

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



Procesos de Desertificación Asociados a Sobrepastoreo por Caprinos en el
Matorral Espinoso de Linares, Nuevo León.

TESIS DE MAESTRÍA

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PRESENTA:

ING. MARIO GUADALUPE FRANCISCO MANZANO CAMARILLO

Linares, Nuevo León, México

Enero 1997

TM

Z599

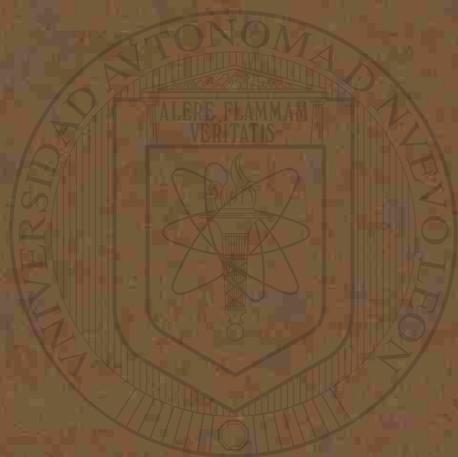
FEP

1997

M36



1020118307



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



Procesos de Desertificación Asociados a Sobrepastoreo por Caprinos en el
Matorral Espinoso de Linares, Nuevo León.

TESIS DE MAESTRÍA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PRESENTA:

ING. MARIO GUADALUPE FRANCISCO MANZANO CAMARILLO

Linares, Nuevo León, México

Enero 1997

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

*Procesos de Desertificación Asociados a Sobrepastoreo por Caprinos en el Matorral
Espinoso de Linares, N. L., México*

TESIS DE MAESTRÍA

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES

PRESENTA:

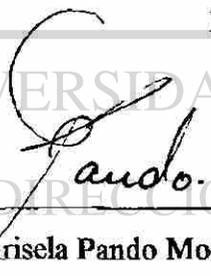
ING. MARIO GUADALUPE FRANCISCO MANZANO CAMARILLO

COMISIÓN DE TESIS



Ph. D. José de Jesús Nívar Cháidez

Presidente



M. Sc. Marisela Pando Moreno

Secretario



Dr. Enrique Jurado Ybarra

Vocal

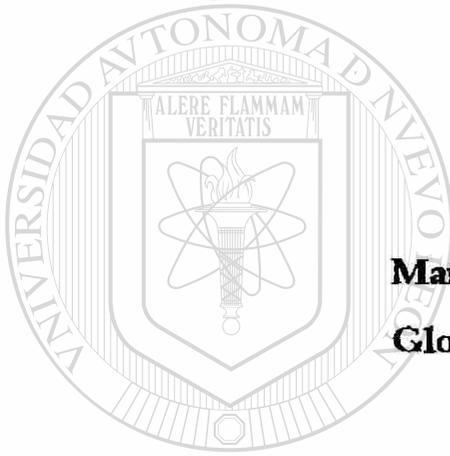
Dr. Rorke B. Bryan

Asesor Externo

Universidad de Toronto, Canadá

DEDICATORIA

Esta página no es suficiente para expresar todo mi amor y gratitud hacia las personas que tanto quiero y de quienes siempre he recibido el más valioso e incondicional apoyo:



Mis Padres:

**Mario Manzano Peña (†) y
Gloria Camarillo Gatica**

y

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Mis Hermanos:

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
Rosa Dolores, José Antonio, Margarita Gloria,**

Patricia del Carmen y Jorge Alberto

Motivado y apoyado por ellos, he podido cumplir muchas de las metas que me he propuesto. Es por eso que a ellos dedico este logro en mi vida profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a las siguientes instituciones y personas, cuyo apoyo fue fundamental para concluir satisfactoriamente esta etapa de mi formación académica.

Al Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora, Unidad Hermosillo, por haberme dado la oportunidad de realizar mis estudios de postgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por la beca-crédito que me otorgó para cursar estudios de postgrado y concluir oportunamente esta tesis.

A la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL por aceptarme en su seno y permitirme realizar el trabajo de campo de esta investigación en los terrenos del Campus Universitario Linares.

En especial, mi profundo agradecimiento a la Subdirección de Postgrado y a la Jefatura del Departamento Agroforestal, de cuyos representantes recibí siempre el apoyo solicitado.

Al C. Ph. D. José de Jesús Návar Cháidez, por su excelente dirección, su constante disponibilidad de tiempo, y la confianza depositada en mi persona, razones sin las cuales la conclusión de este trabajo no hubiese sido posible. Asimismo, le agradezco por la traducción del resumen.

A la C. Ing. M. Sc. Marisela Pando Moreno, de quien siempre obtuve la orientación adecuada y opiniones objetivas, para la mejor realización del trabajo de campo y de gabinete. Gracias también por toda la ayuda que de ella recibí desde mi llegada a Linares.

Al C. Dr. Enrique Jurado Ybarra, quien con su excelente capacidad supo orientarme en el arreglo y representación de los resultados y encontró siempre los detalles del trabajo, en general, susceptibles de ser mejorados.

A los Sres. Julián Uvalle, Alfredo Ortega y Asunción García, les agradezco su valiosa ayuda en la toma y captura de datos de campo.

Al C. Biol. Raúl Flores O., por realizar la identificación del material botánico.

Al C. Programador Roberto C. Montezco V. y al C. Ing. Oscar Ramírez R., por la ayuda proporcionada en la edición final de este documento.

A Sandra Luz, por su apoyo constante y por ayudarme con la captura de información importante.

A la planta de profesores de la Facultad de Ciencias Forestales, por compartir conmigo sus valiosos conocimientos y experiencia profesional.

Al personal administrativo y de campo de esta Facultad, de quienes siempre obtuve la ayuda requerida.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

A mis compañeros de la III Generación de Maestría en Ciencias Forestales, por los buenos momentos que pasamos juntos y por todo lo que de ellos aprendí.

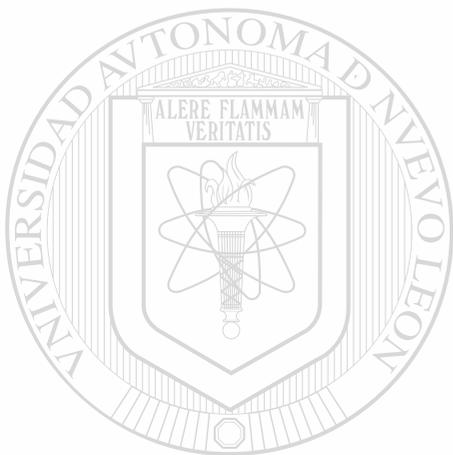
ÍNDICE DE CONTENIDO

Capítulo	Página
RESUMEN	i
ABSTRACT	iii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo	3
1.2. Hipótesis	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
3. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Descripción del área de estudio	13
3.1.1. Localización del área	13
3.1.2. Clima	13
3.1.3. Edafología	15
3.1.4. Vegetación	16
3.2. Metodología	16
3.2.1. Establecimiento del experimento	16
3.2.2. Diseño experimental	18
3.2.3. Tratamiento	19
3.2.4. Periodicidad de las mediciones	21
3.2.5. Medición en campo de los parámetros de la vegetación evaluados	21
3.2.5.1. Cobertura foliar	21
3.2.6. Medición en campo de los parámetros del suelo evaluados	23

3.2.6.1	Densidad aparente	23
3.2.6.2	Infiltración	25
3.2.6.3	Contenido de materia orgánica y concentración de macronutrientes	25
3.3.	Análisis estadístico de los datos registrados	26
3.3.1.	Análisis de los datos de vegetación	26
3.3.1.1	Cobertura foliar	26
3.3.2.	Análisis de los datos de suelo	28
3.3.2.1.	Densidad aparente	28
3.3.2.2.	Infiltración	29
3.3.2.3.	Contenido de materia orgánica y concentración de macronutrientes	31
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1.	Procesos relacionados con la vegetación	32
4.1.1.	Nivel de estratos	32
4.1.2.	Nivel de especies	42
4.2.	Procesos relacionados con el suelo	48
4.2.1.	Densidad aparente	50
4.2.2.	Infiltración	53
4.2.2.1.	Bondad de ajuste de los modelos no lineales comparados	53
4.2.2.2.	Efecto del tratamiento sobre las tasas de infiltración	57
4.2.3.	Contenido de materia orgánica y concentración de macronutrientes	60
4.3.	Discusión general	65
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
6.	LITERATURA CITADA	76

APÉNDICE A. Listado de especies registradas en el área de estudio

**APÉNDICE B. Porcentajes promedio de cobertura de las especies
para los 5 estratos en las 4 mediciones**



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Localización del área de estudio.	14
2. Distribución espacial, en dos componentes principales, de los sitios medidos en el muestreo de cobertura vegetal.	18
3. Arreglo de las unidades experimentales en el terreno.	20
4. Comparación de tres tamaños de cilindro para la estimación de la densidad aparente.	25
5. Distribución espacial de cinco estratos de vegetación en dos componentes principales en las cuatro mediciones.	34
<hr/>	
6. Cobertura foliar promedio por estrato en las cuatro mediciones.	38
7. Comparación de cobertura foliar entre herbáceas y arbustivas en la primera y cuarta medición.	40
8. Distribución espacial de las especies en dos componentes principales en la primera y segunda medición.	46
9. Distribución espacial de las especies en dos componentes principales en la tercera y cuarta medición.	49
10. Densidad aparente promedio en las cuatro mediciones .	51

11. Ajuste de cuatro modelos no lineales a las infiltraciones observadas en subparcelas control.	55
12. Ajuste de cuatro modelos no lineales a las infiltraciones observadas en subparcelas tratamiento.	56
13. Infiltraciones en subparcelas control y tratamiento utilizando el modelo seleccionado en cada medición.	58
14. Comparación del contenido de materia orgánica y concentración de nitrógeno y fósforo entre las cuatro mediciones.	62
15. Contenido de materia orgánica, nitrógeno y fósforo en puntos de deposición heces fecales (tratamientos) y puntos de áreas excluidas (control) en la cuarta medición.	63
16. Comparación de la concentración de potasio, calcio y magnesio entre la primera y cuarta medición.	64

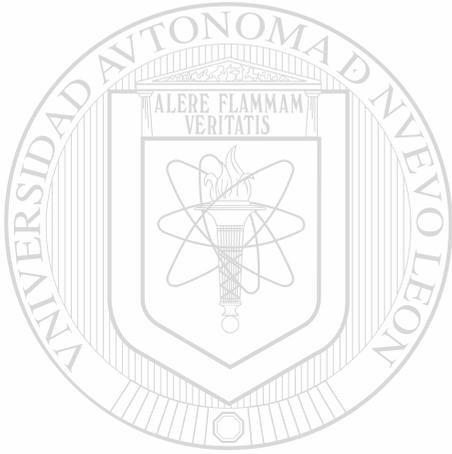
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Densidad aparente promedio en subparcelas control y subparcelas tratamiento.	52
2. Parámetros estadísticos promedio para 4 modelos de infiltración en 4 mediciones periódicas.	54



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la magnitud de los procesos de degradación causados por el sobrepastoreo de caprinos sobre la cobertura foliar de la vegetación y sobre la densidad aparente, tasa de infiltración, contenido de materia orgánica y concentración de macronutrientes en el suelo, en una fracción de matorral espinoso en el Municipio de Linares, N. L., México. En dos lotes separados, se ubicaron 12 subparcelas experimentales de 100 m² cada una, bajo un diseño completamente al azar; seis subparcelas, tres en cada parcela, fueron utilizadas como controles (sin pastoreo) y en las seis restantes se aplicó el tratamiento que consistió en una sobrecarga de ganado caprino, 2.2 veces superior a la carga recomendada para el área de estudio, aplicada de manera intensiva en un solo evento de pastoreo, por las condiciones de sequía prevalecientes en la mayor parte del año 1996. Incluyendo una medición previa a la introducción de los animales a las áreas, se realizaron cuatro mediciones en un periodo de 12 meses, a partir de octubre de 1995. En cada medición se registró información sobre: a) cobertura foliar, mediante el método de puntos de contacto, en cinco estratos en un gradiente vertical de vegetación; b) densidad aparente de la capa superior del suelo, por medio del método volumétrico; c) tasa de infiltración utilizando el método de los infiltrómetros cilíndricos dobles, y d) contenido de materia orgánica y concentración de macronutrientes en el suelo. Los resultados mostraron que la densidad aparente del suelo y la cobertura foliar, variaron por efecto del tratamiento. En el primer caso, se observó un incremento en la densidad de 13% (0.2 gr cm⁻³) en la última medición, con respecto a la

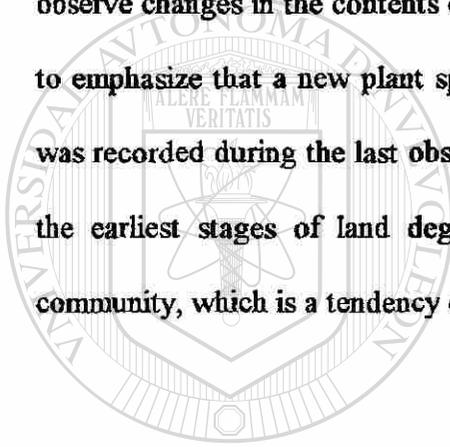
estimada inicialmente, en las áreas sobrepastoreadas, y de 16% (0.2 gr cm^{-3}) con relación a las áreas no pastoreadas. La cobertura foliar de arbustivas, a nivel de estratos y de especies, disminuyó desde el suelo hasta una altura superior a 1.5 m; los estratos inferiores a 1.5 m no recuperaron, al final del periodo de observaciones, los valores de cobertura registrados en la primera medición. La cobertura de herbáceas en el estrato más bajo, se incrementó notablemente en las áreas pastoreadas. Sin embargo, las tasas de infiltración, así como el contenido de materia orgánica y concentración de macronutrientes, no cambiaron como consecuencia del efecto del tratamiento. En el caso de la tasa de infiltración, se atribuye a las características propias del método de medición utilizado, que mide un factor altamente variable espacialmente. Respecto a la materia orgánica y macronutrientes, se debe a que la duración del periodo de observación no fue suficiente para desbalancear ese parámetro del suelo. Destaca, por otra parte, el registro de *Opuntia leptocaulis*, especie indicadora de disturbio, en la última medición. Estos resultados manifiestan etapas tempranas de degradación y se entrevé una tendencia hacia una comunidad vegetal más abierta, como una característica propia de ecosistemas sujetos a procesos de desertificación.

SUMMARY

The objective of this study was to determine the magnitude of land degradation processes caused by goat overgrazing on plant cover, as well as on soil bulk density, infiltration rate, content of organic matter, and the concentration of soil macronutrients, in a fraction of native thorn-scrub matorral in the municipality of Linares, N. L., Mexico. Two experimental plots with 12 subplots of 100 m² each were isolated. Six subplots, chosen randomly, three in each plot, were utilized as controls (without overgrazing practices), the remaining six were used for goat overgrazing practices, which consisted on a 2.2 times the recommended carrying capacity of the land. Only one week overgrazing episode was applied because of the droughty conditions which persisted in Northeastern Mexico most of the summer of 1996. Four measurements, including a preliminar measurement, before goats were introduced, were conducted from October of 1995 to October of 1996.

In each measurement, information was recorded on: a) plant cover, following the sampling methodology of point-intercept, was conducted in five strata of plant cover; b) bulk density of the soil surface, following the methodology of the volumetric soil sampling; c) infiltration rate conducted with double ring infiltrometers, and d) content of organic matter and soil concentration of macronutrients. The results showed that the soil bulk density, as well as plant cover by strata and by species did change by the overgrazing episode. In the former case, bulk density increased 13% (0.2 gr cm⁻³) when comparing the last observation with the first one, and 16% (0.2 gr cm⁻³) when comparing it with the control subplots. Cover of shrubby plant species diminished from ground cover up to a

height of 1.5 m (plant strata four) in the subplots treated, this pattern persisted up to October of 1996 in the first three plant strata. On the other hand, plant cover of annual forbs and grasses increased in the overgrazed subplots. However, the infiltration rate, the organic matter content, and soil concentration of macronutrients did not change due to overgrazing. For infiltration rate, the method used was not efficient to precisely incorporate the high spatial infiltration variation. Apparently time was not enough to observe changes in the contents of soil organic matter and macronutrients. It is important to emphasize that a new plant species, *Opuntia leptocaulis*, an indicator of disturbance, was recorded during the last observation in the treatment subplots. These results showed the earliest stages of land degradation and a tendency towards a more open plant community, which is a tendency of ecosystems subjected to desertification processes.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

1. INTRODUCCIÓN

La desertificación es un proceso causado, parcialmente, por la excedencia de la capacidad de carga del terreno y se manifiesta localmente a través de cambios microclimáticos causados por etapas complejas de deterioro de la vegetación y el suelo, el cual, debido a la interacción tanto de factores antropogénicos como de factores climáticos adversos, reduce su capacidad de producción o potencial biótico y su aptitud para sostener población humana (Medellín, 1978; Hare, 1984; Mainguet, 1994). De manera que muchas áreas en el mundo llegan a convertirse, no precisamente en ecosistemas completamente desérticos, pero sí en ecosistemas menos productivos (Pando *et al.*, 1994).

