-466.

- Carrera, C. y J. Cano. 1967. Plantas aprovechadas por el ganado caprino en una zona de matorral desértico y su análisis proximal. Tesis. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, Nuevo León, México.
- Chalupa, E. 1975. Rumen by pass and protection of protein and aminoacids. *Journal of Dairy Science*. 58:1198.
- Church, D.C. 1974. Fisiología digestiva y nutrición de los animales. Vol. 2: Nutrición. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Davis, G.G., L.E. Bartel y C.W. Cook. 1975. Control of gambel oak sprouts by goats. *Journal of Range Management*. 28:216.
- Demment, M.W. y W.M. Longhurst. 1987. Browsers and grazers: constraint on feeding ecology imposed by goat morphology and body size. *Memorias de la IV Conferencia Internacional de Cabras*. Brasilia, Brasil. pp. 989-1004.
- Devendra, C. y G.B. McLeroy. 1986. Producción de cabras y ovejas en los trópicos. Editorial El Manual Moderno, México.
- Dietz, D.R. y C.W. Cook. 1972. Nutritive value of shrubs and International Symposium Utah State University. Logan, Utah.
- French, M.H. 1970. Observaciones sobre las cabras. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- Gall, C. y G.L. Mena, 1979. Producción Caprina y Ovina. Primera Parte. Producción Caprina. ITESM. Monterrey, N.L. México. pp. 21-24.

- Goering, H.K. y P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber and analysis (apparatus reagents, procedures and some applications) U.S. Dep. Agric. Res. Serv. Handbook No. 379.
- Hafez, E.S.E. 1972. Desarrollo y Nutrición Animal. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Holechek, J.L. 1984. Comparative contribution of grasses, forbs and shrubs to the nutrition of range ungulates. Rangeles 6:261.
- Holechek, J.L., R.F. Estell, M.L. Galyean y W.Richards. 1989. Chemical composition in vitro digestibility and in vitro VFA concentration of New Mexico native forages. Grass and forage Science 44:101-105.
- Holechek, J.L., R.D. Pieper y C.H. Herbel. 1988. Range Management, Principles and Practices. Prentice-Hall Run Co., Englewood Cliffs, N.J. EUA. (En Prensa).
- Holechek, J.L., M. Vavra., J. Skoulin y W.V. Krveger. 1982. Cattle diets in the blue Mountain of Oregon. I. Grasslands. Journal of Range Management. 35:109.
- Hoppe, P.P., S.A. Ovortrup y M.H. Woodford. 1977. Rumens fermentation and food selection in East African sheep, goats, Thompson's gazelle, Grant's gazelle and Impala. Journal of Agriculture Science. 89:129.
- Huston, J.E. 1978. Forage utilization and nutrient requirements of goat. Journal of Dairy Science. 61:988-991.
- Johnson, W.L. y J.E. Van Eys. 1987. Recent concepts in tropical forage utilization by goats. Memorias de la IV Conferencia Internacional de Cabras. Brasilia, Brasil.

- Kingsbury, M.J. 1964. Poisonous plants of the United States and Canada. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. USA.
- Kossilag, J.H., E. Fernan-Castellanos y S.R. Kirchner. 1982. Cabras. Ed. Trillas. México. pp 43-56.
- Krysl, L.J., M.L. Galyean, D.J. Wallace, F.T. McCollum, M.B. Judkings M.E. Branine y J.S. Caton. 1987. Cattle nutrition on blue grama rangeland in New Mexico. New Mexico State University. Agr. Exp. Sta. Bull. 727.
- Kumar, R. y M. Singh. 1984. Tannins: their adverse role in ruminant nutrition. Journal of Agriculture food Chemical. 32:447.
- Luna, L.M., M.G. Chávez, G.A. Aguado y R. Barretero. 1988. Composición botánica de la dieta de caprinos en pastoreo en un matorral micrófilo del Noreste de Jalisco: C.E. Vaquerías. INIFAP - SARH.
- Mackenzie, D. 1976. Goat husbandry faber and Faber. LTD, London. pp. 58, 70, 161.
- Malechek, J.C. y C.L. Leinweber. 1972. Forage selectivity by goats on lightly and heavily grazed range. Journal of Range Management. 25:105.
- Manual de Laboratorio de Bromatología, 1986. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Maynard, L.A. y J.K. Loosli. 1975. Nutrición Animal. Tercera Edición. Ed. UTEHA. México.
- McCommon-Feldeman, B., P.J. Van Soest, P. Horvath y R.E.

