

# Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano. I Vegetación nativa

## Influence of small ruminant grazing systems in a semiarid range in the State of Zacatecas Mexico. I Native vegetation

Francisco Guadalupe Echavarría Chairez<sup>a</sup>, Ramón Gutiérrez Luna<sup>a</sup>, Rocío Inés Ledesma Rivera<sup>b</sup>, Rómulo Bañuelos Valenzuela<sup>b</sup>, Jairo Iván Aguilera Soto<sup>b</sup>, Alfonso Serna Pérez<sup>a</sup>

### RESUMEN

El objetivo del estudio fue monitorear el crecimiento, cobertura basal, composición química y botánica de la vegetación nativa, de un agostadero con dos sistemas de pastoreo. Se utilizaron ovinos y caprinos fistulados, los cuales se usaron para coleccionar el material herbáceo consumido por ellos en un sistema de pastoreo rotacional y un sistema de pastoreo continuo. Asimismo se monitoreó el crecimiento de materia seca, la cobertura vegetal y la composición botánica. En los dos años de estudio los rendimientos de materia seca pasaron de 30 a 471 kg/ha en pastoreo continuo y de 101 a 1,151 kg/ha en pastoreo rotacional, debido parcialmente a un incremento de 200 mm de precipitación durante los dos años de estudio, en una zona en donde la precipitación media es de 400 mm. La cobertura vegetal en el pastoreo rotacional presentó un valor medio de 60 %, y de 35 % para el pastoreo continuo. Los valores de proteína cruda entre sistemas de pastoreo no fueron diferentes. En cambio hubo diferencias significativas entre especies y épocas, siendo los caprinos quienes colectan mayor cantidad de proteína ( $P < 0.01$ ) con valores altos en verano (12.0 %) y bajos en invierno y primavera (5.3 y 4.3 %, respectivamente). Se determinaron cenizas y fibra detergente ácida y neutra. La diferencia en el número de especies al evaluar la composición botánica entre sistemas de pastoreo fue muy marcada, sin embargo, no se reflejó en el contenido de proteína de la dieta, ya que los valores obtenidos no fueron diferentes entre sistemas de pastoreo. La selectividad de los pequeños rumiantes jugó un papel importante en este aspecto.

**PALABRAS CLAVE:** Sistemas de pastoreo, Ovinos, Caprinos, Materia seca, Cobertura.

### ABSTRACT

The objective of this study was to measure growth, covering and chemical composition of native vegetation under two grazing systems. Goats and sheep with an esophageal fistula were used to collect forage intake samples under rotational and continuous grazing systems. Changes in dry matter, vegetation cover and botanical composition were monitored. Dry matter values changed from 30 to 471 kg ha<sup>-1</sup> in continuous grazing and from 101 to 1,151 kg ha<sup>-1</sup> in rotational grazing. Such behavior was partially due to a higher annual rainfall during the study period (600 mm) than the mean annual rainfall (400 mm). Vegetation cover under rotational grazing was 60 % against 35 % found in continuous grazing. Crude protein values did not show differences between both grazing systems. However, protein values showed differences between seasons and animal species ( $P < 0.01$ ). Goats collected more protein than sheep, with higher values in summer (12.0 %) and lower in winter and spring (5.3 and 4.3 %, respectively). Ashes, acid detergent fiber and neutral detergent fiber were also evaluated. Diet protein content was not affected for the big difference in plant species number between both grazing systems. It is concluded that the small ruminant grazing selectivity played an important role in this matter.

**KEY WORDS:** Grazing systems, Sheep, Goats, Dry matter, Vegetation cover.

Alrededor de 128 millones de hectáreas se encuentran localizadas en las zonas áridas y semiáridas, las que se distribuyen principalmente

Arid and semiarid areas are distributed in 128 million hectares, mainly in the central and north part of Mexico. Approximately 50 % of the

Recibido el 12 de octubre de 2004 y aceptado para su publicación el 29 de septiembre de 2005.

<sup>a</sup> Campo Experimental Zacatecas. CIR-Norte Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Echavarría.francisco@inifap.gob.mx. Correspondencia primer autor.

<sup>b</sup> Unidad Académica de Medicina Veterinaria. Universidad Autónoma de Zacatecas.

en el centro y norte del país, y en ellas vive aproximadamente el 50 % de la población mexicana. La importancia ecológica y productiva de estas áreas radica en que son sólo aptas para la ganadería extensiva, el aprovechamiento de fauna silvestre y la recolección de productos vegetales. En estas áreas, la producción forrajera varía de 300 a 400 kg/ha en los matorrales áridos y de 900 a 1,000 kg/ha en los pastizales amacollados de la región semiárida.

Los caprinos y ovinos son las especies animales más comunes en el semiárido zacatecano, siendo la producción de carne de cabra, la producción de cabrito y leche de cabra, así como la producción de carne y lana de ovinos, los sistemas de producción más importantes. La explotación del ganado caprino y ovino se desarrolla en condiciones extensivas de manejo; su alimentación depende principalmente del pastoreo de la vegetación presente en los agostaderos, así como de esquilmos de cultivos de riego y de temporal, los cuales constituyen el recurso natural más importante para su alimentación. Por lo tanto, la explotación de ovinos y caprinos se ha asociado con familias que han diversificado sus actividades agrícolas, debido principalmente a las prolongadas sequías presentes en los últimos años<sup>(1)</sup>.

Los caprinos representan uno de los grupos más importantes del pastizal en algunos países del mundo, porque la gente depende de estos para sobrevivir. La adaptabilidad de los caprinos y ovinos a condiciones severas hace que sean animales ideales para la producción en áreas marginadas<sup>(2)</sup>.

En condiciones de pastoreo en agostaderos, todos los animales seleccionan su alimento y los caprinos no son la excepción. Debido al pastoreo continuo, la presencia de plantas en el agostadero es baja, por lo que los animales gastan una gran cantidad de energía en su movilización, además el poco tiempo que se les da para pastorear, no les permite satisfacer sus demandas nutricionales<sup>(3)</sup>. Debido a esto, el valor nutricional de la dieta varía marcadamente en las diferentes condiciones de los agostaderos. De ahí que la producción de ovinos y caprinos se ve limitada en la obtención de alimento

Mexican inhabitants live there. These areas can only be used for extensive livestock production, utilization of native fauna and collection of plant products. Forage production varies from 300 to 400 kg ha<sup>-1</sup> in arid brushlands to 900-1,000 kg ha<sup>-1</sup> in semiarid grasslands.

Sheep and goats are the more common domestic animal species found in the semiarid areas of Zacatecas. The main production systems are goat milk, kid and goat meat in the case of goat species, and mutton and wool in the case of sheep species. These small ruminant species are raised in extensive management systems, and their feed intake depends mainly on the vegetation found in ranges and to irrigated and rainfed crop residues. Therefore, sheep and goat raising is associated to family production systems which have diversified their cropping systems in response to long-drawn-out droughts present in the last years<sup>(1)</sup>.