Entre las actividades humanas que más inciden sobre este proceso destaca el sobrepastoreo o carga animal excesiva en los pastizales naturales por diferente tipo de ganado (Rojas Mendoza, 1965). El tránsito y permanencia de los animales en pastoreo altera las condiciones originales del medio en las áreas donde se alimenta; los efectos van dirigidos de manera más evidente a la vegetación y al suelo, y son considerados detrimentales en su mayor parte, ya que por principio se altera la cobertura vegetal y el suelo se compacta como resultado del efecto físico del pisoteo por los animales (Taylor Jr. *et al.*, 1993); consecuentemente, el impacto de las gotas de lluvia ocurre sobre el suelo desnudo, disminuyen los agregados y materia orgánica del suelo, se incrementa el encostramiento de la capa superficial y decrecen las tasas de infiltración, provocando un

incremento de los escurrimientos, reducción del contenido de agua del suelo y aumento de la erosión (Blackburn, 1983, citado por EPA, 1993).

El conocimiento que se tiene sobre la ocurrencia de estos procesos físicos y biológicos, que se generan por el sobrepastoreo en comunidades de matorral, es muy escaso. La mayoría de los estudios existentes han sido orientados hacia comunidades de gramíneas o zacatales y eventualmente a comunidades con mezcla de herbáceas y arbustivas. González (1984) menciona al respecto que la mayor parte de la información conocida sobre el aprovechamiento y manejo de la vegetación del Norte de México se ha iniciado y, actualmente extrapolado, a partir de investigaciones realizadas en áreas donde el estrato herbáceo es predominante.

En el Noreste del país y específicamente en el Municipio de Linares, N.L. se practica la ganadería extensiva de caprinos, aprovechando así especies del tipo de vegetación denominado "matorral espinoso tamaulipeco". Las repercusiones de esta actividad, que en la mayoría de los casos se desarrolla de una manera desordenada, rebasando varias veces el coeficiente de agostadero recomendado, son evidentes en sus casos más extremos. De ahí que resulta importante el estudio de las comunidades arbustivas, analizando sobre todo las causas que provocan su paulatina y a veces rápida degradación, como es el caso del sobrepastoreo, actividad que, según Téllez y Foroughbakhch (1990) ha traído como consecuencia una baja en la producción animal y

un deterioro biofísico de los recursos naturales de la Planicie Costera del Golfo Norte en el estado de Nuevo León.

Por medio de este estudio se pretende contribuir al conocimiento de los procesos generadores de desertificación causados por el sobrepastoreo intensivo de ganado caprino, en el matorral espinoso tamaulipeco, en Linares, N.L.

1.1. Objetivo

La presente investigación tuvo como objetivo fundamental determinar la magnitud de los procesos de degradación causados por acción del sobrepastoreo de caprinos, evaluando los parámetros de:

1.1.1. Suelo:

1.1.1.1 Infiltración

1.1.1.2. Densidad aparente

1.1.1.3. Contenido de materia orgánica

1.1.1.4. Concentración de macronutrientes

1.1.2. Vegetación:

1.1.2.1. Cobertura foliar y frecuencia de especies

1.2. Hipótesis

El sobrepastoreo de ganado caprino ejerce un estrés importante en el suelo y la vegetación existente. En forma directa, las capas superficiales del suelo se compactan por efecto del pisoteo, reduciéndose en algunos casos la infiltración debido al disturbio del suelo mineral. Algunas especies vegetales disminuyen su densidad por su escasa resiliencia a la presión sometida, mientras que otras se adaptan mejor a estas condiciones. Reducciones en la cobertura vegetal conducen a cambios microclimáticos por una mayor incidencia de luz solar sobre el suelo mineral, por lo que se producen cambios en el albedo, en la temperatura del suelo y en los gradientes de temperatura y vapor atmosférico. Estos procesos agilizan la erosión del suelo y los procesos físico-químicos que conducen al comportamiento de suelos desertificados. El conocimiento de la magnitud de estos eventos es prioritario en el entendimiento de la desertificación para proponer los umbrales apropiados del manejo de los procesos de degradación causados por sobrepastoreo caprino.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2. REVISIÓN DE LITERATURA

La vulnerabilidad de los ecosistemas a la desertificación y la gravedad de sus consecuencias, se deben parcialmente al clima, en la medida en que cuanto menor y más inestable sea el régimen de lluvias, más amplia la oscilación de temperaturas y mayor el efecto de los vientos, mayor será consecuentemente la amenaza de la desertificación; aunque en este proceso intervienen otros factores naturales tales como la frecuencia y magnitud de las lluvias, la estructura y textura del suelo, la topografía y los tipos de vegetación predominantes (Menshing, 1987). Estos factores, del mismo modo que la extensión o intensificación de condiciones de tipo desértico, disminuyen la capacidad de producción del suelo, reduciendo a la vez la resistencia de éste a las consecuencias de sequías de orden cíclico naturalmente recurrentes, las cuales tenderán, a su vez, a incrementar el deterioro que implica el proceso de desertificación (ONU, 1977).

No obstante, los estudios sobre desertificación destacan también a las prácticas impropias de uso del suelo como el instrumento más importante de la degradación de los ecosistemas (Maldonado 1989).

Hare (1984) destaca el papel de las actividades antropogénicas que inciden sobre la remoción de la cubierta vegetal, mencionando que, aunque el clima regional de un lugar puede verse poco afectado al modificar total o parcialmente dicha cubierta, pueden ocurrir cambios fundamentales en el microclima del lugar, principalmente a causa de: a)

un aumento en los escurrimientos superficiales; b) arrastre de las partículas de suelo hacia otros lugares; c) incremento del albedo y por lo tanto una reducción en el nivel de radiación solar absorbida, y d) reducción de la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo. Como consecuencia, se reduce la evapotranspiración y por consiguiente la cantidad de vapor de agua atmosférico, se modifica la transferencia de energía, el movimiento lateral y vertical del aire, así como el gradiente vertical de temperaturas (Barry y Chorley, 1987).

Roldán y Trueba (1978) señalan que la incidencia de la desertificación en la República Mexicana es extensiva a lo largo de los márgenes de los desiertos (zonas semiáridas y subhúmedas) donde los procesos de desertificación ocasionan el máximo perjuicio. Señalan como principales aspectos de la desertificación la eliminación de la cubierta vegetal y la pérdida de suelo, por diversas prácticas inadecuadas como: a) el sobrepastoreo o carga animal excesiva en los terrenos de agostadero; b) la práctica de la agricultura de temporal en terrenos inadecuados, y que se convierte en una actividad semi-nómada; c) los cambios en el uso del suelo sin respetar su vocación de uso; d) la extracción desmedida de agua del subsuelo; e) la deforestación causada por el inadecuado manejo de las áreas arboladas, y f) el crecimiento desmedido y poco planificado de centros de población. En un estudio sobre desertificación en el límite Sur del Desierto Chihuahuense, Ballín (1987) destaca la evidencia de que estos ecosistemas muestran desequilibrio por exceso de mal manejo, principalmente sobrepastoreo.

Los efectos del pastoreo, sobre todo cuando se excede la carga recomendada, son considerados **detrimentales en su mayor parte y pueden afectar de manera determinante a varios componentes del ecosistema.**

La vegetación es afectada **directamente de manera negativa por la reducción de la cobertura foliar, ya que los animales domésticos, principalmente las cabras, son altamente selectivos y remueven especialmente las hojas y brotes tiernos de las plantas (Warren y Maizels, 1976), consumiendo incluso aquellos tejidos suculentos que en algunas especies se encuentran protegidos por espinas u otras estructuras similares (Boudet, 1975). Asimismo, el sobrepastoreo limita las oportunidades de recuperación de la cobertura vegetal, por probables daños mecánicos en la estructura de las plantas por la incidencia constante de los animales sobre éstas (Mainguet, 1994).**

Se conocen además otros **impactos adicionales del sobrepastoreo sobre la vegetación, relacionados con los parámetros bajo estudio. Son reportadas modificaciones de la estructura en la comunidad de plantas por incremento de la heterogeneidad en la distribución espacial y distribución irregular de la vegetación (Olson *et al.*, 1985; Medina *et al.*, 1988; Hart *et al.*, 1988; Pieper, 1994); cambios en la diversidad de especies, tanto en un sentido positivo por enriquecimiento en la composición de especies (Campbell *et al.*, 1962; Brady *et al.*, 1989; Gillen *et al.*, 1991; Olsvig-Whittaker *et al.*, 1993), así como de manera detrimental por reducciones en la densidad de algunas especies (Branson, 1985; Jeffries y Klopatec, 1987; Box, 1992; Pieper, 1994; Moustafa, 1996);**

disminuciones importantes en la productividad de las comunidades vegetales por reducción de la biomasa aérea (Thurrow *et al.*, 1988a; Orodho y Trlica, 1990; Clary, 1995) y también disminuciones importantes del banco de semillas del suelo debido al disturbio de la superficie (Willms y Quinton, 1995). Estas alteraciones conducen a los sistemas naturales saludables hacia estructuras y composición de especies más simples, similares a las que se observan en sitios más deteriorados.

Severson y Deban (1991) probaron sobrecargas de caprinos de hasta 4.2 cabras (0.6 unidad animal) por hectárea, en vegetación de chaparral en Arizona, encontrando que el sobrepastoreo redujo sustancialmente la cobertura vegetal de arbustos en las áreas pastoreadas.

Existe asimismo, una relación de procesos retroalimentantes de la vegetación con el sistema que la sustenta, de manera que algunas características y procesos hidrológicos del suelo pueden ser afectados indirectamente por el sobrepastoreo al afectarse la cobertura vegetal, en diferente medida.

Thurrow *et al.* (1988a) y Rawls *et al.* (1988) señalan que el efecto de la cubierta vegetal es un control fundamental en la determinación y modelaje de las tasas de infiltración en los suelos de pastizal y por consecuencia en la pérdida de agua y suelo por los escurrimientos superficiales. Zöbisch (1993) menciona que la disminución de cobertura vegetal en pastizales naturales por efecto de sobrepastoreo trae como

consecuencia incrementos en la pérdida de suelo, principalmente en comunidades que no son demasiado densas.

El pastoreo selectivo del ganado doméstico al afectar la composición de especies, puede propiciar un incremento de los escurrimientos superficiales, ya que al parecer, las plantas mayormente preferidas por los animales son las que estabilizan el suelo más efectivamente, debido probablemente a su estructura aérea y radicular (Pluhar *et al.*, 1987).

Bari *et al.* (1993) destacan la importancia de la fitomasa residual en un pastizal templado de Pakistán, después de haber sido pastoreado por dos estaciones de crecimiento consecutivas; mencionando que tanto la cobertura foliar como la basal tuvieron una gran influencia sobre la infiltración, ya que ésta fue mayor en las parcelas no pastoreadas. En otro sentido, Eldridge (1995) reporta mediante un modelo conceptual, la escasa relación que existe entre la cobertura vegetal y la hidrología del suelo, mencionando que la importancia de esta última no es constante, pues varía según los cambios en las condiciones físicas del suelo.

De manera directa el sobrepastoreo modifica también las propiedades hidrológicas y algunas características físicas, químicas y biológicas de los suelos. Por ejemplo, el pisoteo de los animales en pastoreo destruye la estructura de las capas superficiales del suelo, propiciando la incidencia de erosión eólica al separarse los agregados, reducción de

las tasas de infiltración e incremento de los escurrimientos (Mainguet, 1994). A la vez provoca una compactación de los horizontes subyacentes del suelo (Severson y Deban, 1991).

En un estudio realizado para evaluar la compactación del suelo y la infiltración de agua como resultado de la aplicación de diferentes sistemas de pastoreo (continuo, rotacional diferido y pastoreo de corta duración, Abdel-Magid *et al.* (1987) reportan que los sistemas evaluados no afectaron la densidad aparente del suelo ni la infiltración de una manera constante; sin embargo las cargas aplicadas resultaron en una reducción de las tasas de infiltración durante la época de pastoreo.

Thurrow *et al.* (1988b) observaron que el pastoreo continuo y el de corta duración influyeron en la alteración de los procesos hidrológicos en un sentido negativo. Fuls (1992) observó en un estudio de sobrepastoreo en pastizales semiáridos, que la condición del suelo y la hidrología del área se ven adversamente afectados por la acción del sobrepastoreo, de modo que la compactación del suelo y su pérdida sustancial dan como resultado un decremento en la humedad del suelo hasta en un 60 por ciento, en las áreas degradadas.

Pluhar *et al.* (1987) mencionan que bajo condiciones de pastoreo severo y pastoreo rotacional diferido, se provoca una significativa declinación en la tasa de

infiltración. Como resultado final se causa una reducción en la efectividad de la lluvia para infiltrarse al suelo y se propicia una condición microclimática seca.

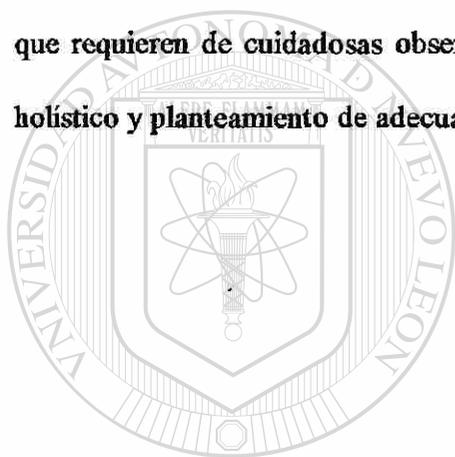
Asimismo, el pastoreo puede influir sobre las reservas de carbón y materia orgánica del suelo, a partir de su efecto sobre la productividad vegetal (Severson y Debano, 1991; Lauenroth, *et al.*, 1994). Altas intensidades de pastoreo, en comparación con intensidades ligeras, tienen grandes efectos en la reducción de la materia orgánica del suelo, así como en el tamaño y volumen de residuos vegetales (Naeth *et al.*, 1991); incluso utilizando un sistema de pastoreo menos intensivo, como lo es el pastoreo rotacional, Heitschmidt *et al.* (1987) observaron una disminución en las cantidades de materia orgánica del suelo.

Dormaar *et al.* (1994) reportan que el pastoreo puede reducir en el suelo las cantidades de amoníaco, la mineralización del nitrógeno, fósforo disponible y carbohidratos totales, pero puede propiciar el incremento de carbono, nitrógeno total y los nitratos, como resultado de la dinámica continua de extracción y deposición de materia orgánica y excretas del sistema, respectivamente.

Lauenroth *et al.* (1994) mencionan que el pastoreo generalmente incrementa las tasas de los ciclos de nutrientes, introduciendo por medio de ello un potencial de grandes pérdidas. Sin embargo, los nutrientes que los animales consumen y digieren regresan al

suelo más rápidamente por la deposición de heces y orina que por medio de la descomposición de materiales orgánicos senescentes.

No obstante que los procesos mencionados llevan implícita una secuencia en el tiempo, su ocurrencia en un espacio y momento determinados es simultánea y multiplicativa, lo que implica a la vez una enorme complejidad de procesos subordinados que requieren de cuidadosas observaciones y profundos estudios para su conocimiento holístico y planteamiento de adecuadas medidas de prevención y control.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área de estudio

3.1.1. Localización del área

Los trabajos inherentes al presente estudio de investigación se desarrollaron en un área de matorral espinoso tamaulipeco ubicada dentro del campus de la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL, la cual se encuentra a una altitud de 350 m s.n.m., en las coordenadas 24° 47' de latitud Norte y 99° 32' de longitud Oeste (SPP-INEGI, 1986) y se localiza a la altura del kilómetro 145 de la Carretera Linares - Ciudad Victoria, en Linares, Nuevo León (Figura 1).

3.1.2. Clima

La precipitación promedio anual en este lugar es de 805 mm (\pm 260 mm) (Návar, 1994) y la temperatura media anual de 22.3°C (SPP-INEGI, 1986). El clima está caracterizado como: (A) Cx'a (e), semicálido-subhúmedo, con un régimen de lluvias de verano, distribuyéndose sólo un 20 por ciento de precipitación de noviembre a abril (García, 1981), periodo en que se presentan las temperaturas mensuales y diarias más bajas (Synnott, 1986; Návar, 1986).



Figura 1. Localización del área de estudio.

3.1.3. Edafología

Los suelos que predominan en las partes más bajas son los Vertisoles, los cuales son suelos profundos y arcillosos, de partículas montmorilloníticas expandibles; en estado seco son fuertemente agrietados en los primeros 50 a 100 cm de profundidad, de color muy oscuro y estructura prismática uniforme (Heiseke y Foroughbakhch, 1985; Dregne, 1976, citado por Woerner, 1991); contienen más de 30% de arcilla a lo largo del perfil el cual se compone de cinco principales horizontes: el primero comprende los primeros 25 cm y se caracteriza por presentar una estructura granular firme en la superficie y una estructura poliédrica subyacente; el segundo abarca de 10 a 30 cm y posee una estructura firme a muy firme, poliédrica; el tercero se extiende desde pocos centímetros hasta más de 1 m y se caracteriza por agregados prismáticos extendidos uniformemente en todo el horizonte; el cuarto mide de 25 cm a 1 m y tiene una estructura de bloques angulares, es la zona de transición entre el mismo suelo y el quinto horizonte, el cual consiste de sedimento aluvio-coluvial del mismo y es el material parental de los Vertisoles (Woerner, 1991). Los suelos de los lomeríos se clasifican como Rendzinas de textura limo arenosa, alcalinos (pH entre 7.2 y 7.9); son suelos poco profundos, con drenaje interno medio y limitados por una capa cementada de caliche (Heiseke y Foroughbakhch, 1985).