- McDowell. 1981. Feeding strategy of the goat. Cornell. Intil. Agr. Mimeograph 88.
- McDonald, B., A. Edwards y J.F.D. Greenhalgh. 1988. Animal Nutrition. 4a. Edición. Ed. Longman, Londres, Inglaterra.
- Mireles, E. 1990. Determinación de la composición botánica de la dieta de borregos en pastoreo en una pradera de zacate buffel (Cenchrus ciliaris). Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León, Marín, N.L., México.
- Monrad-Fehr, P. y D. Sauvant. 1987. Feeding strategies in goats. Memorias de la IV Conferencia Internacional de Cabras. Brasilia, Brasil.
- Nastis, A.S. y J.C. Malechek. 1981. Digestion and utilization of nutrients in oak browse by goats. Journal of Animal Science. 53:283.
- NRC. 1981. Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy and Meat Goats in Temperate and tropical Countries. No. 15. National Academy Press. Washington, D.C., EUA.
- Núñez - Hernández, G., J.L. Holechek, J.D. Wallace, M.L. Galyeon, A. Tembo; R. Valdez y M. Cardenas. 1989. Influence of native shrubs on nutritional status of goats. Nitrogen retention. Journal of Range Management. 42(3):228.
- Pfister, J.A. y J.C. Malechek, 1986. The voluntary forage intake and nutrition of goats and sheep. in the semi-arid tropics of Northeastern Brazil. Journal of Animal Science. 63:1078
- Pond, W.G. y J.W. Lehmann. 1989. Nutritive value of a vegeta-

ble amaranth cultivar for growing lambs. Journal of Animal Science 67:3036.

Puente, G.A. 1986. Composición botánica y nutritiva de la dieta de caprinos en un matorral micrófilo con y sin resiembra en la región de Ocampo Coahuila, México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México.

Quintanilla, J.B. 1989. Preferencias alimenticias del venado cola blanca (Odocoileus virginianus texanus) en el noreste de México. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, Nuevo León, México.

Quittet, E. 1978. La cabra, guía práctica para el ganadero. Ed. Mundi - Prensa. México.

Rafique, S., D.P. Arthun, M.L. Galyean, J.L. Holechek y J.D. Wallace, 1988. Effects of forbs and shrubs diets on ruminant nitrogen balance. I.- Sheep studies proceedings. Westerns Section. American Society of Animal Science. 39:200.

Ramírez, R.G. 1989a. Estudios nutricionales de las cabras en el Noreste de México: Primera Parte. Dirección General de Estudios de Postgrado, UANL. San Nicolás de los Garza, N.L., México. Cuaderno de Investigación no. 6.

Ramírez, R.G., A. Rodríguez, L.A. Tagle, A.C. del Valle y J. González. 1989b. Nutrient content and intake of forage grazed by range goats in Northeastern Mexico. Small Ruminant Res. (En Prensa).

Ramírez, R.G., A. Rodríguez, A. Flores, J.L. Carlos y J.G. García. 1989c. Botanical composition of diets selected by

range goats in Northeastern Mexico. *Small Ruminant Res.*
(En Prensa).

Rector, B.S. y J.E. Huston. 1976. Nutrient composition of some Edwards plateau forage plants. *Texas Agric. Exp. Stn. Bull.* 3399.

Robinson, K.N. 1982. An evaluation of relationship between fecal nitrogen and digestibility, crude protein and dry matter intake of forages. M.S. Thesis. Texas A&M University College Station. Texas.

Semple, A.T. 1951. Improving the world's grassland. FAO of the United Nations Agricultural Studies. No. 16 FAO of the United Nations. Rome, Italy: 43pp.

Shimada, A.S. 1984. *Fundamentos de la Nutrición Animal Comparativa*. Editado por Consultores en Producción Animal, A.C. México.

Sidahmed, A.E., J.G. Morris y S.R. Radosevich. 1981a. Summer diet of spanish goats grazing chaparral. *Journal of Range Management.* 34:33.

Sidahmed, A.E., J.G. Morris, L.J. Koong y S.R. Radosevich. 1981b. Contribution of mixtures of three chaparral shrubs to the protein and energy requirements of spanish goats. *Journal of Animal Science.* 53:1391.

Steel, R.G.D. y R.A. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics*. 2nd. Ed. McGraw-Hill, Ne York, N.Y. U.S.A.

Underwood, E.D. 1977. *Trace Elements in Human and Animal Nutrition* 4th. Ed. Academy Press. NY. USA.

- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. O&B Books, Inc. Corvallis, Oregon, USA.
- Van Soest, P.J. 1987. Interaction of feeding behavior and forage composition. Memorias de la IV Conferencia Internacional sobre cabras. Brasilia, Brasil. pp. 971-987.
- Vega, Z.J.S. 1986. Determinación de la composición botánica de la dieta de las cabras. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Marín, Nuevo León, México.
- Villena, F. y J.A. Pfister. 1990. Sand Shinnery oak as forage for Angora and Spanish goats. Journal of Range Management. 43(2):116.
- Wilson, A.D. 1979. A review of browse in the nutrition of grazing animals. Journal of Range Management. 22:23-28.
- Wilson, A.D., J.H. Leight, N.L. Hindley y W.E. Mulhan. 1975. Comparison of the diets of goats and sheep on a Casuarina cristata. Heterodendrum oleifolium woodland community in western New South Wales. Aust. Journal Exp. Agr. Anim. Husb. 15:45
- Wilson, A.D., W.C. Weir y D.T. Torell. 1971. Comparison of methods of estimating the digestibility of range forage and browse. Journal of Animal Science. 32:1046.
- Wofford, M.H., J.L. Holechek, M.L. Galyean y J.D. Wallace. 1985. Evaluation of fecal indices to predict cattle diet quality. Journal of range Management. 38:450.