Goats are one of the more important animal groups observed in rangelands in many areas of the world, because people depend on them for their subsistence. Goat and sheep adaptability to extreme conditions make them ideal species for production in marginal areas<sup>(2)</sup>.

In rangeland conditions all animals choose their feed and goats are no exception. In continuous grazing systems few plants are found, so animals have to spend a lot of energy moving from one place to another in search of feed, which added to the small amount of time allowed them for grazing does not permit them to satisfy their nutritional needs<sup>(3)</sup>. Due to this fact, the nutritional value of the feed intake varies greatly between ranges in response to management and therefore, goat and sheep production is limited by their capacity to obtain good quality feed which is scarce, owing to a deficiency in organization on the side of producers and also to a lack of rational grazing systems. The traditional or continuous grazing system does not allow achieving the top yield; moreover, it induces overgrazing and natural resources deterioration. Happily, some alternatives exist for range management, as the rotational grazing, which represents an option for rangeland rational use.

de buena calidad. Se aprecia que en esto influye la falta de organización de los productores y la falta de uso de sistemas de apacentamiento, por lo que el sistema de pastoreo continuo o tradicional no permite obtener el máximo rendimiento e induce el sobrepastoreo y deterioro de los recursos naturales. Afortunadamente, existen alternativas de manejo de los agostaderos como el pastoreo rotacional, que representan una opción para el uso racional de los mismos, sólo que para su implementación, es importante evaluarlos localmente para determinar su bondad para ofrecer mayor calidad y cantidad de forraje disponible, a fin de aumentar la productividad animal<sup>(4)</sup>. Con estas consideraciones, el objetivo del presente trabajo fue el de monitorear la producción de materia seca, la botánica del sitio, así como la composición química de la dieta de ovino y caprino en un agostadero en los sistemas de pastoreo rotacional y continuo.

*Descripción del área de estudio.* El trabajo experimental se realizó en una área de agostadero de 53 ha, localizada a 22° 54' y 102° 33', y altitud media de 2,285 m. La precipitación promedio anual en la región es de 400 mm. La vegetación dominante es un "pastizal nativo-matorral espinoso-nopalera". La fisiografía varía de ondulada a escarpada y presenta cárcavas muy desarrolladas. Los suelos son predominantemente arenosos (63 a 87 %), con pH moderadamente alcalino (7.8), bajo contenido de nutrientes, materia orgánica (0.1 a 2.7 %) y sales. De acuerdo con la clasificación FAO-CETENAL<sup>(5)</sup>, los suelos del área estudiada se clasifican, en su mayor parte, como litosoles y, en menor proporción, como Castañozem, con un horizonte petrocálcico a menos de 50 cm de profundidad<sup>(6)</sup>.

*Sistemas de pastoreo.* El sitio donde se estableció el pastoreo rotacional, fue excluido al pastoreo en años previos al año 2000. Después de ese año, fue abierta al pastoreo continuo durante dos años. En el año 2002, el área se dividió en cuatro potreros mediante cercos internos para realizar el presente estudio. En el área de estudio se pastorearon 250 ovinos y caprinos, con dos esquemas de pastoreo: rotacional (cuatro potreros), y continuo. Sólo para el sistema rotacional se calculó la carga animal de cada potrero, debido a que el área de estudio es un terreno ejidal y los productores no controlan su uso.

This method should be locally assessed thoroughly to determine the advantages of being able to offer more forage of better quality, which in turn should increase animal production<sup>(4)</sup>. Taking this into account, the goal of the present study was to monitor chemical composition of sheep and goats diets, plant dry matter production and plant species number in a rangeland under two grazing systems, rotational and continuous.

*Site description.* This study was carried out in a 53 ha range area, located at 22° 54' N and 102° 33' W, 2,285 meters above sea level, 400 mm average annual rainfall. Predominant vegetation can be characterized as "native range, cactus - thorny shrub". Physiography varies from rolling to steep with developed gullies. Soils are mainly sandy (63 to 87 %), slightly alkaline (pH 7.8), and with a low content in nutrients, organic matter (0.1 to 2.7 %) and salts.

In accordance with the FAO/CETENAL soil classification system<sup>(5)</sup>, soils in this area can be classified mainly as Lithosols and in a lesser degree as Castanozem (red soils), presenting a non-pedogenic petrocálcico layer at a depth of less than 0.50 m<sup>(6)</sup>.

*Grazing systems.* The area used for rotational grazing was previously excluded to animal grazing during six years (1995 - 2000), and then reopened for continuous grazing during two years. In the 2002 year the area was divided with fences into four pastures. Two hundred and fifty (250) sheep and goats grazed the area being studied. Two grazing systems were used: i) Rotational (4 pastures) and ii) continuous. The stocking rate for each pasture was estimated only for the rotational system because of the range is communal land and producers do not have control on its use.

In Table 1 the stocking rate is shown (based on a 1.5 kg d<sup>-1</sup> dry matter intake for each animal). About 75 % of the aerial part of the plant was consumed. Pastures were grazed for one month each season (winter, spring, etc). The average stocking rate was 151 goats/pasture/month, however, because there was a big increment in forage production during 2002 and 2003, the stocking rate was set to 250 goats/pasture/month.

Cuadro 1. Determinación de carga animal promedio de acuerdo con la materia seca disponible, el área usable y consumo promedio de ovinos y caprinos por día

Table 1. Estimated average stocking rate in accordance with available dry matter, area and daily average intake for sheep and goats

Area (ha)	Dry matter (kg/ha)			Functional area (%)	Dry matter/pasture (kg)	Stocking rate (goats/pasture/month)
	April 2001	October 2001	Available (75%)			
12.1	235	510	382	0.9	4193	127
18.8	202	744	558	0.9	9443	286
11.5	235	443	332	0.8	3060	93
11.4	238	548	411	0.7	3280	100
TOTAL 53.9						Average= 151

En el Cuadro 1 se presenta la carga animal con base a un consumo de 1.5 kg de materia seca por día por animal. Se determinó dejar un remanente del 25 % de la producción aérea de las plantas. Se pastoreó un mes de cada una de las cuatro estaciones del año, aunque el promedio estimado de carga animal para cuatro meses del año por potrero fue de 151 cabezas de pequeños rumiantes, se decidió mantener la carga de 250, ya que en 2002 y 2003 se tuvo un incremento substancial en la materia seca disponible del estrato herbáceo, esto sin incluir la materia seca proveniente de matorrales, la cual ha sido estimada en 320 kg/ha<sup>(7)</sup>, con lo cual se cumple con lo estimado en el Cuadro 1.