3.1.4. Vegetación

El tipo de vegetación predominante es el denominado “matorral espinoso tamaulipeco”, llamado también por algunos autores (COTECOCA-SARH, 1973; SPP-INEGI, 1986) “matorral alto espinoso”, que cubre gran parte de la Planicie Costera del Golfo. Las especies arbustivas más abundantes son: *Helietta parvifolia*, *Diospyros palmeri*, *Prosopis laevigata*, *Acacia rigidula*, *A. farnesiana*, *A. greggii*, *A. berlandieri*, *Cordia boissieri*, *Fraxinus greggii*, *Forestiera angustifolia*, *Pithecellobium pallens*, *P. ebano*, *Leucophyllum texanum*, *Porlieria angustifolia*, *Sargentia greggii*, *Condalia hookeri*, *Lycium carolinianum*, *Mimosa biuncifera*, *Celtis pallida*, *Eysenhardtia polystachya* y *Scaefferia cuneifolia*, entre otras; en el estrato herbáceo predominan las gramíneas: *Bouteloua trifida*, *B. filiformis*, *Tridens texanum*, *Setaria macrostachya*, *S. geniculata*, *Hilaria belangeri*, *Eragrostis oxilepis*, *Leptochloa dubia*, *Leptoloma cognatum* y *Aristida divaricata* (Villegas, 1972; Alanís, 1991).

3.2. Metodología

3.2.1. Establecimiento del experimento

Se seleccionó una fracción de matorral espinoso tamaulipeco excluida de toda actividad productiva desde hace aproximadamente 15 años, como representativa de la vegetación del sitio. El principal criterio de selección fue el grado de recuperación del

área, considerando que anteriormente a la exclusión fue un área de libre pastoreo de ganado caprino.

Con el propósito de definir el diseño experimental más adecuado, se realizó un premuestreo para definir el patrón de cambio de la vegetación en un gradiente longitudinal, dentro del área seleccionada. Para tal fin se estimó la cobertura vegetal mediante el método de puntos modificado (Villalón *et al.*, 1991), estableciendo 60 transectos con 11 puntos de contacto cada uno equidistantes a 1 m a lo largo y ancho de una parcela rectangular de 30,000 m² (300x100 m). Cada punto se prolongó con la ayuda de una varilla de 2.5 m de altura, verificando la posición vertical de ésta en cada observación con la ayuda de dos niveles de burbuja colocados en la varilla (Jurado, 1986). Se midieron en total 660 puntos. Los datos de porcentaje de cobertura fueron sometidos a un análisis de componentes principales, el cual mostró que no existe un orden espacial secuenciado en la distribución de los sitios, ya que éstos se distribuyen sin un patrón uniforme o gradiente de cambio continuo, en cuanto a cobertura de las especies se refiere (Figura 2). Esto significa que de cualquier punto muestreado es posible obtener una muestra representativa del área, indicando la aleatoriedad con la que se distribuye la cobertura en los sitios muestreados. Los primeros dos componentes principales explican, en este caso, el 70% de la variación total observada.

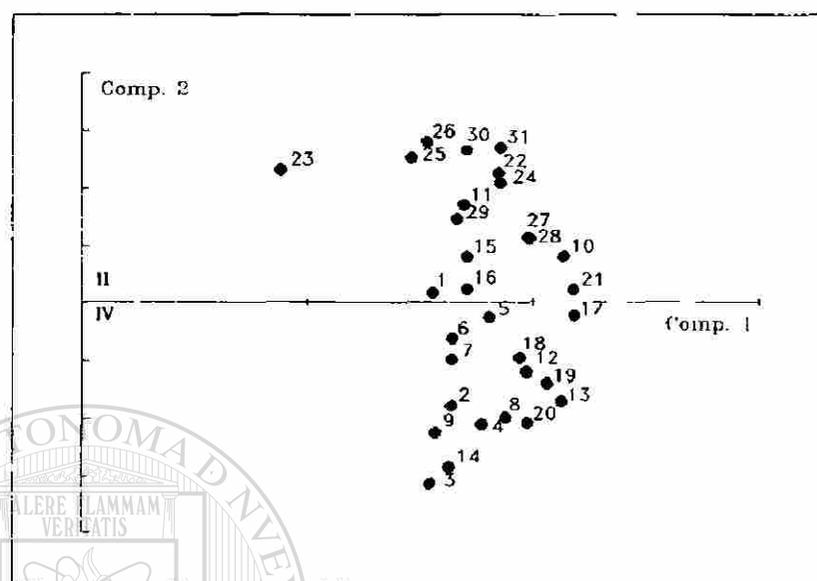


Figura 2. Distribución espacial, en dos componentes principales, de los sitios medidos en el premuestreo de cobertura vegetal.

3.2.2. Diseño experimental

Con base en los resultados del premuestreo referido se estableció un diseño experimental completamente al azar, ubicando en 2 parcelas de 20x60 m, 12 subparcelas o unidades experimentales de 10x10 m cada una, delimitadas hacia el exterior y entre sí con una cerca de malla (Figura 3). Las parcelas se ubicaron separadas a 100 m de distancia y aisladas a un mínimo de 100 m de cualquier camino, brecha, etc., para evitar efecto de borde.

3.2.3. Tratamiento

En cada parcela se seleccionaron aleatoriamente tres subparcelas para la aplicación del tratamiento, dejando las otras tres como controles, es decir, áreas en donde no se aplicó tratamiento alguno y que sirvieron para realizar las mediciones de referencia (Figura 3). Así, se tuvieron seis repeticiones para el tratamiento e igualmente para el control, en adelante denominadas subparcelas tratamiento y subparcelas control, respectivamente.

El tratamiento consistió en una sobrecarga de pastoreo del 220% superior a la recomendada por COTECOCA-SARH (1973) para el área de estudio, aplicada en un sólo evento de pastoreo de manera intensiva. Esto se estimó considerando la productividad forrajera de los sitios (600 kg por hectárea de forraje utilizable en base a materia seca anualmente) y el consumo forrajero por kilogramo de peso metabólico de los animales, el cual es de 90 gr en la época del año en que fue aplicado el tratamiento (Martínez, 1990). El tiempo de permanencia de los animales en las subparcelas fue variable (cinco a siete días) en función de sus características, y fueron retirados de la áreas una vez que agotaron todo el forraje susceptible de ser consumido.

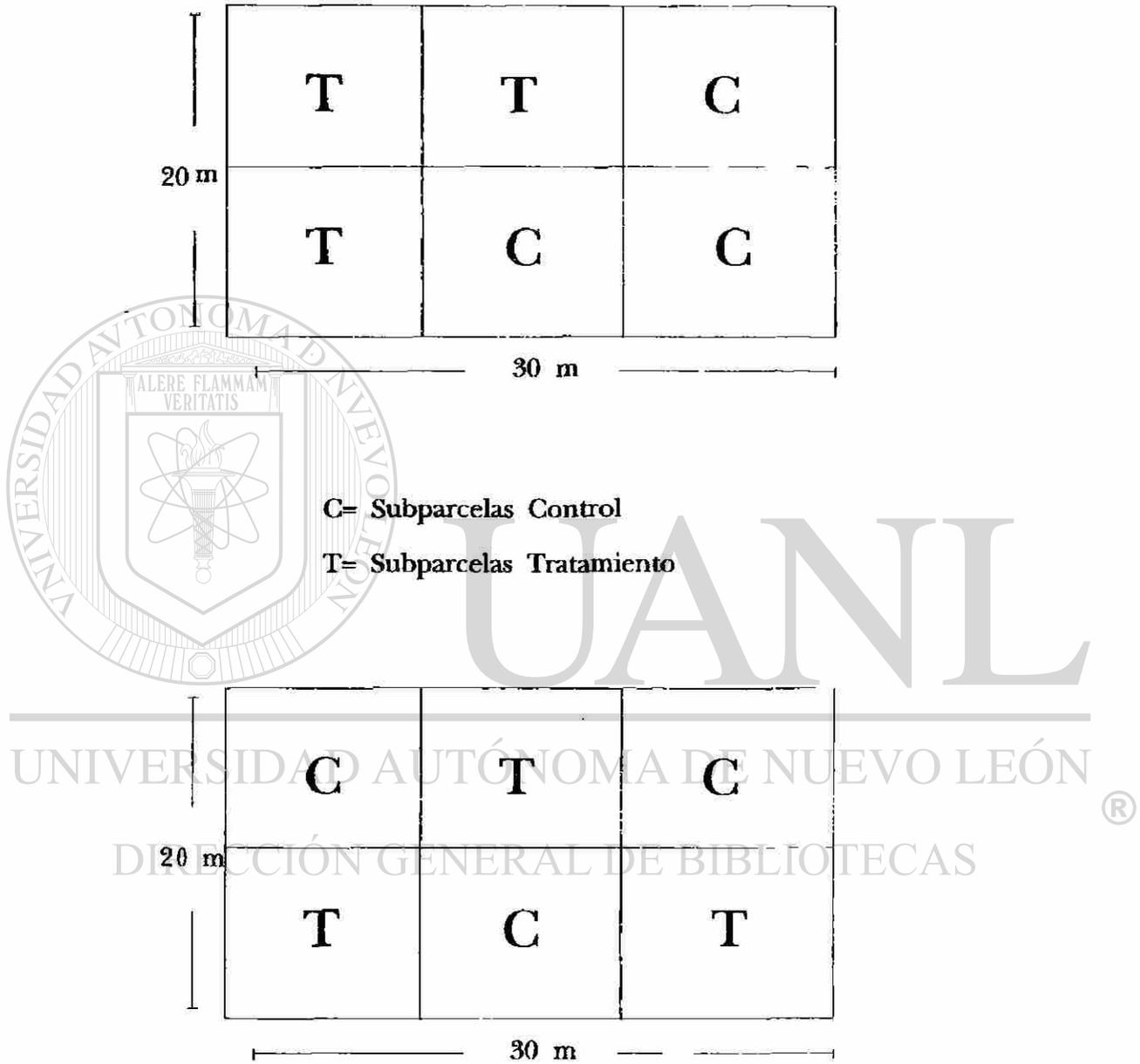


Figura 3. Arreglo de las unidades experimentales en el terreno.

3.2.4. Periodicidad de las mediciones

Se realizaron cuatro mediciones durante un periodo de un año, la primera medición proporcionó información sobre la condición inicial de la cual se partió, cumplió la función de premuestreo porque permitió conocer el número mínimo de muestras a ser tomadas para cada parámetro y sirvió como referencia para las mediciones posteriores, las que fueron efectuadas inmediatamente, siete y 11 meses después de la aplicación del tratamiento, respectivamente, quedando ubicadas en el tiempo de la manera siguiente:

<u>Medición</u>	<u>Fecha</u>
Primera	Octubre 1995
<i>*Aplicación del Tratamiento</i>	<i>Noviembre 1995</i>
Segunda	Diciembre 1995
Tercera	Junio 1996
Cuarta	Octubre 1996

3.2.5. Medición en campo de los parámetros de la vegetación evaluados

3.2.5.1. Cobertura foliar

Para la evaluación de este parámetro se utilizó el método de puntos de contacto (Pieper, 1973), colocando aleatoriamente en cada subparcela, una red de puntos fijos con fichas metálicas a nivel de la superficie del suelo, ubicados a una distancia de 1 m entre

líneas y 0.5 m entre puntos. Datos del premuestreo de vegetación indicaron un número mínimo de 60 puntos por parcela para estimar la cobertura de especies, con un 95 % de confianza y un error determinado por la desviación estándar muestral de aproximadamente un 6 %, por medio de la ecuación para el cálculo del tamaño de muestra (Steel y Torrie, 1985):

$$n = \frac{t^2 * s^2}{d^2} \quad [1]$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra o número mínimo de mediciones por realizar

t = Parámetro estadístico t para un nivel de confianza dado ($t_{\alpha/2, \alpha=0.05}$)

s^2 = Varianza muestral

d = Nivel de error deseado (± 0.34)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Con el propósito de detectar los cambios de cobertura en un gradiente vertical, se realizó una estratificación de la vegetación estableciendo cinco estratos, o “perfiles foliares de altura” según Bestelmeyer y Wiens (1996), a intervalos de 0.5 m de altura, quedando como se indica:

<u>Estrato</u>	<u>Rango de altura (m)</u>
1	0 - 0.5
2	0.5 - 1.0
3	1.0 - 1.5
4	1.5 - 2.0
5	> 2.0

Cada punto de muestreo se prolongó verticalmente hacia los estratos por medio de una varilla, de acuerdo con la metodología de Jurado (1986) descrita anteriormente. De esta manera, al tener 60 puntos de contacto por estrato, se tuvieron en cada subparcela un total de 300 puntos de muestreo. Se estimó el porcentaje de cobertura, anotando solamente el contacto foliar de los individuos con los puntos de muestreo, excepto en el estrato 5 donde se registró solamente el contacto simple, relacionando el número de puntos en que la especie hizo contacto con el número total de puntos en cada estrato y multiplicándolo por 100 (Heady *et al.*, 1959, Parker y Glendening, 1942, citados por Pieper, 1973).

3.2.6. Medición en campo de los parámetros del suelo evaluados

3.2.6.1 Densidad aparente

Esta característica es una buena medida de la condición física del suelo. Puede ser usada como indicador de la estructura del suelo y por consiguiente del grado de

compactación, el espacio poroso y la capacidad de retención de la humedad (Tovar, 1985; Nívar, 1994).

La densidad aparente se midió por medio del método volumétrico, utilizando en el pre-muestreo tres cilindros de diferentes dimensiones:

<u>Cilindro</u>	<u>Volumen (cm³)</u>
Mayor	594.6
Medio	251.3
Menor	98.5

Los datos obtenidos de nueve muestras indicaron que el tamaño de cilindro más adecuado fue el de mayor volumen, porque integra con mayor confiabilidad las variaciones espaciales de la densidad aparente (Figura 4), asimismo, que dos muestras por subparcela es el número mínimo requerido, con base en la ecuación [1].

Las muestras tomadas en campo fueron pesadas en húmedo, posteriormente secadas en estufa a una temperatura de 105°C durante 48 horas, después de lo cual fueron pesadas nuevamente para obtener el peso de la masa del suelo. Se levantaron y estimaron 24 muestras en cada medición realizada y 96 en total.

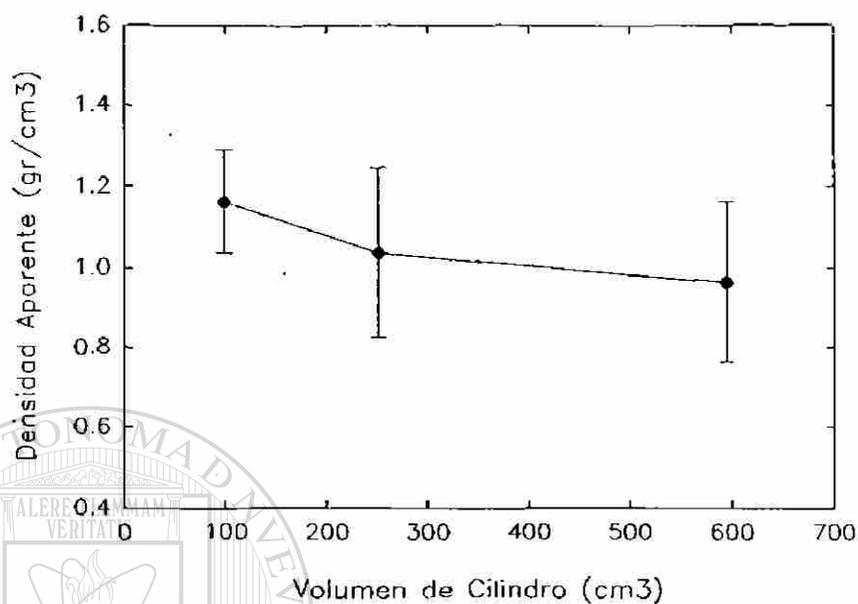


Figura 4. Comparación de tres tamaños de cilindro para la estimación de la densidad aparente.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

3.2.6.2. Infiltración

Este parámetro fue evaluado mediante el método de los infiltrómetros cilíndricos dobles. Se efectuó una prueba de infiltración en cada subparcela por cada medición, realizando por lo tanto 12 pruebas en cada medición y 48 en total, con una duración de 120 minutos cada una.

3.2.6.3. Contenido de materia orgánica y concentración de macronutrientes

Se tomaron tres muestras de suelo de diferentes puntos en cada subparcela, hasta una profundidad de 25 cm, las cuales fueron mezcladas entre sí para hacer una muestra

compuesta de aproximadamente 1 kg. Esta muestra fue llevada al Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL, en donde se hicieron las pruebas y análisis para la determinación del contenido de materia orgánica y concentración de Nitrógeno, Fósforo Potasio, Calcio y Magnesio. Se levantaron 12 muestras por cada evento de medición analizando 48 muestras en total. Adicionalmente, en la última medición se tomaron también muestras en los lugares precisos de deposición de heces fecales para compararlas con muestras tomadas de las subparcelas control, con el fin de obtener información sobre la eficiencia de la incorporación de la materia orgánica en el suelo, en esos puntos en particular.