*Muestreo del forraje consumido.* En el estudio, se utilizaron cuatro hembras ovinas y cuatro hembras caprinas criollas de dos años de edad, a las cuales se les implantó quirúrgicamente una cánula esofágica plástica<sup>(8)</sup>. Dentro de cada esquema de pastoreo, los animales fistulados permanecieron cuatro días en cada sistema y en cada época. Entre períodos de muestreo, los animales se alojaron en corrales. Antes de cada muestreo, los animales se trasladaron a la zona de muestreo cuatro días antes de la toma de muestras, con el fin de que se adaptaran al manejo y a la dieta presente en el agostadero.

La muestra esofágica de alimento fue recolectada en bolsas de lona con fondo de malla<sup>(4)</sup>. Los animales apacentaron durante 40 min por la mañana, antes de recolectar la muestra. Las muestras se refrigeraron, se escurrieron y se secaron a 65 °C durante 48 h.

Dry matter coming from shrubs (320 kg ha<sup>-1</sup>) was not included in the forage yield estimation for that years.

*Intake sampling.* In this study four native sheep and four native female goats two years old were implanted with a plastic esophageal fistula<sup>(8)</sup> through surgery. In each grazing system, fistulated animals stayed for four days in each season. Between sampling periods, animals were kept in stockyards. Prior to each sampling, animals were taken to the sampling area four days before the sample was collected so they could get adapted to the feed available in the range.

The feed sample was collected in canvas bags provided with meshed bottoms<sup>(4)</sup>. Animals were allowed to graze for 40 min in the morning before the sample was collected. Samples were refrigerated, allowed to drain and dried at 65 °C for 48 h.

*Chemical analysis.* Samples were evaluated in the Laboratorio de Análisis Bromatológicos of the Unidad Académica de Medicina Veterinaria of the Universidad de Zacatecas. Ash, crude protein (through the micro-Kjeldahl method), acid detergent fiber and neutral detergent fiber contents were analyzed<sup>(9)</sup>.

*Measurement of vegetation in both grazing systems.* The following indicators of native vegetation were assessed: plant basal cover, herbaceous strata yield and plant species composition. Plant basal cover was established through a 20 needle point frame<sup>(10)</sup>.

*Análisis químico.* Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Análisis bromatológicos de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la UAZ, determinándose el contenido de cenizas<sup>(8)</sup>, proteína cruda (PC) por el método de Micro-kjeldahl<sup>(9)</sup> fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA).

*Medición de la vegetación en los sistemas de pastoreo.* Los indicadores de la vegetación nativa que se midieron fueron la cobertura vegetal basal, rendimiento del estrato herbáceo y la composición botánica. Para la determinación de la cobertura basal se utilizó un marco de puntos de 20 agujas<sup>(10)</sup>. Las variables de cobertura consideradas fueron cobertura basal del estrato herbáceo, mantillo orgánico, suelo desnudo, grava y roca. Se consideró como mantillo orgánico el material vegetal muerto que ya no forma parte del pasto o de la planta anual.

Desde el año 1998 se realizaron mediciones periódicas del contenido de materia seca del estrato herbáceo dentro y fuera del área excluida en 10 transectos de medición, con puntos de medición separados a 50 m. Para colectar la muestra se usó un cuadrante 0.5 x 0.5 m y se colectó sólo el material herbáceo que creció en el año de muestreo. Los muestreos se realizaron dentro de los sitios pastoreados rotacionalmente, en sitios con pastoreo continuo y en cinco sitios excluidos dentro del sitio de estudio. Los sitios excluidos fueron de 2,500 m<sup>2</sup>.

Se realizó un inventario por medio de un censo del área, de las especies vegetales presentes, al final del estudio y en cada potrero utilizado. Las plantas colectadas se clasificaron a nivel de familia en el Campo Experimental Zacatecas (INIFAP).

*Análisis estadístico.* La comparación entre sistemas de pastoreo para biomasa del estrato herbáceo y cobertura vegetal a través del tiempo, se realizó por medio de un análisis de medidas repetidas<sup>(11)</sup> por medio del programa SAS<sup>(12)</sup>. Para corregir el efecto de diferencias en producción de biomasa, debidas a la exclusión previa de uno de los sitios estudiados, se incluyó como covariable la cobertura vegetal de ambos tratamientos al inicio del estudio. Los resultados provenientes del análisis químico, fueron analizados por medio de un diseño jerárquico

Cover variables considered were: basal herbaceous cover, bare soil, litter, gravel and rock. Dead plant material lying on top of the soil was considered as litter.

Since 1998 periodic measurements of dry matter yield of the herbaceous strata inside and outside the area of exclusion were carried out in 10 transects separated 50 m in length. To collect samples, a 0.5 x 0.5 m frame was used and the material collected was limited to that year's growth. Samplings were carried out in the areas under rotational and continuous grazing and in five sites outside of the area of study. Each of the excluded sites totaled 2,500 m<sup>2</sup>.

An inventory of plant species found was carried out, through a census, at the end of the study and in each pasture. Collected plants were classified at the family level in INIFAP's Zacatecas Experiment Station.

*Statistical analysis.* Comparisons between grazing systems for herbaceous strata biomass (yield) and vegetation cover across the time was carried out by means of a repeated measurement analysis<sup>(11)</sup> available in the SAS statistical software<sup>(12)</sup>. To adjust the effect of differences in biomass production due to prior exclusion of a site, the plant cover (in both treatments) at the beginning of this study was included as a covariable. Chemical results were analyzed thorough a hierarchic or nested design. This analysis allows for assessing variation components nested within other variation sources, and it can be used in those conditions on which a design which requires independence between factors cannot be applied.

Annual rainfall for the site averages 400 mm, but in 2002 and 2003 annual rainfall was 590 and 620 mm, respectively. On the other hand, rainfall between 1999 and 2001 was well below average, 373, 156 and 303 mm, respectively. Effects of drought and plentiful rainfall can be appreciated in indicators' performance.

#### *Herbaceous strata yield*

The way herbaceous material production fluctuates in grazing and in exclusion conditions is shown in Figure 1. Also, it can be fully appreciated how dry

o anidado. Este análisis permite evaluar los componentes de variación anidados dentro de otra fuente de variación, lo cual es útil en condiciones donde no se puede usar un diseño que exige independencia entre factores.

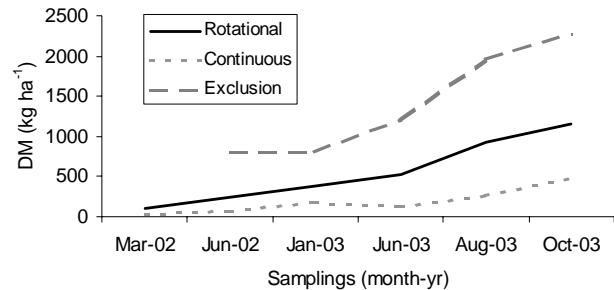
La precipitación media del sitio de estudio es de 400 mm, y durante 2002 y 2003 se presentaron valores de lluvia mayores a este media (590 y 620 mm). Por el contrario, en el periodo de 1999 a 2001 fue un lapso de bajas precipitaciones (373, 156 y 303 mm, respectivamente). Las repercusiones de este periodo de sequía y el posterior repunte en valores de precipitación se presentan en los diferentes indicadores evaluados.

#### *Rendimiento del estrato herbáceo*

La fluctuación de la producción del material herbáceo en condiciones de pastoreo y exclusión se presenta en la Figura 1. Se puede apreciar la recuperación que se ha presentado en la producción de materia seca en los dos años estudiados. Es decir, las precipitaciones de los años 2002 y 2003 permitieron la recuperación gradual del material herbáceo basal, independientemente del manejo proporcionado. En todos los muestreos realizados hubo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en producción; sin embargo, la recuperación de la producción de biomasa en ambos tratamientos de pastoreo ha sido diferente no solamente debido al tratamiento de manejo, sino a factores atribuibles al manejo previo de los sitios de estudio. El área de pastoreo continuo refleja capacidad de recuperación propia de su condición: de enero de 2002 a octubre de 2003 pasó de un valor cercano a 30 kg/ha a 471 kg/ha. La recuperación después de dos años de precipitación por encima de la media anual fue de 440 kg/ha. En cambio el sitio donde se estableció el tratamiento de pastoreo rotacional, tuvo una ventaja en la captación y utilización del agua de lluvia. Dada la diferencia inicial de materia seca entre tratamientos (71 kg/ha) se puede observar que ambos sitios estudiados no iniciaron desde las mismas condiciones de cobertura vegetal, la cual influye directamente en su producción. Esta diferencia permitió que las primeras precipitaciones del año fueran aprovechadas de diferente manera y que asociadas

Figura 1. Producción de biomasa del material herbáceo basal de tres condiciones de manejo

Figure 1. Biomass production of basal herbaceous material under three grazing management methods



matter production evolved positively in the two years on which this study was carried out. That is to say, annual rainfall in 2002 and 2003 fostered a gradual recovery of basal herbaceous material, independently of the grazing system. All samplings showed significant differences ( $P < 0.05$ ) for dry matter production, however, biomass production recovery in both treatments show differences due not only to the grazing system but also to previous grazing history. The continuous grazing area shows a recovery capacity adequate to its condition: from January 2002 to October 2003 it increased from 30 to 471 kg ha<sup>-1</sup>, that is to say an absolute increase of 441 kg ha<sup>-1</sup>. On the other hand, the rotational grazing site collected and used rainwater more efficiently. Because of a difference in dry matter between both treatments (71 kg ha<sup>-1</sup>) at the beginning of this study, the two sites did not start from an equal condition of vegetation covering, which influences production directly. This difference meant that the first rainfalls were used to more advantage in the rotational system, which, added to a more benign grazing pressure, made for a greater recovery of production and covering in this treatment. To isolate the effect of the previous vegetation covering, a repeated measures analysis was performed<sup>(11)</sup> where a significant covariable not related to treatments was included. Basal cover includes several items: gravel, stones, bare soil, annual plants, grasses, shrubs, litter, etc. Although

Cuadro 2. Análisis de medidas repetidas entre sistemas de apacentamiento con cobertura vegetal como covariable  
 Table 2. Repeated measures analysis between grazing systems with vegetation cover as covariable

Variation source	d.f. numerator	d.f. denominator	F estimated	Probability
Treatment	1	64	29.58	0.0001
Samplings	5	325	62.20	0.0001
Treatment × sampling	5	325	13.54	0.0001
Vegetation cover	1	64	5.09	0.0275

d.f. = degrees of freedom.

a un pastoreo más benigno, la recuperación gradual de la producción y cobertura fuera aún mayor dentro del sitio donde se aplicó el tratamiento rotacional.

Para separar el efecto de cubierta vegetal previa a que el experimento se llevará a cabo, se realizó un análisis de medidas repetidas<sup>(11)</sup> donde se incluyó una covariable que fuera significativa y que no estuviera relacionada con el tratamiento. La cobertura basal está constituida por una serie de mediciones que van desde el suelo desnudo, la presencia de piedras, plantas anuales, pasto, materia orgánica, matorral, etc. Aunque alguna porción de este indicador está relacionado con la cantidad de material herbáceo, aquí el sentido del porcentaje de cobertura vegetal es el de un colchón que es capaz de almacenar una mayor cantidad de humedad en el suelo. Debido a esto se incluyeron los valores de cobertura vegetal inicial, es decir al inicio de las mediciones, de tal forma que distinguiera las diferencias de capacidad de retención al inicio del trabajo experimental.

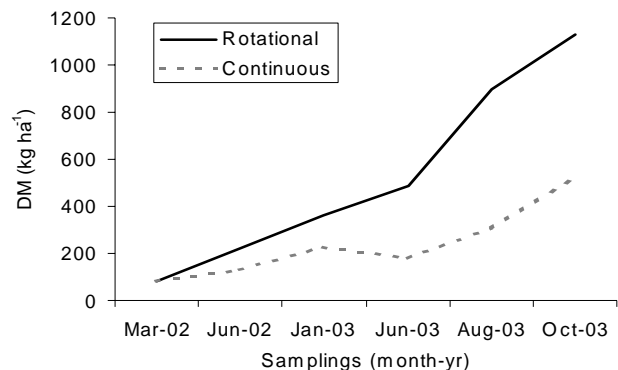
En el análisis de medidas repetidas (Cuadro 2) se encontró significancia ( $P < 0.05$ ) en la covariable “cobertura vegetal inicial”, lo que corrigió los valores originales de materia seca (Figura 2). Sin embargo, aún con la participación de la covariable, se observaron diferencias entre tratamientos ( $P < 0.01$ ). Por otro lado, las diferencias ( $P < 0.01$ ) en la interacción tratamiento con tiempo, indican que no solo se mantuvieron las diferencias entre los tratamientos, sino que hubo cambios importantes a partir del inicio del proyecto y respecto al final del mismo. Como en ambos tratamientos se observa la tendencia de cambio ascendente, este efecto se

a part of this indicator is made up by herbaceous material, the notion is that of a stratum with capacity to store soil moisture. This is the reason why initial vegetation cover was included in order to explain differences in water retention capacity at the beginning of the experiment.

In the repeated measures analysis (Table 2) significant differences were found ( $P < 0.05$ ) for the covariable “initial vegetation cover” which rectified dry matter original values (Figure 2). However, even with this covariable, there were differences between treatments ( $P < 0.01$ ). On the other hand, differences in the interaction treatment × sampling ( $P < 0.01$ ) indicate that not only differences between treatments remained, but also that important changes arose at the beginning of

Figura 2. Valores medios de materia seca corregida por la covariable cobertura vegetal inicial

Figure 2. Average dry matter corrected through the covariable initial vegetation cover



puede atribuir a la precipitación, la cual en estos dos años estudiados acumuló más de 1,100 mm.