3.3. Análisis estadístico de los datos registrados

3.3.1. Análisis de los datos de vegetación

3.3.1.1 Cobertura foliar

Estos datos se analizan por estratos y por especies. A nivel de estrato se estima el porcentaje promedio de cobertura foliar para subparcelas control y subparcelas tratamiento en cada una de las cuatro mediciones, así como los intervalos de confianza para cada valor promedio, mediante la función:

$$IC = \bar{x} \pm \frac{s}{\sqrt{n}} * t_{1-\alpha/2, n-1} \quad [2]$$

Donde:**IC = Intervalo de confianza** **\bar{x} = Media** **s = Desviación estándar** **n = Número de observaciones** **t = Parámetro estadístico para un nivel de error ($\alpha=0.05$)**

Asimismo, los datos de estratos y especies son analizados por separado mediante un análisis de componentes principales, el cual es una técnica estadística multivariada que consiste en reducir y agrupar el universo multidimensional de datos observados, mediante la transformación ortogonal de las variaciones, resultando en un sistema multivariado, por lo general de dos dimensiones o componentes principales, que explican la mayor parte de variación intrínseca, agrupando la información deseada en función de características o comportamientos comunes (Gauch Jr., 1982; Pielou, 1984; Jongman *et al.*, 1987). La utilización de esta técnica tuvo como propósito, en este caso, agrupar la información tanto de estratos como de especies y hacer posible la observación de tendencias o patrones de cambio en las diferencias de cobertura foliar, causadas por la variación natural y por el efecto del sobrepastoreo, en el transcurso del periodo de observaciones.

3.3.2. Análisis de los datos de suelo

3.3.2.1. Densidad aparente

Los valores de este parámetro fueron obtenidos mediante la relación de la masa del suelo con el volumen total ocupado por ésta en el cilindro (Hillel, 1982; Návar, 1994), esto es:

$$\rho b = \frac{Ms}{Vt} \quad [3]$$

Donde:

ρb = Densidad aparente del suelo (gr cm⁻³)

Ms = Masa del suelo

Vt = Volumen total de la muestra

Los datos fueron sometidos a una Prueba de t [4], para detectar la existencia de diferencias estadísticas entre los promedios de las subparcelas control y subparcelas tratamiento.

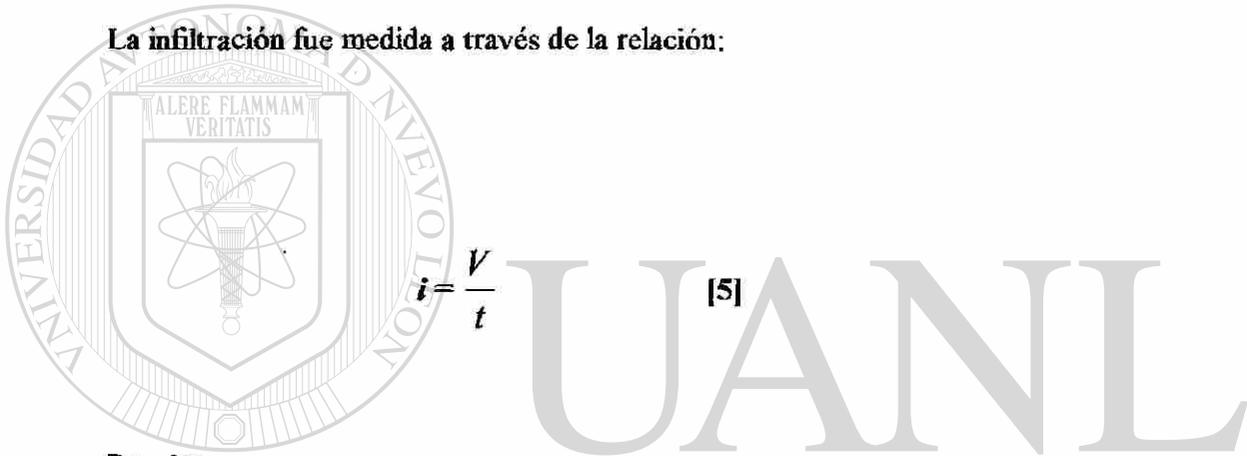
$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{sp \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{1}{m}}} \quad [4]$$

Donde:

$$sp^2 = \frac{(s_1^2 * n - 1)(s_2^2 * m - 1)}{(n + m) - 2}$$

3.3.2.2. Infiltración

La infiltración fue medida a través de la relación:



Donde:

i = Tasa de infiltración (mm/hora)

V = Volumen de agua infiltrada

t = Unidad de tiempo

Los datos de la infiltración fueron analizados por medio de:

- a) Un tipo de análisis de covarianza en donde los modelos no lineales se ajustaron a las curvas de infiltración observadas, de acuerdo con la metodología de Nívar *et al.* (1996a). Los modelos no lineales ajustados fueron:

Modelo de Kostiakov (1932), modificado

$$i = Bt^n + ic \quad [6]$$

Modelo de Green & Ampt (1911)

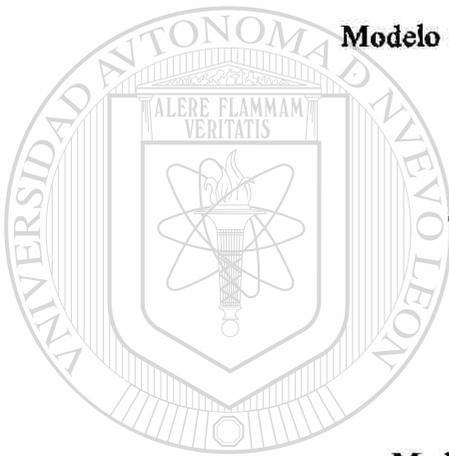
$$i = ic + \frac{B}{I} \quad [7]$$

Modelo de Horton (1940)

$$i = ic + (i_0 - ic) e^{-kt} \quad [8]$$

Modelo de Philip (1957), forma truncada

$$i = ic + \frac{S}{2t^{1/2}} \quad [9]$$



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Donde: $i =$ Tasa de infiltración $i_c =$ Tasa final de infiltración $i_o =$ Tasa inicial de infiltración $I =$ Infiltración acumulada ($\int_0^t i \partial t$) $t =$ Tiempo $B, n, k, s =$ Factores constantes

b) Comparación de diferencias estadísticas entre subparcelas control y subparcelas tratamiento, utilizando el modelo seleccionado en cada medición, para observar el efecto de la aplicación del tratamiento sobre las tasas de infiltración, estimando sus respectivos intervalos de confianza por medio de la ecuación [2].

3.3.2.3. Contenido de materia orgánica y concentración de macronutrientes

Se obtuvieron los porcentajes relativos de materia orgánica en el suelo, así como las concentraciones de Fósforo disponible y de Potasio, Calcio y Magnesio intercambiable, en partes por millón, de acuerdo con las metodologías descritas por Woemer (1989).

Los datos fueron sometidos a una Prueba de t , utilizando la ecuación [4], para detectar la existencia de diferencias estadísticas entre los promedios y los intervalos de confianza de las subparcelas control y subparcelas tratamiento.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Procesos relacionados con la vegetación

Los cambios registrados en la cobertura foliar por estratos y por especies durante las mediciones realizadas, demuestran que la simple duplicación de la carga animal y su aplicación en un periodo relativamente corto de manera intensiva, fue suficiente para provocar efectos inmediatos en la reducción de la cobertura, así como efectos detrimentales en la recuperación de los niveles de dicho atributo en las especies arbustivas, al final del periodo de observaciones.

4.1.1. Nivel de estratos

Como resultado del análisis de componentes principales, se obtuvieron sistemas de coordenadas formados por el componente principal 1 en el eje x, y el componente principal 2 en el eje y, por ser estos dos componentes los que explican la mayor proporción de la variación total observada. Cada sistema está compuesto por cuatro cuadrantes en cada uno de los cuales ocurre una correlación positiva, negativa o en ambos sentidos, entre los estratos, de manera que los cambios en la cobertura se manifiestan como cambios en el tipo de correlación de los estratos al modificarse la posición espacial de éstos a un cuadrante distinto en el sistema de coordenadas. La

correlación y posición espacial similar de los estratos no demuestra precisamente que éstos tienen igual cobertura, pero sí que sus cambios en cobertura son similares en la misma o en distinta medición (Figura 5).

La varianza explicada por los primeros dos componentes principales, en los cambios de cobertura a nivel de estratos, corresponde al 80.6, 63.5, 47.3 y 61.4%, para cada una de las cuatro mediciones realizadas, respectivamente. Estos resultados corresponden al análisis de las proporciones promedio de cobertura de cinco estratos, en seis subparcelas control y seis subparcelas tratamiento.

En cuanto a las diferencias de cobertura observadas en la primera medición, es evidente la homogeneidad que presentan estratos del mismo nivel de altura en subparcelas control y subparcelas tratamiento, al ubicarse en el mismo cuadrante y similar posición espacial, y correlacionarse en el mismo sentido entre sí. Esto es, los estratos 1 de subparcelas control y subparcelas tratamiento, localizados en el cuadrante II, se correlacionan positivamente entre ellos, así como los estratos 2, 3 (cuadrante II), 4 y 5 (cuadrante IV) de subparcelas control y subparcelas tratamiento; por el contrario, se observa una correlación negativa de los estratos 1 con los estratos 4 y 5, mientras que los estratos 2 son más parecidos a los estratos 1, y los estratos 4 más parecidos a los estratos 5, como un reflejo de la heterogeneidad natural de la cobertura en el interior de la comunidad por la influencia de los elementos y factores ambientales.

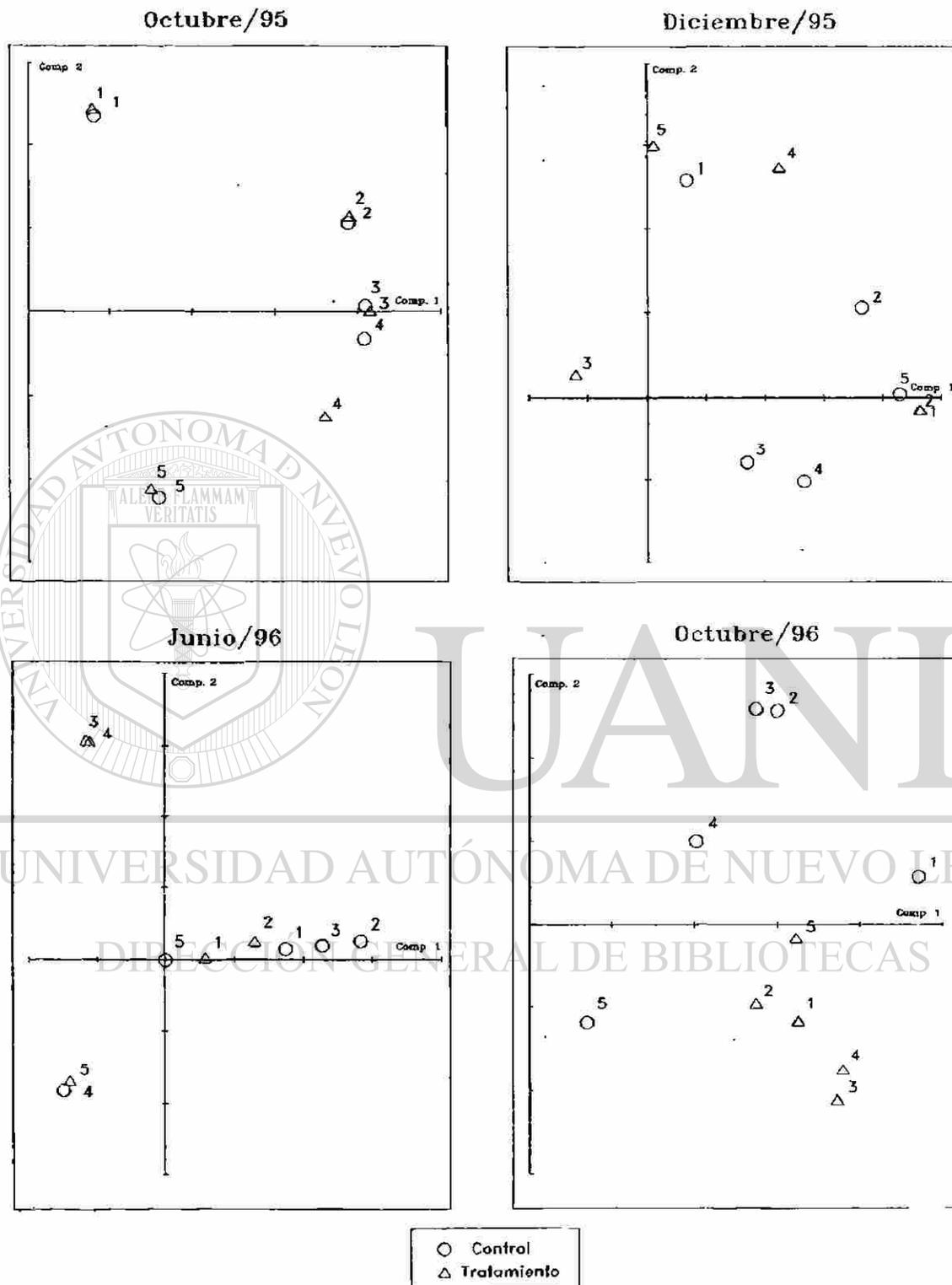


Figura 5. Distribución espacial de cinco estratos de vegetación en dos componentes principales en las cuatro mediciones.

Sin embargo, posteriormente a la aplicación del tratamiento (segunda medición), se observan movimientos de los estratos. En cuanto a los estratos 1, 2, 3 y 4, éstos adquieren una correlación intraespecífica negativa, resultante de los cambios por la variación natural en subparcelas control, así como de los efectos adicionales inducidos por el sobrepastoreo en subparcelas tratamiento. Los movimientos en la posición de estos estratos entre la primera y segunda medición permiten inferir que el efecto del tratamiento en la remoción de la cobertura foliar ocurre hasta el nivel del estrato 4 (1.5 - 2.0 m). Los estratos 5, por el contrario, continúan manteniendo una correlación intraespecífica positiva, moviéndose ligeramente dentro del cuadrante II, debido seguramente a la variación ambiental, tanto en subparcelas control como en subparcelas tratamiento, ya que en este estrato no hubo reducción en la cobertura por el pastoreo.

En la tercera medición, la mayoría de los estratos cambian a una misma posición sobre el componente principal 1 en el cuadrante II, correlacionándose positivamente entre sí, demostrando una relativa homogeneidad debido a las mínimas coberturas observadas en dicha medición. Solamente los estratos 3 y 4 de subparcelas tratamiento y el estrato 4 de subparcelas control y 5 de subparcelas tratamiento (ambos correlacionados fuertemente entre sí), difieren con la posición de los demás, lo cual puede deberse a la alta variación observada en los niveles superiores del gradiente vertical de cobertura.

En el esquema correspondiente a la cuarta medición es posible observar cómo los estratos 1, 2 y 3 de subparcelas tratamiento cambian radicalmente su posición

inicialmente observada, con respecto a los mismos estratos de subparcelas control (los cuales vuelven a ubicarse en el cuadrante II como en la primera medición), desplazándose del cuadrante II al IV. En el caso del primero, esto es debido a la sobre-recuperación de la cobertura inicial, y en el caso de los estratos 2 y 3 obedece a que no se recuperaron los niveles de cobertura observados previamente a la aplicación del tratamiento, como se apuntó anteriormente. El estrato 4, evidencia un cambio importante de posición del cuadrante II al IV, con respecto a la segunda medición, pero se mantiene en la misma posición ocupada inicialmente, comportándose como un estrato no impactado detrimentalmente por el sobrepastoreo; lo que demuestra que la cobertura inicial se recuperó relativamente. El estrato 5 de subparcelas tratamiento conserva en la cuarta medición su posición inicial en el cuadrante IV, en donde se ubica junto con el estrato respectivo de subparcelas control, demostrando no haber sido afectado por el tratamiento, por lo que recupera sus valores de cobertura iniciales.

De manera general, se observa que los estratos correspondientes a subparcelas control definen al componente principal 1, mientras que los estratos pertenecientes a subparcelas tratamiento definen al componente principal 2, debido a que es en ese componente sobre el cual se modifica la posición de los estratos de la primera a la última medición. La excepción a este patrón de cambio la constituye el estrato 4 de subparcelas tratamiento, por no variar su posición, lo cual puede deberse a que dicho estrato se vio afectado por el sobrepastoreo solamente cerca de su límite inferior y no en su totalidad.

comportándose parcialmente como los estratos de subparcelas control, en cuanto a cambios de cobertura se refiere.