Asimismo, es notorio observar que a partir de julio de 2003, los valores de producción de biomasa se separan de una manera muy marcada. Esto, además de atribuirse a la excelente distribución de la precipitación del año 2003, indica claramente una diferencia notoria de respuesta de ambos sitios, lo cual muestra que la covariable usada corrigió los datos al inicio del estudio mejor que al final del mismo. Otros indicadores evaluados se relacionaron con el sitio, para separar con mayor claridad el efecto exclusivo de los sistemas de pastoreo.

#### *Cobertura vegetal*

El valor promedio de cobertura para el pastoreo rotacional fue de 60 y de 35 % para el continuo (Cuadro 3). En un estudio paralelo, se determinó que esta diferencia de 25% en cobertura basal, representa la posibilidad de retener 1 t/ha de suelo (datos no incluidos).

En general, los valores de cobertura se muestran estables a lo largo del estudio (Figura 3); sin

the project and at its end. As in both treatments an upward trend is observed, this effect can be attributed to the increase of rainfall.

Besides, from July 2003 onwards biomass production values tend to break away unmistakably. This is not only due to the excellent rainfall of that year but also to a difference of response in both treatments, which shows that the covariable rectified data at the beginning of the experiment better than at its end. Other evaluated indicators were related to the site to separate more clearly the effect of grazing systems.

#### *Vegetation cover*

Average plant covers for the rotational and continuous grazing systems were 60 % and 35 % respectively (Table 3). In a parallel study, this difference in cover was proven to preserve an additional 1 t ha<sup>-1</sup> of soil (data not included). In general, cover values remained stable throughout the study. However, when its performance over time was evaluated, the repeated measures analysis showed very significant differences ( $P < 0.01$ ) between treatments. Besides, very significant

Cuadro 3. Valores medios de cobertura basal en dos tratamientos de pastoreo en Pánuco, Zacatecas (%)

Table 3. Average basal cover under two grazing treatments in Panuco, Zacatecas (%)

Site	Sample dates			
	March 2002	December 2002	August 2003	December 2003
Rotational 1	48.0	54.0	56.5	52.5
Rotational 2	63.7	64.3	50.3	53.4
Rotational 3	64.5	61.8	66.3	51.3
Rotational 4	57.0	66.0	62.5	58.0
Thick hill	55.0	88.7	72.5	92.5
Average (without hill)	58.7	64.0	59.1	56.7
Continuous 1	18.7	50.0	47.5	45.0
Continuous 2	13.7	25.0	31.2	39.4
Continuous 3	15.0	31.2	43.7	36.2
Continuous 4	30.0	30.0	36.2	46.2
Continuous 5	25.0	56.2	55	35.0
Average	20.5	38.2	42.7	39.2
Probability	0.0001	0.0001	0.0017	0.0006



embargo, al evaluarse su comportamiento a través del tiempo, el análisis de medidas repetidas mostró diferencias entre tratamientos ( $P < 0.01$ ). Asimismo, existen diferencias en la interacción entre tratamientos y muestreos ( $P < 0.01$ ), debido a la variación entre fechas y entre sitios, más que en valores intermedios, ya que los valores iniciales y finales son muy cercanos. Aparentemente la influencia de lluvia durante el periodo de estudio no influyó en los valores de los extremos.

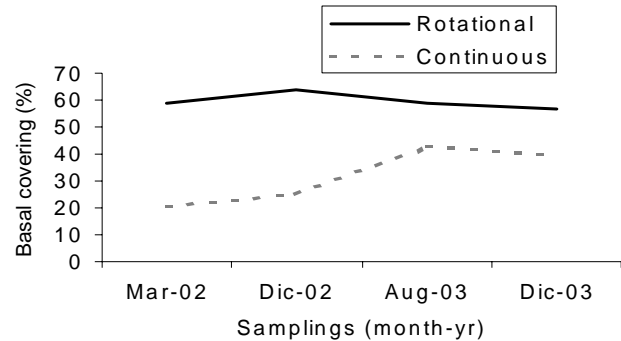
#### *Composición química de la dieta consumida*

Los porcentajes de proteína cruda (PC) fueron diferentes entre épocas en ambos sistemas ( $P < 0.05$ ) y entre especies animales ( $P < 0.01$ ), pero no así en sistemas de pastoreo; con ovinos, en verano y en el sistema rotacional, se encontraron niveles altos (10.60), y valores menores durante el invierno (6.17). En el pastoreo continuo, la tendencia mostrada fue la misma que en el sistema rotacional, con valores altos durante el verano (10.79) y bajos durante el invierno (6.84).

Para caprinos, los niveles de PC en la dieta presentaron diferencias entre épocas en ambos sistemas: 10.58 durante el verano y en el invierno 5.72 para el sistema rotacional. En el pastoreo continuo 12.09 en verano y 4.30 en primavera. Las diferencias entre especies animales se presentan durante todas las épocas, en donde las dietas de caprinos presentaron un nivel mayor de PC que los ovinos (Figura 4). En estudios realizados con ovinos y caprinos al norte de Brasil<sup>(13,14)</sup> se encontró que los caprinos seleccionaron dietas más altas en PC que los ovinos (16.3 y 15.5 % respectivamente), durante las épocas de verano y otoño. Lopes y Stuth<sup>(15)</sup>, también con ovinos y caprinos, determinaron niveles altos de PC (12 %) en otoño e invierno, y el menor nivel en primavera. El nivel de PC contenida en el forraje colectado por ovinos y caprinos en Pánuco, Zacatecas, muestra la misma tendencia reportada en la literatura, ya que estas cantidades fueron variables durante las épocas del año (Figura 4). Sin embargo, los caprinos consumieron mayor cantidad de proteína durante verano - otoño y los ovinos durante invierno - primavera. En estudios llevados a cabo en Marín, Nuevo León<sup>(16)</sup>, se encontró que el contenido de proteína seleccionada por las

Figura 3. Valores medios de la cobertura vegetal con dos sistemas de pastoreo

Figure 3. Average vegetation cover under two grazing systems



differences ( $P < 0.01$ ) in the interaction between treatments and samplings due more to variations between dates and sites than to middle values because initial and ending values are very close. Apparently, the effect of rainfall did not impact values at both ends.

#### *Chemical composition of the diet*

Crude protein content showed differences in both systems for season and for animal species ( $P < 0.05$ ), but not for grazing systems *per se*. High values were found in sheep, in summer in the rotational system (10.60) and lower in winter (6.17). In continuous grazing, the trend was similar, high in summer (10.79) and lower in winter (6.84). In goats also, values fluctuated between seasons, 10.58 in summer and 5.72 in winter for the rotational grazing system and 12.09 in summer and 4.30 in spring for the continuous. Differences between animal species were found for the whole year, and goats showed higher values than sheep (Figure 4). In studies carried out on sheep and goats in the north of Brazil<sup>(13,14)</sup> goats chose diets higher in crude protein than sheep (16.3 vs. 15.5 %, respectively) in winter and in the fall. Lopes and Stuth<sup>(15)</sup> found high crude protein levels (12 %) in the fall and winter in goats and sheep and lower in the spring. Crude protein levels found in forage collected by sheep and goats in Pánuco, Zacatecas, show the same trend mentioned in literature because

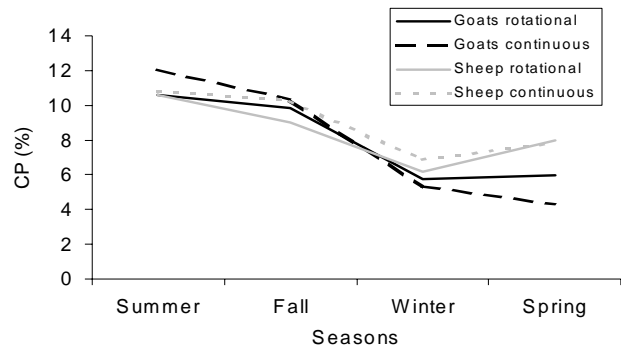
cabras fue alta (18.9%) en diferentes periodos de muestreo. El nivel de PC alto en otoño e invierno y los niveles bajos se encontraron en el resto del año (9 %). En cambio, en estudios con ovinos en agostadero<sup>(17)</sup> se encontró el nivel más alto de PC en otoño, y el forraje fue menos nutritivo durante el verano; esto se explica por lluvias en invierno, que inducen pastos con un mayor contenido proteico durante esta época. Es claro que la variación en valores de PC está asociada con la época de lluvias y el crecimiento vegetativo acelerado del pastizal, por lo que, si se quiere mantener un nivel apropiado de proteína durante el año, será necesario suplementarla durante la época de secas.

En el segundo nivel de estudio del análisis anidado realizado, es decir, los sistemas de pastoreo, no mostraron diferencias ( $P > 0.05$ ); sin embargo, se distingue una tendencia de los caprinos a coleccionar mayor cantidad de proteína en el sistema rotacional durante invierno - primavera y los ovinos en primavera (Figura 4). Al respecto, Walton *et al.*<sup>(18)</sup> mencionan que a los niveles de PC son más altos en pastoreo rotacional en un 1.7 % durante el otoño. Se hace la recomendación a utilizar el sistema rotacional en estaciones con baja precipitación y condiciones pobres de suelo, precisamente para lograr una mejor distribución de los niveles proteicos del pastizal durante el año. Se ha mencionado que valores de PC ligeramente altos varían en primavera y en otoño<sup>(19)</sup>, asociando niveles altos de proteína (18 y 9 %) con el consumo de arbustos y hierbas. En otoño encontraron niveles de PC cercanos al 9 %, nivel que es el mínimo recomendado para cubrir los requerimientos de cabras angora. También mencionaron que los valores de PC no difieren en los días de pastoreo. La intensidad y la frecuencia de precipitación minimizan los efectos del pastoreo intenso así como la eficiencia de las cabras pastoreando, debido a que las cabras son forrajeras oportunistas y pueden seleccionar dietas de alto calidad aún bajo constante presión de pastoreo.

Trabajos realizados en Arizona, EUA, demuestran que durante el crecimiento estacional, el nivel de PC en el forraje es alto, siempre y cuando se mantengan ligeros niveles de utilización. Cuando el pastoreo es pesado, las diferencias son pequeñas,

Figura 4. Porcentaje de proteína cruda consumida por ovinos y caprinos en cuatro épocas del año, en un matorral mediano espinoso

Figure 4. Crude protein (CP) intake (sheep and goats) across the four seasons in a native range, cactus - thorny shrub.



these values fluctuated during seasons (Figure 4). However, goats' intake contains more protein in fall-summer and sheep's in winter-spring. In studies<sup>(16)</sup> carried out at Marín, State of Nuevo León, Mexico, crude protein content selected by goats was high (18.9 %) at diverse sampling periods. A high crude protein level was found in fall and winter and low for the rest of the year (9 %). On the other hand, in studies carried out in sheep in ranges<sup>(17)</sup>, the higher crude protein level was found in autumn and forage was less nutritious in summer, owing perhaps to winter rains, which induce a higher protein content in that season. Changes in crude protein content are clearly associated to the rainy season and vegetation accelerated growth, and therefore, if an adequate crude protein level is sought all year round; supplemental feed rich in protein should be supplied to animals in the dry season.

At the second level of the nested study, grazing systems, no differences ( $P < 0.05$ ) were found. Nevertheless, a trend in goats to collect more protein during fall-winter and in sheep in spring in the rotational grazing system can be perceived (Figure 4). On this matter, Walton *et al.*<sup>(18)</sup> mention that across seasons crude protein levels are 1.7 % higher in rotational than in continuous grazing systems in the fall. Therefore, they recommend using rotational

y en pastoreos moderados, el nivel de PC es alto<sup>(20)</sup>. Para otros autores<sup>(21,22)</sup>, la calidad de la dieta en pastoreo continuo y rotacional presenta pequeñas diferencias. También se reporta que el pastoreo continuo con carga moderada, no causa degradación del agostadero. Además se menciona que el rebrote ocurre solamente algunas semanas o algunas veces en agostaderos de regiones semiáridas, y que este recrecimiento raras veces tiene efecto significativo en la calidad y cantidad de forraje<sup>(23)</sup>.

Con respecto a ceniza, no se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) de su contenido en la dieta en las diferentes épocas, especies, ni sistemas de pastoreo. Los valores de FDN no fueron diferentes entre especies ni entre épocas ( $P > 0.05$ ), sólo se encontraron diferencias ( $P < 0.01$ ) entre sistemas de pastoreo. Los valores más altos se encontraron en el sistema continuo (59.3 %) y los valores bajos en el sistema de pastoreo rotacional (58.4 %). En ambos sistemas de pastoreo los valores fueron altos durante el invierno (68.4 %) y bajos durante el verano (53.2 %). El mayor contenido de FDN en el sistema continuo es explicado por la sobre utilización del recurso vegetal en estas áreas, donde el rebrote nuevo es siempre seleccionado e incluido en la dieta, sobre todo durante el verano. Esto reduce la posibilidad de encontrar nuevos rebrotes durante el invierno y provoca niveles altos de FDN. Esto es un indicador de un proceso de cambio en la calidad del material vegetativo, cuando es manejado en un sistema de pastoreo.

Los valores de FDA encontrados en las dietas fueron similares en las épocas, sistemas y especies ( $P > 0.05$ ), con niveles altos durante el invierno (48 %) y niveles bajos en otoño (37.5 %).