Por otra parte y de una manera cuantitativa, en la primera medición o premuestreo no se observan diferencias significativas entre subparcelas control y subparcelas tratamiento en ningún estrato (Figura 6), lo que demuestra una condición homogénea de cobertura en un gradiente vertical, previamente a la aplicación del tratamiento. En la segunda medición, la cual se realizó inmediatamente después de que el tratamiento fue aplicado, pueden observarse diferencias significativas, entre subparcelas control y subparcelas tratamiento en los estratos 1, 2, 3 y 4; el pastoreo influyó de manera determinante en la disminución de la cobertura en subparcelas tratamiento, en esos estratos. Respecto a la tercera medición, se observa que con excepción del estrato 5, los restantes presentan una drástica disminución en la cobertura foliar, tanto en subparcelas control como en subparcelas tratamiento, lo cual puede atribuirse a la época del año en que se realizaron las observaciones; periodo en que las condiciones ambientales son más adversas para el desarrollo adecuado de las plantas, debido principalmente a las condiciones de escasa precipitación prevalecientes en los meses de junio y julio, como lo demuestran las observaciones de García (1981), obtenidas de datos de precipitación de 37 años, así como los estudios de Nívar *et al.* (1994), quienes reportan precipitaciones mensuales promedio por debajo de los 150 mm para dicho periodo, basados en datos de 40 estaciones con más de 30 años de información, para el área de estudio.

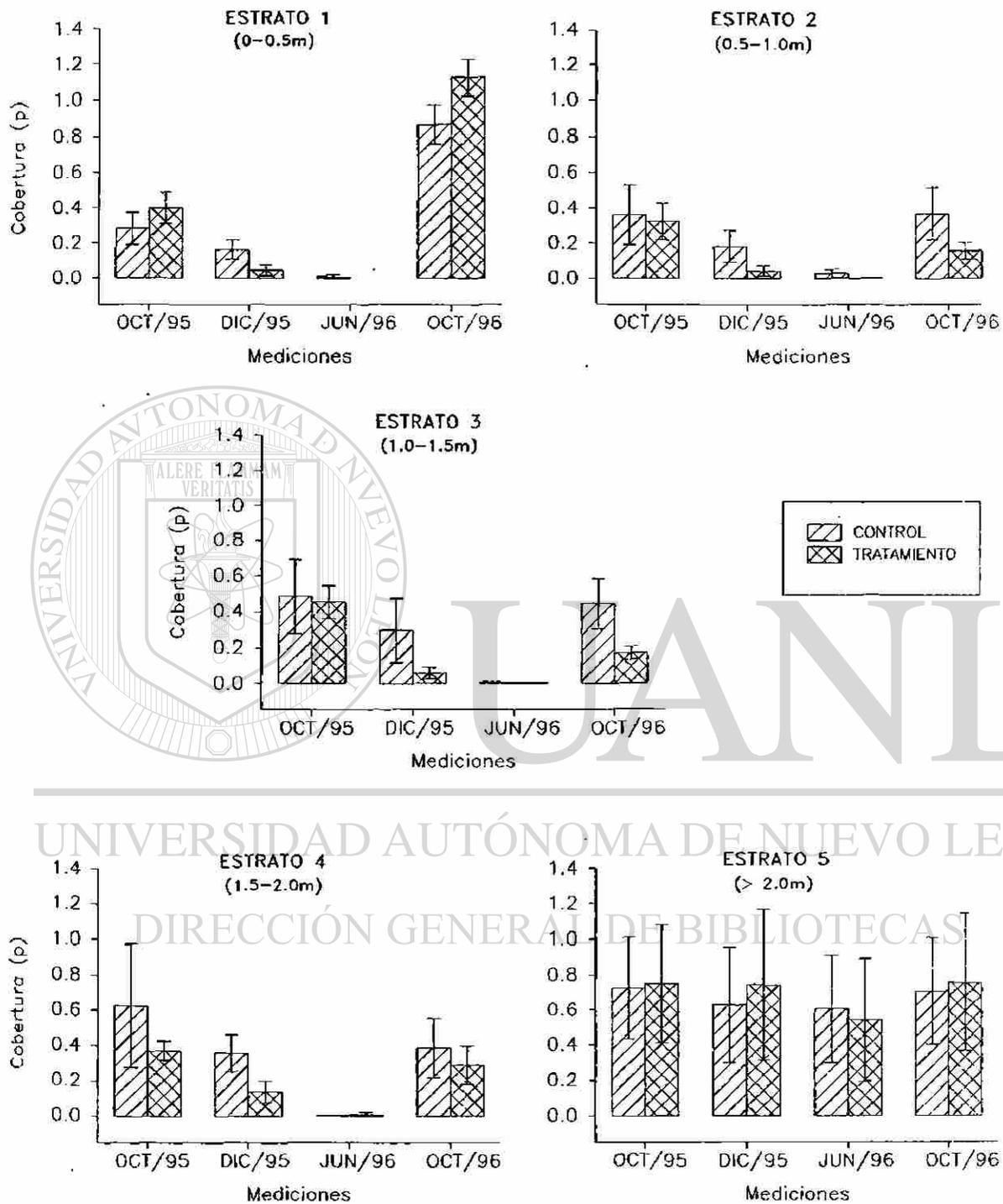


Figura 6. Cobertura foliar promedio por estrato en las cuatro mediciones

En la cuarta y última medición, efectuada un año después de la aplicación del tratamiento, se observan diferencias significativas entre subparcelas control y subparcelas tratamiento solamente en los estratos 1, 2 y 3; destacando en el estrato 1 cómo los valores de cobertura son relativamente mayores en subparcelas control y subparcelas tratamiento (entre 0.9 y 1.2 respectivamente) a los registrados en la primera medición (entre 0.2 y 0.4) y son además diferentes entre sí, siendo mayor la cobertura en subparcelas tratamiento. Los altos valores de cobertura registrados en esta medición se deben a un incremento de especies de gramíneas y herbáceas anuales de bajo porte, tanto en subparcelas control como en subparcelas tratamiento. En la Figura 7 puede apreciarse la cobertura correspondiente a herbáceas y arbustivas, por separado, en la cuarta medición y cómo la cobertura de las primeras es diferente entre subparcelas control y subparcelas tratamiento y además es superior a la de las arbustivas, las cuales presentan diferencias significativas entre subparcelas control y subparcelas tratamiento, siendo menor la cobertura de éstas en subparcelas tratamiento.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Asimismo, es posible observar también, dentro de la mayoría de los estratos en subparcelas tratamiento, cambios en la cobertura atribuibles al tratamiento entre las mediciones realizadas (Figura 6). En los estratos 1, 2, 3 y 4 de subparcelas tratamiento se observan diferencias significativas, en la segunda medición con respecto a la primera; es evidente que de manera inmediata, el sobrepastoreo afectó sensiblemente la cobertura foliar hasta una altura mayor de 1.50 m.

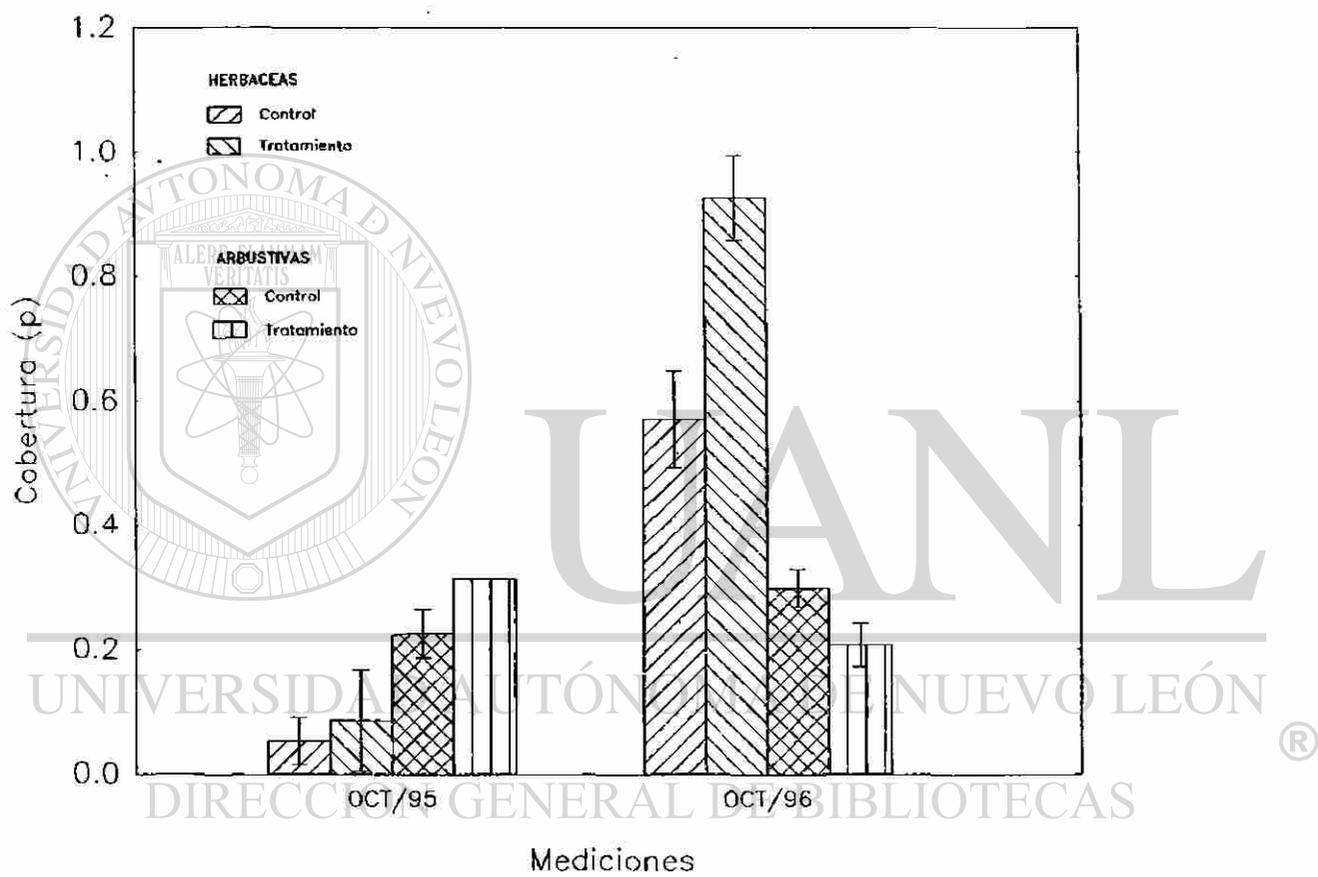


Figura 7. Comparación de cobertura foliar entre herbáceas y arbustivas en la primera y cuarta medición.

De la misma manera, es importante relacionar los resultados observados en la cuarta medición con respecto a los de la primera medición, ya que esto proporciona un indicio del grado de recuperación de la cobertura y del efecto del sobrepastoreo sobre ésta, en el transcurso de un año. Se observa en el estrato 1 que en subparcelas control y subparcelas tratamiento, la presencia de gramíneas y herbáceas anuales permite que se recupere la cobertura en la cuarta medición y que sea estadísticamente diferente con respecto a la estimada en la primera; sin embargo, es notable que esta sobre-recuperación observada en el estrato 1 es debida en mayor proporción a la presencia de gramíneas y herbáceas anuales, y que las arbustivas, que son la forma de vida predominante que caracteriza a la comunidad y cuyas especies son las preferidas primordialmente por los caprinos, no logran recuperar la cobertura inicial (Figura 7). Esto demuestra que en subparcelas tratamiento ocurrió un efecto detrimental del sobrepastoreo sobre este tipo de plantas en el transcurso de un ciclo de crecimiento, probablemente por daños físicos en los primordios foliares y en general sobre la estructura de las plantas. Es posible asimismo, que la mayor apertura del follaje por la reducción de la cobertura foliar en estratos superiores, propicie una mayor entrada de luz al suelo superficial, facilitando las condiciones para el establecimiento y proliferación de gramíneas y herbáceas anuales en el estrato más bajo.

En los estratos 2 y 3 de subparcelas tratamiento, donde la cobertura foliar detectada corresponde totalmente a arbustivas, tampoco se logran recuperar los niveles de cobertura que se tuvieron en la primera medición. El estrato 4 por el contrario, a pesar

de haber sido afectado significativamente por el pastoreo, alcanza las proporciones de cobertura inicialmente estimadas. El estrato 5 permanece sin cambio alguno a lo largo de las mediciones realizadas, tanto en subparcelas tratamiento como en subparcelas control, incluso en la época más crítica del año en que los demás estratos disminuyeron la cobertura casi en su totalidad, observando sin embargo, una gran variabilidad en la cobertura foliar, respecto del promedio. En cuanto a subparcelas control, de manera general en la cuarta medición, en todos los estratos se recuperan los valores de cobertura registrados inicialmente, los cuales son menores a los de subparcelas tratamiento.

Se observó que el tratamiento tuvo efectos en la reducción de la cobertura foliar hasta una altura superior a 1.5 m, causando además efectos detrimentales en los primeros tres estratos (0-1.5 m). Esto coincide con los reportes de Téllez y Foroughbakhch (1990), quienes observaron que las alturas máximas de ramoneo de la especie arbustivas del matorral espinoso por caprinos, se da en el rango de 1.20 a 1.79 m, pero las mayores frecuencias e intensidades de ramoneo ocurren entre los 0.60 y 1.20 m de altura, consumiendo preferentemente hojas y tallos de arbustos.

4.1.2. Nivel de especies

El análisis de componentes principales, realizado para 31 especies en las tres primeras mediciones y para 35 especies en la cuarta medición (ver Apéndice A), muestra que la varianza explicada por los primeros dos componentes principales para subparcelas

control es de 79.2, 83.9, 88.3 y 85.9%, mientras que para subparcelas tratamiento es de 81.2, 79.3, 94.9 y 86.3%, como corresponde para cada una de las cuatro mediciones.

Se distinguen cambios importantes en la posición de las especies, de la primera a la segunda medición, dentro de los sistemas de coordenadas formados por los componentes principales 1 y 2 (Figura 8). Inicialmente, se observa que las especies se concentran de manera constante formando tres grupos definidos (A, B y C), tanto en subparcelas control como en subparcelas tratamiento, aunque en algunos casos esporádicos una o dos especies de algún grupo en subparcelas control aparece en otro distinto en subparcelas tratamiento y viceversa. El primer grupo está constituido por especies arbustivas de porte alto (2.5-4.0 m), como son: *Acacia rigidula*, *A. berlandieri*, *Cordia boisieri*, *Pithecellobium pallens*, *Sargentia greggii*, *Zanthoxylum fagara*, *Condalia hookeri*, *Mimosa malacophylla*, *Celtis pallida*, *Eysenhardtia polystachya*, *Pithecellobium pallens*, *Diospyros texana*, y *Amyris madreensis*. Al grupo B lo forman especies, en su mayoría de gramíneas y herbáceas anuales de porte bajo (≤ 0.50 m) tales como: *Setaria macrostachya*, *S. geniculata*, *Aristida* spp., *Eragrostis oxilepis*, *Bouteloua trifida*, *B. filiformis*, *Serjania brachycarpa*, *Ruellia* sp., *Malva* sp., *Margaranthus solanaceus*, *Amaranthus hypocondriacus* y *Salvia coccinea*, así como algunas especies arbustivas de porte bajo a mediano (< 0.50 -2.5 m), como: *Croton cortesianus*, *Karwinskia humboldtiana*, *Malpighia glabra*, *Lantana macropoda*, *Viguiera* aff. *longifolia* y *Opuntia leptocaulis*. Finalmente, el grupo C está formado por individuos arbustivos de porte tanto mediano como alto (1.0-4.0 m), de las especies: *Bernardia myricaefolia*,

Forestiera angustifolia, *Porlieria angustifolia*, *Amyris texana*, *Parthenium hispidum*, *Verbesina persicifolia*, *Helieta parvifolia*, *Salvia* sp., *Amyris madrensis* y *Zanthoxylum fagara*; estas dos últimas registradas también en el grupo A en distintas mediciones.

Los movimientos de estos grupos de especies siguen un patrón diferente en subparcelas control al de subparcelas tratamiento; en el primer caso las especies se mueven a lo largo del componente principal 2, mientras que en subparcelas tratamiento los movimientos de éstas ocurren sobre el componente principal 1, de modo que es posible identificar al componente principal 2 como el componente sobre el cual se manifiestan los cambios de cobertura que obedecen a la variación natural, debida a las condiciones ambientales estacionales (componente ambiental) y al componente principal 1 como el componente correspondiente a la variación de la cobertura que es inducida por el efecto del tratamiento sobre las plantas (componente tratamiento).