En general, las diferencias entre sistemas de pastoreo, con valores mínimos en el sistema rotacional durante verano - otoño y niveles altos en pastoreo continuo durante invierno - primavera, son un indicador inicial, de que la calidad del material vegetativo es ligeramente mejor bajo el sistema rotacional. Esto, debido a sus menores valores de fibra, los cuales se asocian inversamente, presentándose valores altos de FDA y FDN cuando los valores de PC son bajos y viceversa. Por otro lado, los valores de ceniza, los cuales representan

grazing in low rainfall periods and poor soils to obtain a better protein level distribution in the range vegetation throughout the year. A variation in slightly high crude protein values in fall and spring is mentioned<sup>(19)</sup>, associating shrub grazing with high protein levels (18 and 9 %). In the fall, levels close to 9 % were found, which is the lower level recommended for angora goats to cover their needs. It was also found that crude protein values do not vary with the days of grazing in short duration grazing systems. Rainfall amount and frequency minimize the effects of high grazing intensity and goat grazing efficiency, because these animals are opportunistic grazers and select high quality diets even in continuous grazing.

Studies carried out in Arizona; show that during the seasonal growth, crude protein level remains high, with low grazing intensity. In high intensity grazing, differences are minimal and when intensity is moderate, crude protein level remains high<sup>(20)</sup>. Other authors<sup>(21,22)</sup> mention that differences in diet quality between continuous and rotational grazing are small. It is also reported that a continuous grazing with a moderate stocking rate is not deleterious for the rangeland. Besides, regrowth takes place in range for a few weeks or for a few times in semiarid ranges and is of small significance in forage quality and quantity<sup>(23)</sup>.

With reference to ash content, no differences were found ( $P < 0.05$ ) between both grazing systems, nor across seasons and species. Neutral detergent fiber contents did not show any differences either between species or seasons ( $P > 0.05$ ), but differences ( $P < 0.01$ ) for grazing systems were significant, with higher values for the continuous (59.3 %) than for the rotational system (58.4 %). In both grazing systems values were higher in winter (68.4 %) and lower in summer (53.2 %). The higher neutral detergent fiber content is explained by an overuse of vegetation resources in these areas, in which new regrowth is always chosen and included in the diet, especially in summer, which reduces the possibility of finding new shoots in winter, thus increasing neutral detergent fiber contents. This is an indicator of changes in forage quality due to a grazing system.

el contenido de minerales presentes en el material vegetal, fueron siempre muy estables y son poco modificados por los tratamientos de pastoreo.

#### *Composición botánica*

Un componente adicional en este estudio es la composición botánica. Aunque este indicador es cualitativo y no se relacionó con la composición química de la dieta consumida, al menos se distinguieron las especies vegetales que más comúnmente crecen en sistemas de pastoreo (Cuadro 4).

En el sistema de pastoreo rotacional se identificaron un total de 70 especies, en cambio, en el sistema de pastoreo continuo, sólo se encontraron 29. En ambos sistemas, la familia que presenta el mayor número de especies es la gramíneas (17 especies en el sistema rotacional y 6 en el sistema continuo). En segundo lugar esta la familia compositae con 11 especies para el sistema rotacional y cactaceae y fabaceae con cuatro especies cada una en el sistema continuo. Las familias cactaceae y leguminosae representan el tercer y cuarto lugar en ambos sistemas. Sin embargo, la distribución de estas especies, dentro del tratamiento de pastoreo rotacional, en los cuatro potreros estudiados no es muy amplia, y predominan cuatro familias en todos los potreros, ya que de las 70 especies identificadas, sólo 20 fueron encontradas en los cuatro potreros, y corresponden a las primeras cuatro familias. De esta manera, la asociación pastizal-nopalera-matorral espinoso queda evidenciada como la composición predominante, con especies de las familias gramínea, cactaceae, compositae y leguminosae.

En cuanto a las especies identificadas fuera del área de estudio, éstas fueron solamente 29, de las cuales, 6 son gramíneas, 4 son cactaceae y 4 fabaceae; las demás especies (15) corresponden cada una a diferente familia. Del total de las especies encontradas en el pastoreo continuo, sólo una de ellas no fue encontrada dentro del área de pastoreo rotacional (*Rhus microphila*), siendo ésta una indicación de que existe biodiversidad en ambos sitios de pastoreo.

Aunque la diferencia en el número de especies en ambos sistemas de pastoreo es notoria, el contenido

Acid detergent fiber content found in diets were very similar in all seasons, species and grazing methods ( $P < 0.05$ ), with high values in winter (48 %) and low values in autumn (37.5 %).

Generally, differences between grazing systems, with lower values in summer and autumn for the rotational and higher for the continuous in winter and spring, are an initial indicator that vegetation quality is slightly better in the rotational than in the continuous grazing system. This is due to a slightly lower fiber content which is inversely associated to crude protein. On the other hand, ash contents, which represent the amount of minerals in the diet show great stability and are not modified by grazing systems.

#### *Botanical composition*

Another component in this study is botanical composition. Although this indicator is more qualitative than quantitative and was not associated to the chemical composition of diet intake, the most common species were identified (Table 4).

In the rotational system, 70 species were identified and only 29 in the continuous. In both systems, the family with more representation was Graminae (17 in the rotational and 6 in the continuous). The next family with more species was Compositae (6) in the rotational and Cactaceae and Fabacea (5 each) in the continuous. Cactaceae and Leguminosae are in third and fourth place in both systems. However, distribution of these species in the pastures of the rotational system is not plentiful, and the four families predominate, as only 20 species belonging to those families were found in the four pastures. Like this, an association native pasture-cactus-thorny shrubs is predominant which includes species of the four families already mentioned.

Only 29 species were identified outside the study area, of which, there were 6 Gramineae, 4 Cactaceae and 4 Fabaceae. The remaining species (15) belong each to a different family. Only one species (*Rhus microphila*) found in the continuous grazing area was absent in the rotational pastures, being this an indicator of biodiversity.

Cuadro 4. Número de especies encontrado en dos sitios de estudio y su frecuencia de aparición

Table 4. Number of species found in two sites and their frequency

Families	Grazing systems			
	Rotational		Continuous	
	Species	Frequency (%)	Species	Frequency (%)
Gramineae	17	24.3	6	20.6
Compositae	11	15.7	2	6.8
Cactaceae	9	12.8	4	13.7
Leguminosae	6	8.6	2	6.8
Chenopodiaceae	3	4.3		
Labiatae	2	2.8	1	3.4
Euphorbiaceae	2	2.8	1	3.4
Solaneaceae	2	2.8	2	6.8
Amaryllidaceae	2	2.8	1	3.4
Cucurbitaceae	2	2.8		
Fabaceae	1	1.4	4	13.7
Rhamnaceae	1	1.4	1	3.4
Asclepiadaceae	1	1.4		
Polemoniaceae	1	1.4		
Convolvulaceae	1	1.4	1	3.4
Liliaceae	1	1.4		
Papaveraceae	1	1.4	1	3.4
Cruciferae	1	1.4		
Polypodiaceae	1	1.4	1	3.4
Simaroubaceae	1	1.4		
Ranunculaceae	1	1.4		
Cyperaceae	1	1.4		
Anacardiaceae	1	1.4	1	3.4
Amaraphaceae	1	1.4		
Rubiaceae			1	3.4
TOTAL	70		29	

proteico de la dieta de caprinos y ovinos fue similar. Esto indica que ambas especies animales logran compensar la disminución de especies en el pastoreo continuo, alimentándose en forma más abundante de alguna especie en particular, la cual logra proporcionar la proteína necesaria, independientemente de la diversidad. Sin embargo, es importante indicar que en estudios posteriores, será necesario relacionar la composición química de la dieta con la identificación de las especies que dan ese aporte, lo que permitirá identificar las especies clave para un buen manejo.

Although the difference in number of species between both grazing systems is evident, the protein content in sheep and goat intake was very similar. This indicates that both animal species compensated the lower number of species in the continuous grazing system, through the increased intake of a certain one. However, it is important to state that in future studies the chemical composition of each species should be studied, to identify which are the key species for an efficient management.

In conclusion, biomass growth in the two years of

Se concluye que el crecimiento de biomasa en los dos años de estudio crea un gradiente productivo, donde la exclusión genera los valores más altos, seguido del pastoreo rotacional y al final el pastoreo continuo. Asimismo, la cobertura basal con pastoreo continuo fue menor que en el pastoreo rotacional.

Los niveles de proteína cruda de la dieta de caprinos ovinos es alta durante el verano y baja en invierno y primavera, sin diferencias entre sistemas de pastoreo, aunque, mostrando diferencias en los valores de fibra, siendo el pastoreo rotacional el que presentó los valores menores. Los rumiantes menores logran valores de proteína iguales en ambos sistemas de pastoreo sin importar las diferencias en la composición botánica.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo de la Fundación Produce Zacatecas por el apoyo otorgado para la realización de los proyectos 17 y 56. Asimismo, se agradece el apoyo otorgado por los miembros del Ejido Panuco, especialmente por el presidente del comisariado ejidal, Sr. Delfino López Rodríguez, así como al Biólogo Manuel Piedra Vargas por su colaboración en el estudio de composición botánica.

## LITERATURA CITADA

1. Hoyos GG, Salinas GH, Saenz P. Sistemas de producción caprina y sus principales limitaciones en la Comarca lagunera, México. *Revista Turrialba* 1992;42(1):1-7.
2. Ramírez RG, Flores A, Carlos LJ, García GJ. Botanical composition of diets selected by range goats in northeastern Mexico. *Small Rum Res* 1990;3:97-107.
3. Devendra C, McLeroy GB. Producción de cabras y ovejas en los trópicos. México. *El Manual Moderno*; 1986.
4. Ramírez RG. Feed resources and feeding techniques of small ruminants under extensive management conditions. *Small Rum Res* 1999;34:215-230.
5. FAO/UNESCO. Soil classification system. FAO. Rome, Italy. 1968.
6. Serna PA, Echavarría CFG. Caracterización hidrológica de un agostadero Comunal excluido al pastoreo en Zacatecas, México: I Pérdidas de suelo. *Téc Pecu Méx* 2002;40(1):37-53.

this study generates a positive gradient, with exclusion showing the higher values, followed by the rotational system and lastly by continuous grazing. Besides, basal covering was higher in the rotational grazing system.

Crude protein levels in goats' diets is high in summer and low in winter and spring in both grazing systems, although fiber content was lower in the rotational. Small ruminants are able to reach the same protein levels in both grazing systems whatever be the botanical composition found in the grazing area.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to Fundación Produce Zacatecas for supporting projects 17 and 56 and also wish to thank most especially the members of Ejido Pánuco, particularly its Chairman, Mr. Delfino López-Rodríguez for allowing carrying out this study in their premises. We are also grateful to Biol. Manuel Piedra-Vargas for his collaboration in identifying botanical species.

*End of english version*

7. Medina GG, Gutierrez LR, Acosta DE, Tiscareño LM, Báez GAD, Echavarría CFG. Sistema de monitoreo agroclimático y predicción de cosechas para el estado de Zacatecas. 4º informe trimestral de investigación. INIFAP-CIRNOC-CEZAC. 2004.
8. Van Dyne GM, Torrel DT. Development and use of the esophageal fistula: A review. *J Range Manage* 1968;17:7-19.
11. Littell RC, Miliken GA, Stroup WW, Wolfinger RD. SAS system for mixed models, Cary NC: SAS Institute Inc., 1996.
12. SAS. SAS/STAT User's Guide (Release 6.08). Cary, NC, USA: SAS Inst. Inc. 1992.
13. Pfister AJ, Malechek JC. Dietary selection by goats and sheep in deciduous woodland of northeastern Brazil. *J Range Manage* 1986;39:24-28.
14. Pfister AJ, Malechek JC. The voluntary forage intake and nutrition of goats and sheep in the semi-arid tropics of northeastern Brazil. *J Anim Sci* 1986;63:1078-1086.
15. López EA, Stuth JW. Dietary selection and nutrition of Spanish goats as influenced by brush management. *J Range Manage* 1984;37:554-560.
16. Ramírez GR, Loyo RA, Mora M, Sanchez E, Chaire A. Forage

## INFLUENCIA DEL PASTOREO CON PEQUEÑOS RUMIANTES EN AGOSTERO

- intake and nutrition of range goats in a shrubland in northeastern México. *J Anim Sci* 1991;69:879-885.
17. Rosiere ER, Vaughn CF. Nutrient content of sheep diets on a serpentine barrens range site. *J Range Manage* 1986;39:8-13.
  18. Walton DP, Martínez R, Bailey AW. A comparison of continuous and rotational grazing. *J Range Manage* 1981;34:19-21.
  19. Taylor ACH, Kothmann M. Diet composition of angora goats in a short-duration grazing system. *J Range Manage* 1990;43:123-126.
  20. Meen A. Grazing intensity and forage quality on the Arizona strip. *Rangeland* 2000;22:12-15.
  21. Jung HG, Rice W, Koong LJ. Comparison of heifer weight gains and forage quality for continuous and short duration grazing systems. *J Range Manage* 1985;38:144-149.
  22. Anderson DM. Seasonal stocking of tobosa managed under continuous and rotation grazing. *J Range Manage* 1988;41:78-83.
  23. Manley AW, Hart RH, Samuel MJ, Smith MA, Waggoner JWJR, Manley JT. Vegetation, cattle and economic responses to grazing strategies and pressures. *J Range Manage* 1997;50:638-646.