Las especies del grupo A se caracterizan por ser las que poseen una mínima o nula cobertura en los cuatro primeros estratos (ver Apéndice B), y corresponden a especies muy deseables, así como poco deseables e indeseables para las cabras (ver Apéndice A); algunas de ellas se mueven ligeramente del cuadrante IV al II en subparcelas control, mientras que en subparcelas tratamiento hacen un movimiento notable del cuadrante I al II y algunas al cuadrante IV, mostrando que en subparcelas control su cobertura se vio poco afectada por la variación ambiental, pero fue notablemente modificada por el efecto del tratamiento en subparcelas tratamiento, al

menos por debajo del estrato 5, a pesar de haber sido inicialmente tan escasa. Las especies del grupo B tienen como característica común que son las que relativamente presentan las mayores coberturas en el estrato 1, principalmente en subparcelas tratamiento y, como ya se mencionó, la mayoría corresponden a especies de gramíneas y herbáceas anuales; estas especies se mueven del cuadrante III al I en subparcelas control definiendo al componente ambiental, mientras que en subparcelas tratamiento se mueven del cuadrante II al I como respuesta al componente tratamiento, notándose que algunas (incluso indeseables) ya no aparecen en la segunda medición por haber sido disminuidas totalmente en su cobertura. Por último, las especies del grupo C, son aquellas que en términos generales poseen valores intermedios de cobertura en los estratos 1 y 2. Algunos casos particulares presentan las mayores coberturas en el estrato 3, mientras que en los estratos superiores (4 y 5) reportan en general una escasa o nula cobertura (ver Apéndice B); el movimiento de estas especies en el sistema de componentes es en subparcelas control del cuadrante I al III, siguiendo al componente ambiental, mientras que en subparcelas tratamiento la mayoría se desplaza del cuadrante IV al III sobre el componente tratamiento y sólo algunas permanecen sin cambio en su posición.

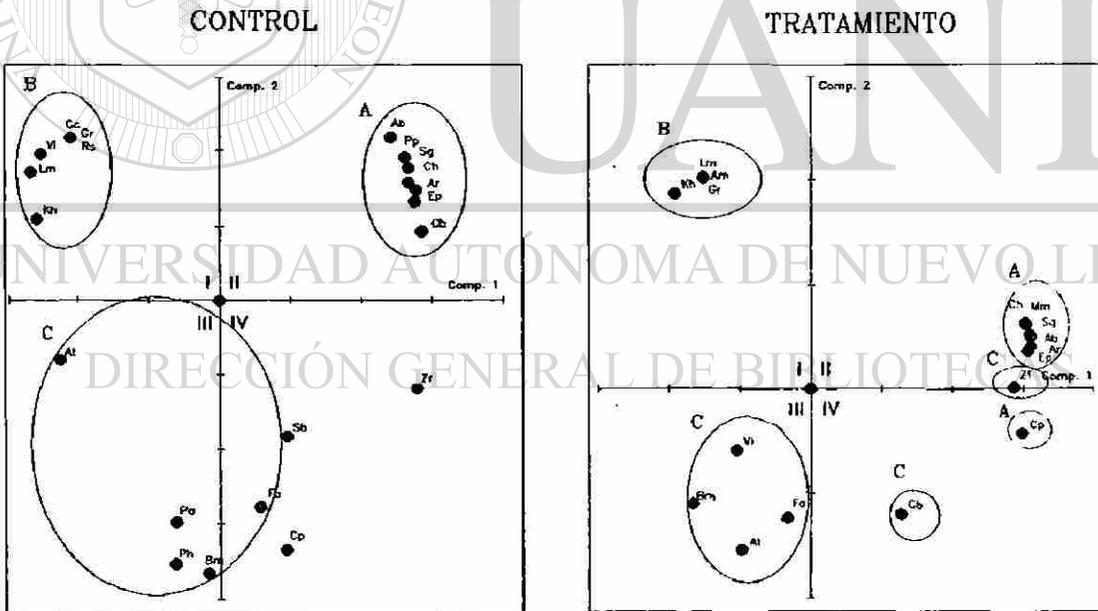
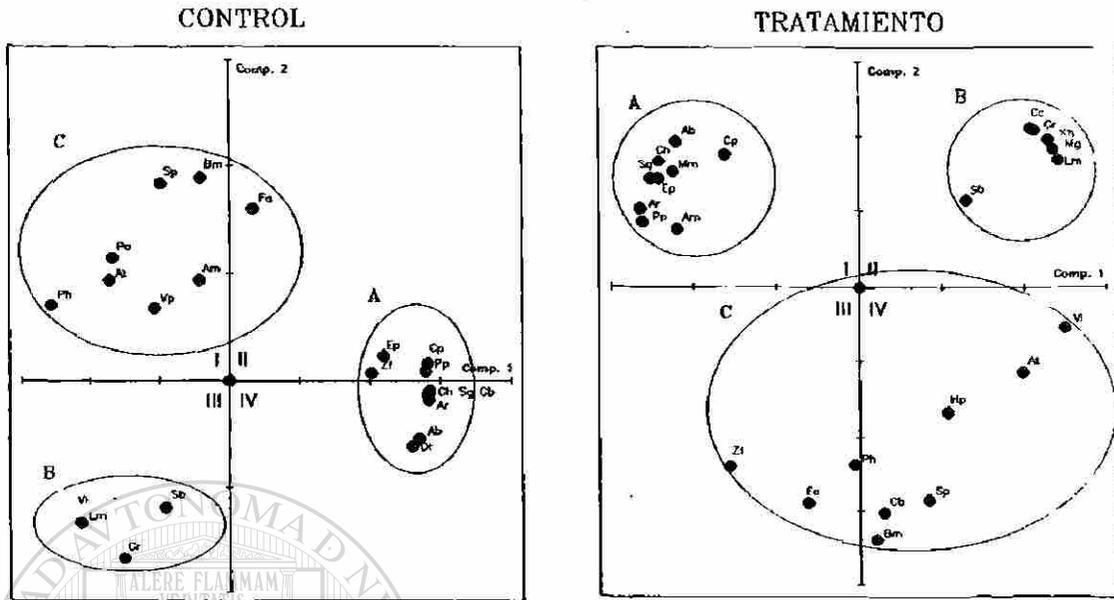


Figura 8. Distribución espacial de las especies en dos componentes principales en la primera y segunda medición.

En la tercera medición, que fue realizada en la época más crítica del año (escasa precipitación), aparecen solamente especies arbustivas de porte alto, de los grupos A y C, cuyas coberturas fueron reportadas únicamente para el estrato 5; la mayoría de estas especies aparecen agrupadas en un solo punto sobre el extremo positivo del componente principal 1 y de manera neutral en el componente principal 2 tanto en subparcelas control como en subparcelas tratamiento (Figura 9), demostrando de esta manera una respuesta similar a la que exhibieron inmediatamente las plantas cuando fueron severamente afectadas por el tratamiento.

En la cuarta medición los grupos de especies continúan con el mismo patrón de movimiento observado en la segunda medición, con respecto a la primera (Figura 9). Esto es, los tres grupos en general cambian su posición en subparcelas control siguiendo el gradiente del componente ambiental, mientras que en subparcelas tratamiento se

desplazan a lo largo del componente tratamiento, mostrando que las especies que

inicialmente tuvieron una mínima o nula cobertura en los estratos más bajos recuperaron la posición ocupada en la primera medición, lo que puede traducirse como una

recuperación de su condición original de cobertura a la vuelta de un ciclo anual.

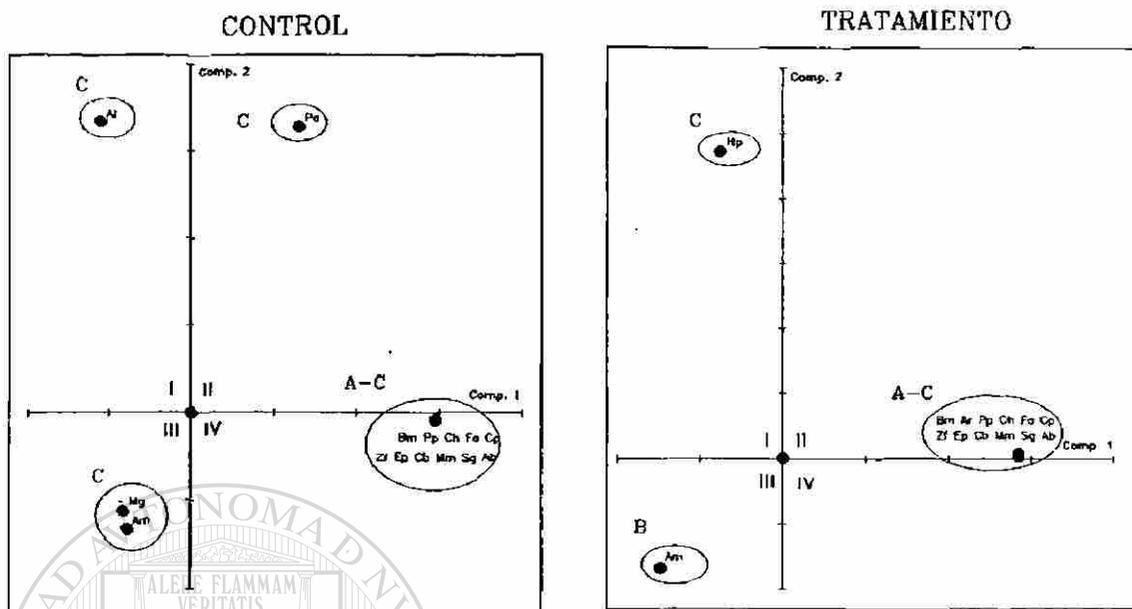
Asimismo, en ambos casos, pero más notablemente en subparcelas tratamiento, se observa una alta proliferación de la cobertura de especies de gramíneas y hierbas anuales.

La presencia de animales en dichas áreas pudo inducir la proliferación de estas especies probablemente por deposición de semillas contenidas en las excretas o bien por haber abierto claros en el dosel que propiciaron la eliminación de competencia por espacio con

especies arbustivas, así como una mayor entrada de luz a la superficie, necesaria para romper la dormancia de algunas semillas. Destaca asimismo la presencia en subparcelas tratamiento de *Opuntia leptocaulis* (tasajillo), especie no deseable por los animales y considerada como indicadora de disturbio por colonizar áreas degradadas, principalmente por sobrepastoreo (reportada solamente para el estrato I).

4.2. Procesos relacionados con el suelo

El impacto causado por el pisoteo de los animales en las áreas tratadas provocó efectos detrimentales en algunas características del suelo, ya que se registraron incrementos importantes en la densidad aparente. No obstante, las tasas de infiltración, así como los niveles en el contenido de materia orgánica y las concentraciones de los macronutrientes evaluados, se mantuvieron estadísticamente estables, en comparación con lo que se registró en las áreas no pastoreadas, por lo menos para el periodo de duración de este estudio.



Octubre/96

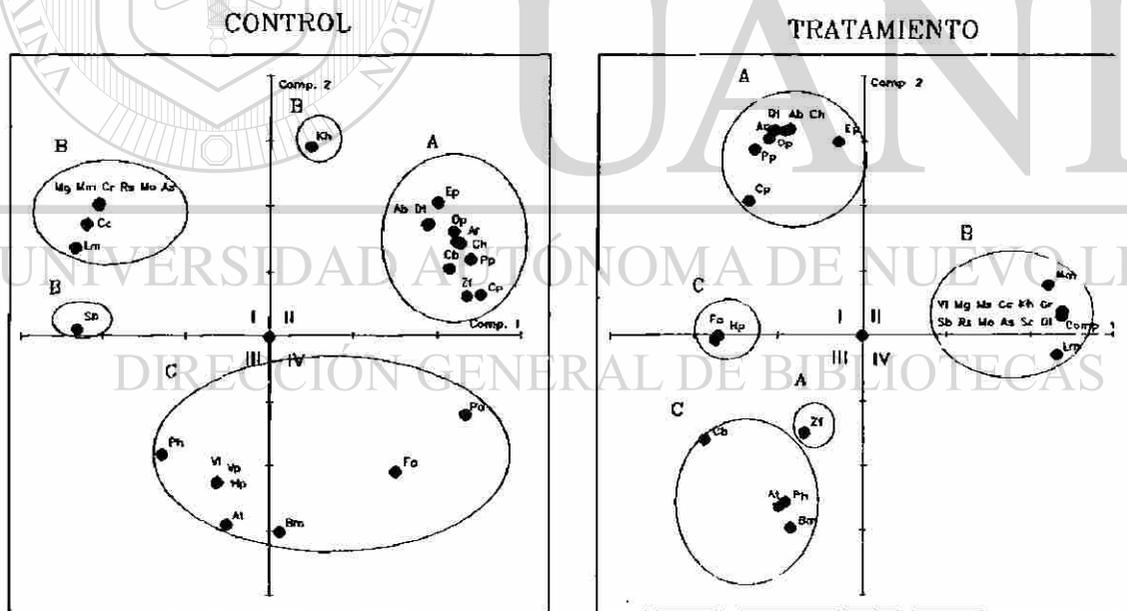


Figura 9. Distribución espacial de las especies en dos componentes principales en la tercera y cuarta medición.

4.2.1. Densidad aparente

El análisis estadístico, por medio de las pruebas de t , demuestra la ausencia de diferencias significativas para este parámetro entre subparcelas control y subparcelas tratamiento en la primera medición o pre-muestreo ($p > t = 0.236$), pero destaca la existencia de diferencias significativas entre las densidades aparentes de subparcelas control y subparcelas tratamiento obtenidas en las tres mediciones efectuadas posteriormente a la aplicación del tratamiento ($p > t = 0.0017, 0.025$ y 0.0033 , respectivamente). Asimismo, se observan diferencias entre todas las mediciones en subparcelas tratamiento ya que no existe sobreposición de los intervalos de confianza respectivos (Figura 10). De manera inmediata al tratamiento, la densidad aparente disminuyó notablemente en subparcelas tratamiento, como consecuencia probable de un efecto de remoción del suelo por el pisoteo, por lo menos en las capas superficiales; no obstante, en las dos mediciones posteriores los valores de densidad aparente muestran un marcado incremento (Figura 10 y Cuadro 1). En el transcurso de un año la densidad aparente aumentó como promedio en 0.2 gr cm^{-3} en subparcelas tratamiento (un 13% mayor que el valor en la primera medición) y en 0.2 gr cm^{-3} respecto a la registrada en subparcelas control en el mismo periodo (16% mayor) como resultado del sobrepastoreo. Cambios determinantes en la densidad aparente han sido reportados por Pritchett (1986), Warren *et al.* (1986), Fuls (1992) y Lahuenroth (1994), destacando el papel del sobrepastoreo como promotor de la compactación de las capas superficiales del suelo como una consecuencia del pisoteo por los animales.

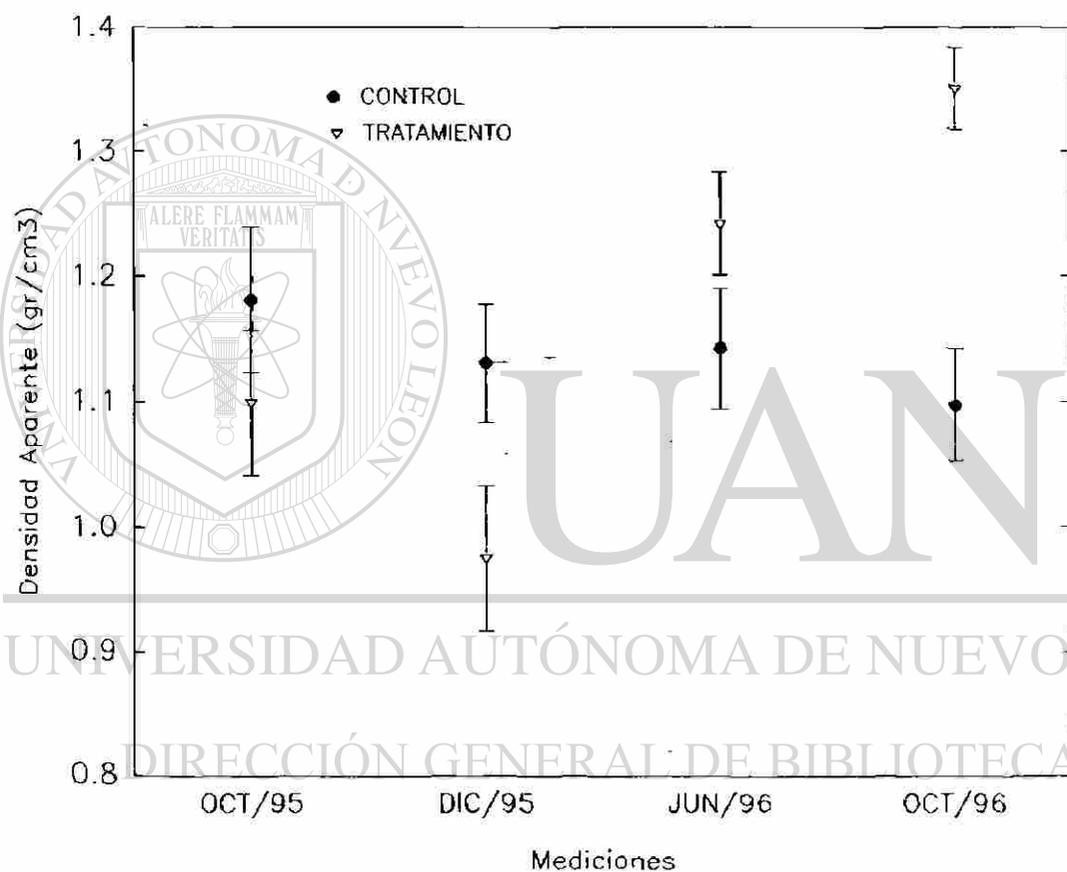


Figura 10. Densidad aparente promedio en las cuatro mediciones.

Este efecto es sin embargo limitado espacialmente, ya que está en función de los hábitos de movimiento de los animales; en el caso de las cabras, éstas se desplazan por senderos dentro del matorral, estableciendo una red de rutas más o menos definidas de tránsito sobre las que se efectúa un pisoteo constante, que provoca la compactación de los agregados del suelo y la consecuente disminución de la porosidad, principalmente en las capas superficiales del suelo. En las áreas tratadas se observó este efecto de manera extensiva, ya que dicha red de caminos comprendió una gran parte de la superficie de las subparcelas, quedando sin pisoteo solamente pequeñas porciones de terreno, por debajo de los arbustos, relativamente inaccesibles para los animales.

CUADRO 1. DENSIDAD APARENTE PROMEDIO (gr cm^3) EN SUBPARCELAS CONTROL Y SUBPARCELAS TRATAMIENTO

Medición	Control	L. C. Control	Tratamiento	L. C. Tratam.
1a	1.09095	0.05824	1.13103	0.05734
2a	1.13112	0.04678	0.97524	0.07463
3a	1.14213	0.0479	1.2426	0.04179
4a	1.08813	0.04405	1.30156	0.05286

Respecto a los cambios en la porosidad del suelo, considerando la relación $f=1-\rho_b/\rho_s$, donde: f =porosidad, ρ_b =densidad aparente (gr cm^3) y ρ_s =densidad de las partículas (gr cm^3) (Hillel, 1982; Nívar *et al.*, 1996b), la porosidad se reduce en aproximadamente 0.064 cm cm^{-1} con un incremento en ρ_b de 1.013 a 1.302. Esto representa un cambio muy ligero en la porosidad, que probablemente no fue suficiente

para reducir el tamaño de los macroporos, los cuales, según lo refiere Hillel (1982), son los primeros en compactarse y que de acuerdo con la ley de Pouseuille son esos poros los que dominan los procesos de infiltración.

4.2.2. Infiltración

De los cuatro modelos ajustados, se seleccionó el modelo de Kostiakov (1932) por ser el que mejor se ajustó a las infiltraciones observadas. Por otra parte, se observó, de manera general, una variación intrínseca muy grande entre las mediciones realizadas, que no permitió detectar diferencias entre las tasas de infiltración de áreas pastoreadas y no pastoreadas. Dicha variación obedeció en parte a causas de orden natural, relacionadas principalmente con las propiedades físicas y la hidrología particular de los suelos vertisólicos del área de estudio, así como a causas inherentes a las características

particulares del método de muestreo utilizado.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS **4.2.2.1. Bondad de ajuste de los modelos no lineales comparados**

Los parámetros estadísticos emergentes de la técnica de cuadrados mínimos en regresión no lineal, fueron estadísticamente significativos para las infiltraciones tanto de subparcelas control como de subparcelas tratamiento en las cuatro mediciones realizadas.

El modelo modificado de Kostiakov (1932) fue el que mejor se ajustó a las tasas de infiltración observadas, en subparcelas control y subparcelas tratamiento, debido

principalmente a su comportamiento gráfico (la línea de regresión pasa más cerca de los puntos) (Figuras 11 y 12) y a que presentó de manera más constante los mayores coeficientes de determinación (r^2), así como los menores errores estándar (s_x) (Cuadro 2).

Considerando el modelo seleccionado, las tasas promedio de infiltración finales a la hora estuvieron en el orden de los 354, 192, 316 y 443 mm hr⁻¹ como corresponde para cada medición en subparcelas control, y de 181, 209, 260 y 170 mm hr⁻¹ respectivamente para las cuatro mediciones en subparcelas tratamiento. Los modelos de Green y Ampt (1911), de Horton (1940) y de Philip (1957), por otra parte, resultaron demasiado sesgados para las infiltraciones observadas. La bondad de ajuste de los modelos fue independiente del efecto del tratamiento sobre el suelo.

CUADRO 2. PARÁMETROS ESTADÍSTICOS PROMEDIO PARA 4 MODELOS DE INFILTRACIÓN EN 4 MEDICIONES PERIÓDICAS

Subparcelas Control									
Med	Kostiakov		Green y Ampt		Horton		Philip		
	r^2	Sx	r^2	Sx	r^2	Sx	r^2	Sx	
1a.	90.4	182.89	80.14	7906.79	94.8	139.56	56.29	382.59	
2a.	94.98	59.46	77.76	6456.59	91.36	106.03	42.73	289.19	
3a.	94.97	80.26	82.71	5263.92	95.38	87.54	61.7	247.8	
4a.	92.84	175.7	93.18	7863.5	85.9	216.52	58.01	350.32	

Subparcelas Tratamiento									
Med	Kostiakov		Green y Ampt		Horton		Philip		
	r^2	Sx	r^2	Sx	r^2	Sx	r^2	Sx	
1a.	93.24	71.49	80.1	144.74	87.81	102.27	49.34	244.97	
2a.	93.96	82.58	89.6	95.27	86.68	135.5	65.31	218.6	
3a.	93.62	104.1	83.62	165.73	89.92	133.26	57.35	295.28	
4a.	92.06	45.42	87.32	60.26	89.35	54.97	76.1	85.19	

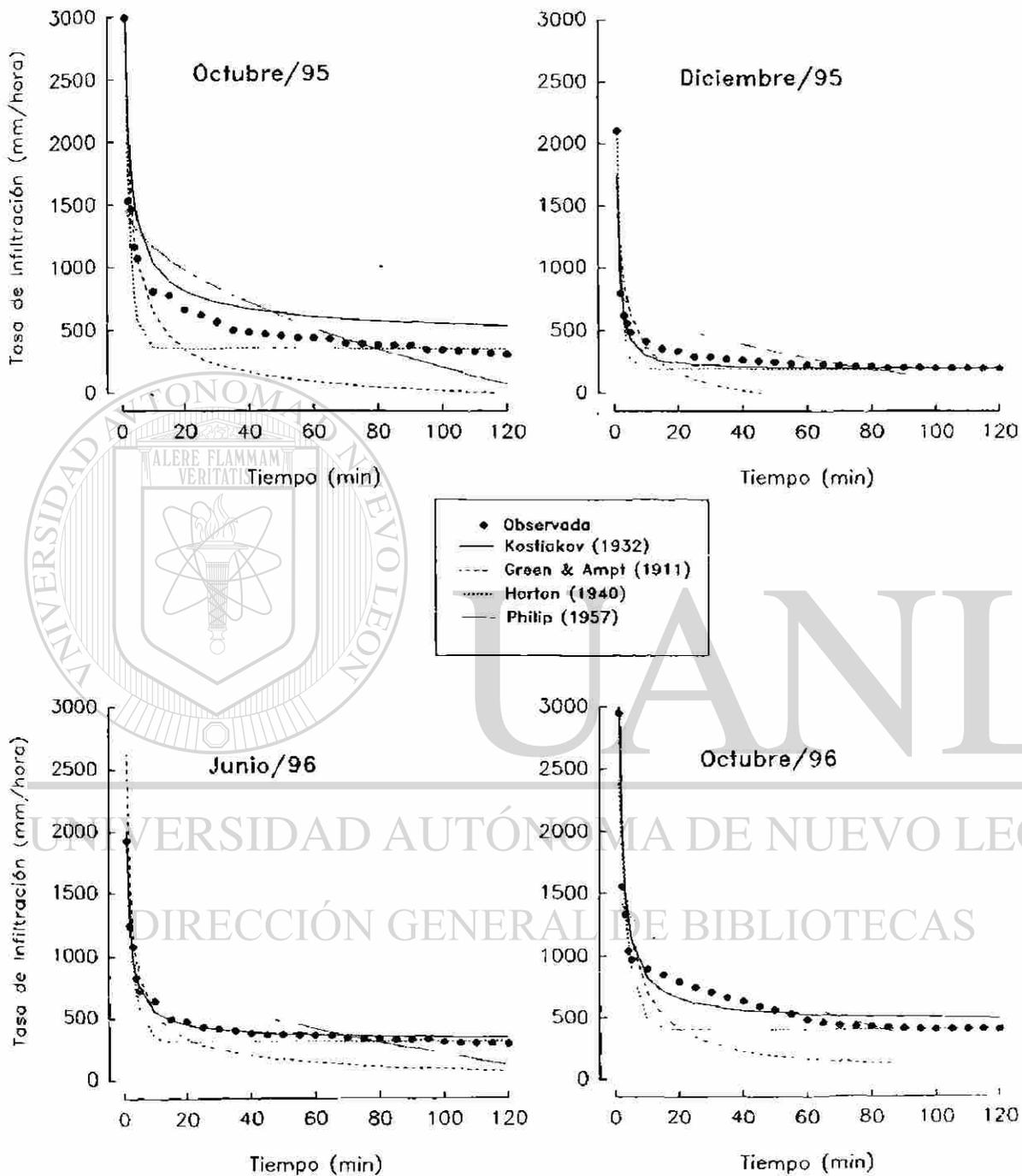


Figura 11. Ajuste de cuatro modelos no lineales a las infiltraciones observadas en subparcelas control.

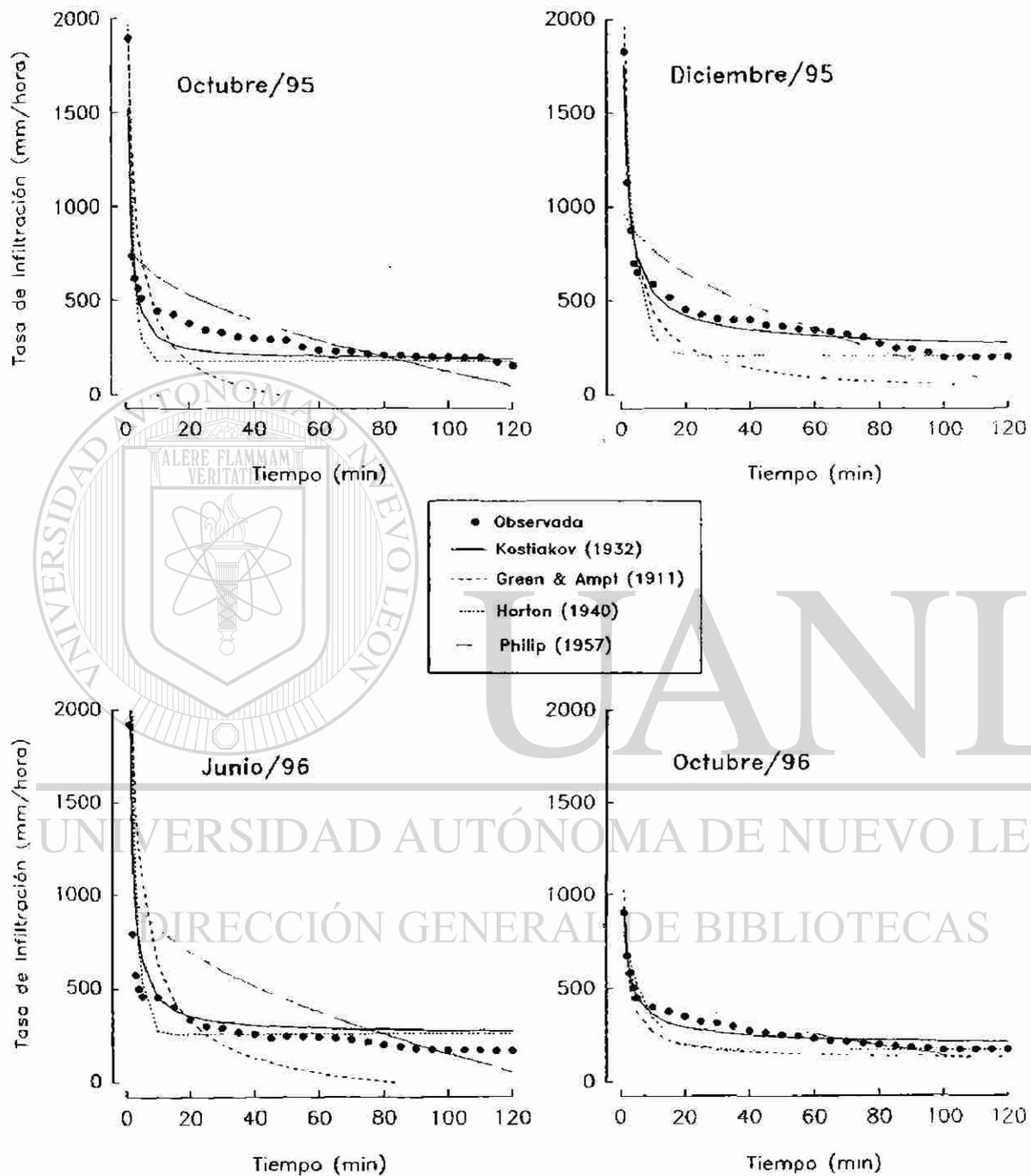


Figura 12. Ajuste de cuatro modelos no lineales a las infiltraciones observadas en subparcelas tratamiento.

4.2.2.2. Efecto del tratamiento sobre las tasas de infiltración

No obstante que fue el modelo de Kostiakov (1932) el que se ajustó de manera más constante a los datos observados, para fines de comparación de diferencias entre subparcelas control y subparcelas tratamiento se utilizó en la primera medición el modelo de Horton (1940), ya que particularmente para dicha medición fue el que observó los mejores parámetros estadísticos.

Los intervalos de confianza entre las infiltraciones modeladas, demuestran que no existen diferencias estadísticas significativas entre subparcelas control y subparcelas tratamiento en las tasas de infiltración, como consecuencia de la aplicación del tratamiento. La Figura 13 muestra la sobreposición que invariablemente existe entre los intervalos de confianza de ambos modelos, en todas las mediciones realizadas. El patrón de comportamiento de la infiltración en subparcelas tratamiento en la segunda medición (realizada inmediatamente después de la aplicación del tratamiento), deja entrever una tendencia de la infiltración a aumentar con respecto a la observada en subparcelas control, debido quizá a un ligero efecto de remoción del suelo superficial por el pisoteo de los animales, como lo demuestran las disminuciones en la densidad aparente inmediatas a la aplicación del tratamiento, discutidas anteriormente. No obstante, las diferencias no llegan a ser estadísticamente significativas y además, en las mediciones posteriores, el patrón de infiltración se invierte nuevamente.

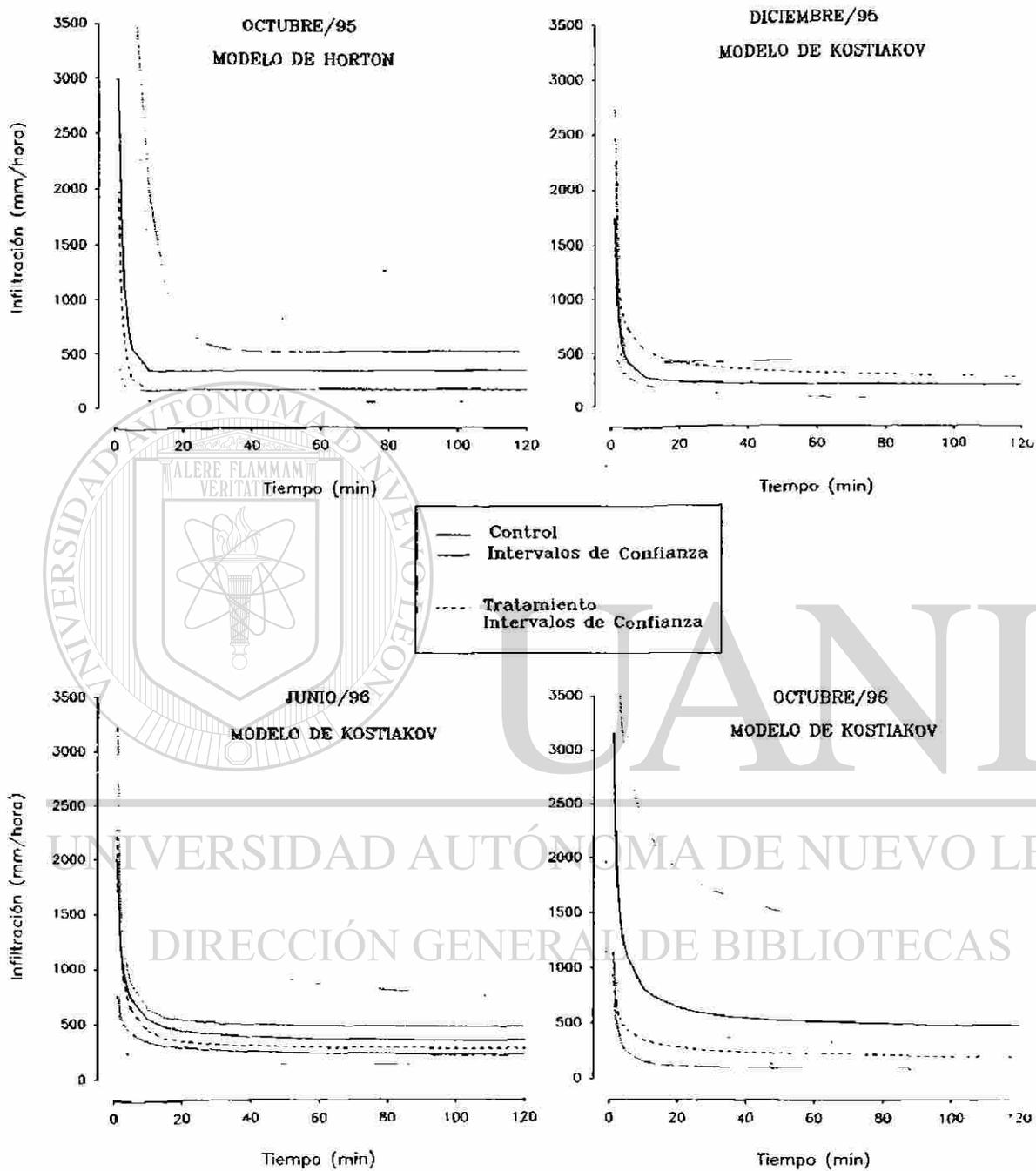


Figura 13. Infiltraciones en subparcelas control y tratamiento utilizando el modelo seleccionado en cada medición.

Es evidente en general, que el efecto del tratamiento sobre el suelo no fue determinante como para afectar sensiblemente la infiltración, ya que el comportamiento de ésta es indiferente demostrándolo con tasas de infiltración similares a las de subparcelas control. Resultados semejantes encontraron Blackhouse y Gifford (1976), quienes después de haber compactado el suelo hasta un 60% mediante un solo evento de pastoreo simulado, no encontraron diferencias en las tasas de infiltración, concluyendo que el impacto del pastoreo no es inmediato, pero sí es acumulativo en el tiempo a un mediano plazo (estaciones y años). Asimismo, Gifford *et al.* (1983), observaron un impacto no significativo sobre la infiltración al aplicar tres diferentes niveles de pastoreo con cabras, atribuyéndolo a la presencia de una costra superficial de suelo, la cual es muy inestable al humedecerse enmascarando así los efectos del pisoteo.

En subparcelas control y subparcelas tratamiento, los vertisoles del área de estudio demuestran el comportamiento típico de ese tipo de suelos, los cuales como se sabe, están formados de arcillas expandibles y cuando secos son agrietados y se secan por completo en la superficie (Driessen y Dudal, 1989), por lo que tienden a “encostrarse”. Este proceso limita considerablemente una permeabilidad constante del agua. Lo que, aunado a las características propias del método de medición utilizado (Návar, 1986), propician una variación intrínseca muy grande; es decir, una variación natural por sí misma tan alta, que no permite observar diferencias constantes al repetir varias pruebas de infiltración, como lo demuestra la amplitud en los intervalos de confianza de las tasas de infiltración promedio (Figura 13). Todo esto influye probablemente para que cambios

notables en las tasas de infiltración por algún efecto inducido, en este caso el pastoreo, sean observables solamente a plazos muy largos, con un mayor número de observaciones y/o con mejores métodos de muestreo, en los suelos del área de estudio.

4.2.3. Contenido de materia orgánica y concentración de macronutrientes

No se observaron diferencias estadísticas significativas entre subparcelas control y subparcelas tratamiento, en el contenido de materia orgánica y concentración de macronutrientes en el suelo como resultado de la aplicación del sobrepastoreo. Las probabilidades resultantes de las comparaciones fueron, en el caso de materia orgánica: $p > t = 0.3533, 0.739, 0.3694$ y 0.0362 ; en cuanto al nitrógeno: $p > t = 0.4368, 0.823, 0.3367$ y 0.190 , y para el fósforo: $p > t = 0.0988, 0.6676, 0.5165$ y 0.7135 , respectivamente para cada medición.

Respecto al contenido de materia orgánica y concentración de nitrógeno y fósforo, registrados al inicio de las observaciones, la presencia de animales en pastoreo en las áreas tratadas no tuvo una influencia determinante sobre estos parámetros. Esto se puede apreciar en los valores promedio tan similares que se presentan, en relación con los de subparcelas control (Figura 14). Asimismo, tampoco se manifiestan diferencias atribuibles al tratamiento entre subparcelas tratamiento de distintas mediciones, ya que, aunque no existe una sobreposición entre los intervalos de confianza de algunas mediciones (por ejemplo entre la segunda y tercera medición en nitrógeno, o entre la

tercera y cuarta medición en fósforo), es evidente que los valores de subparcelas control y subparcelas tratamiento dentro de cada una de dichas mediciones son iguales. Esto significa que las oscilaciones que se observan en la concentración de estos elementos, obedecen a razones excluyentes del efecto del tratamiento sobre el suelo.

Se observó asimismo, que el contenido de materia orgánica y la concentración de nitrógeno y fósforo aún en las muestras tomadas en los puntos específicos de deposición de heces fecales es igual al de aquellas muestras tomadas de lugares donde no hubo permanencia ni paso de animales (Figura 15). Lo anterior demuestra que la incorporación efectiva de materia orgánica, por lo menos en los suelos del área de estudio, requiere de periodos más largos que el tiempo de duración de las observaciones, para que tome lugar.

Para los demás macronutrientes evaluados tampoco se observan diferencias estadísticas significativas entre subparcelas control y subparcelas tratamiento de la primera y la última medición. Las probabilidades resultantes de las comparaciones fueron, con respecto al potasio: $p > t = 0.509$ y 0.3318 ; en el caso del calcio: $p > t = 0.7747$ y 0.7389 , y para el magnesio: $p > t = 0.8074$ y 0.7545 , respectivamente para cada medición. De la misma manera, tampoco se observan diferencias entre subparcelas tratamiento a lo largo de dichas mediciones (Figura 16). Al parecer, las fuentes naturales de estos elementos no se alteraron con la aplicación del tratamiento ni tampoco ocurrieron nuevas aportaciones.

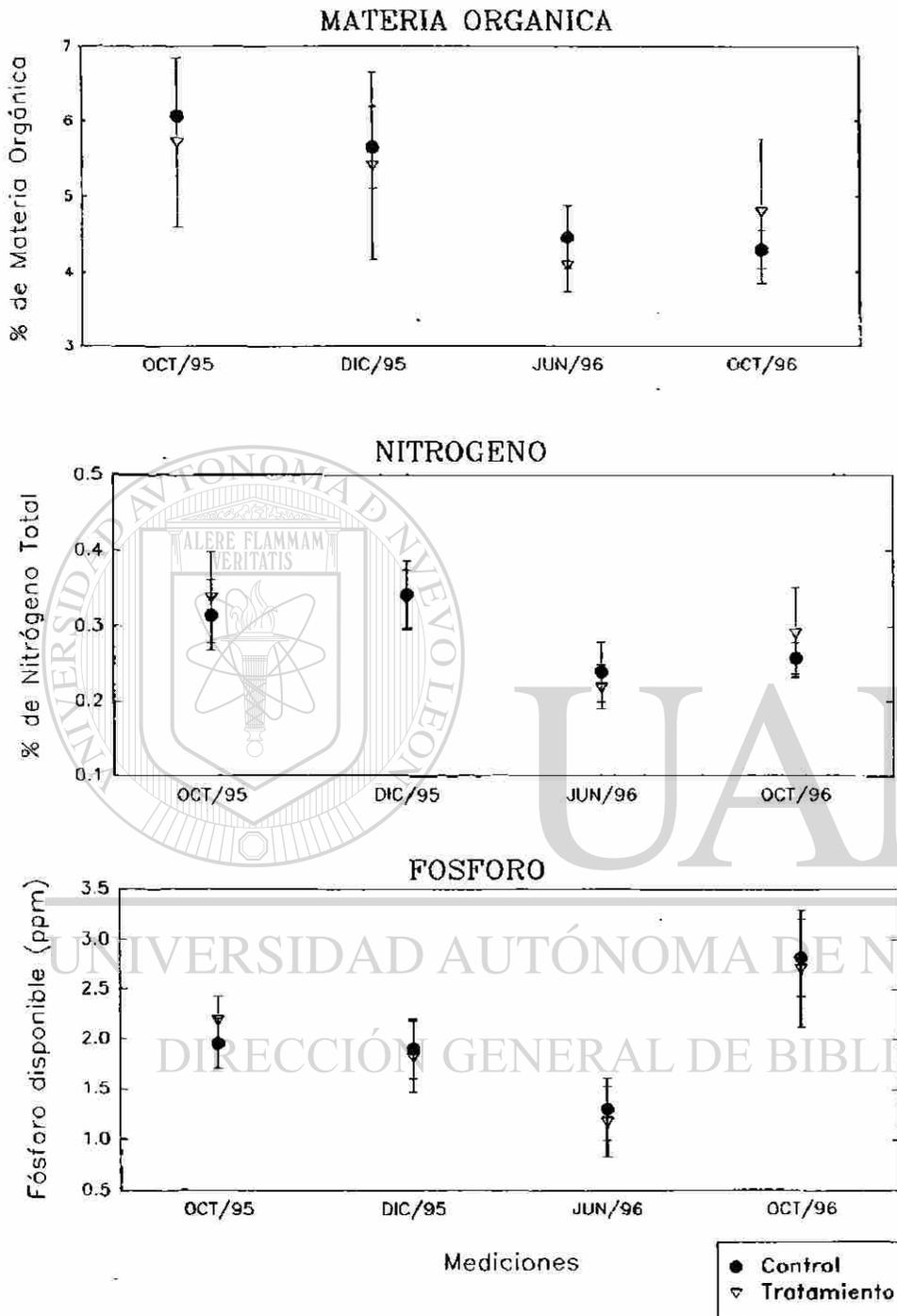


Figura 14. Comparación del contenido de materia orgánica y concentración de nitrógeno y fósforo entre las cuatro mediciones.

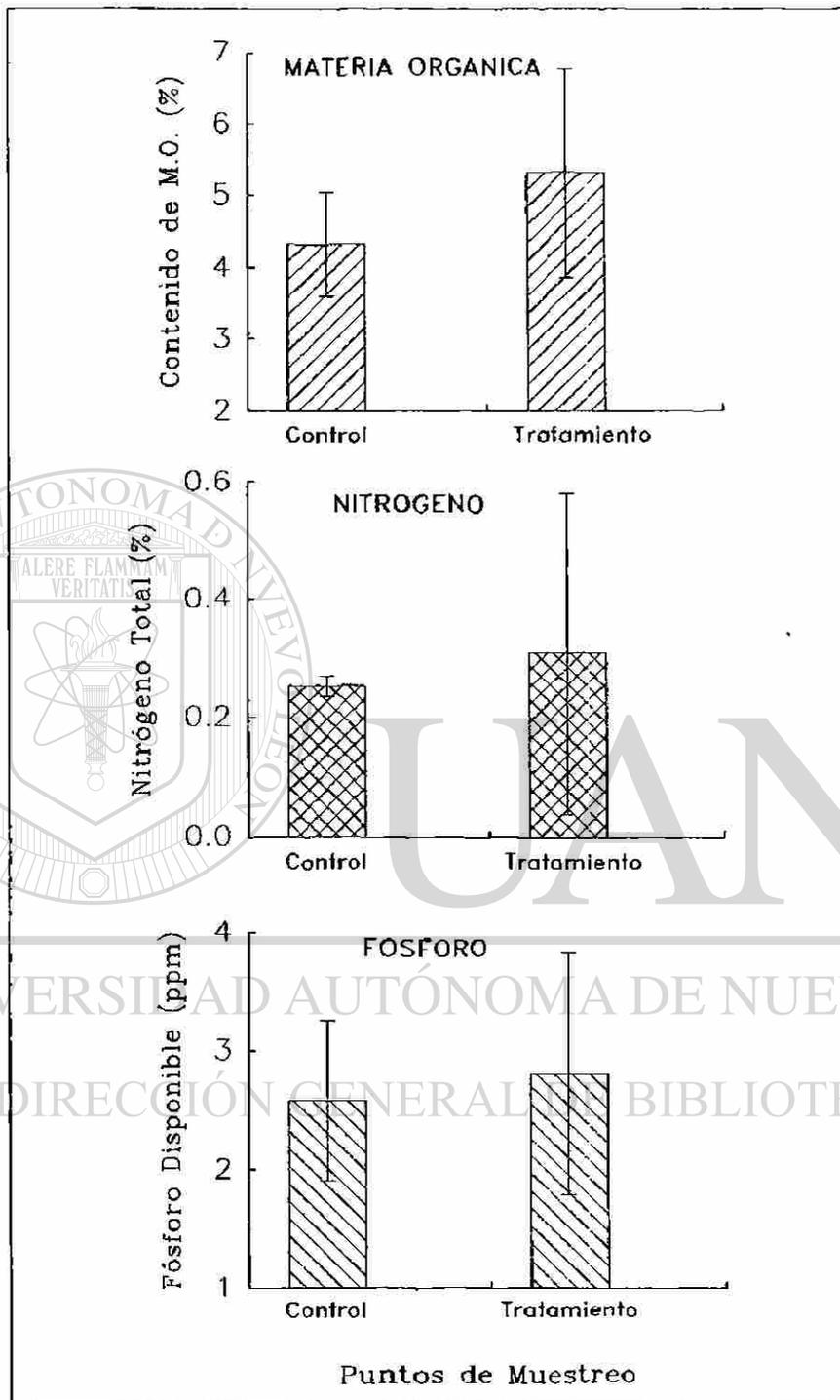


Figura 15. Contenido de materia orgánica, nitrógeno y fósforo en puntos de deposición de heces fecales (tratamiento) y puntos de áreas escludidas (control) en la cuarta medición.

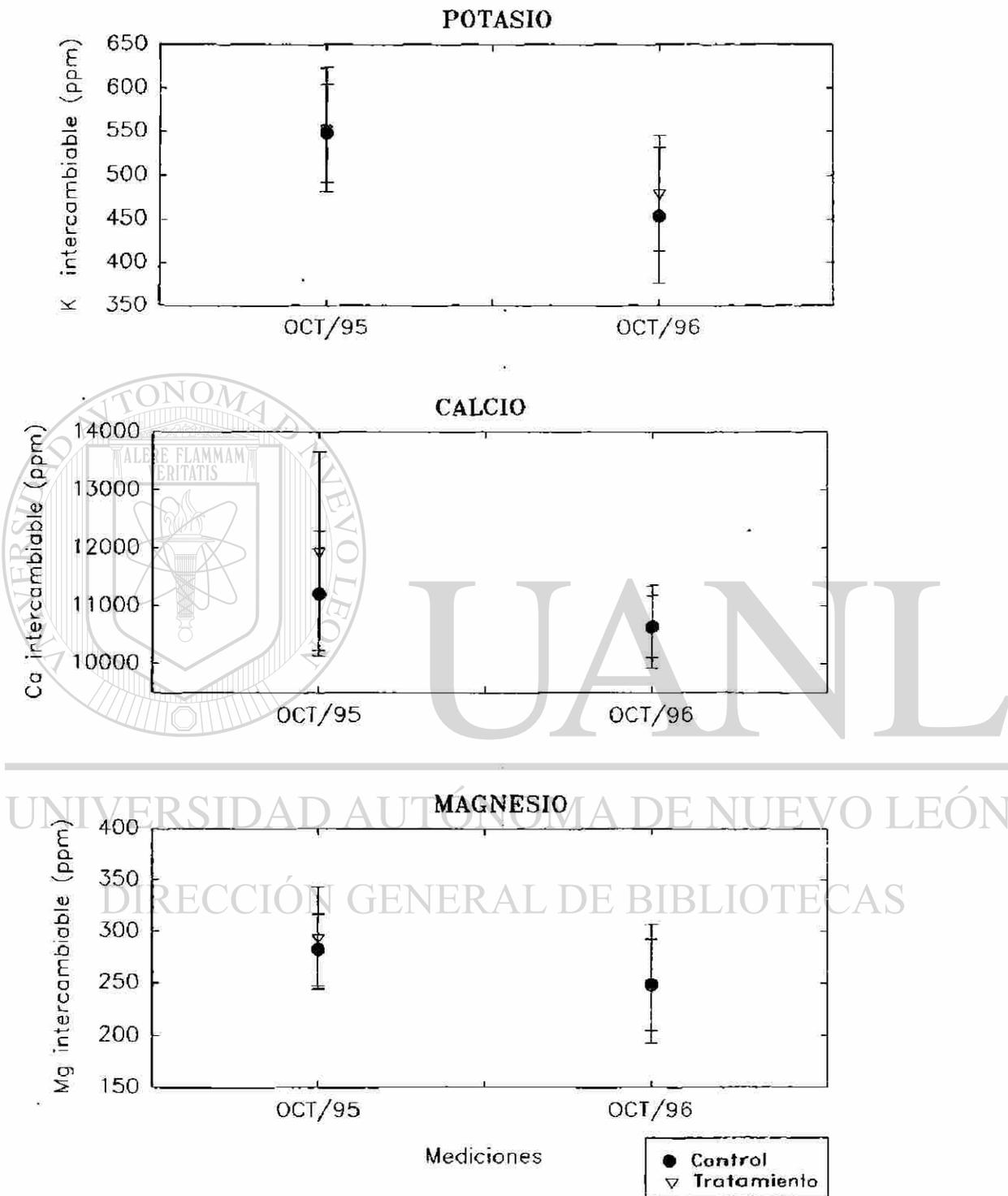


Figura 16 Comparación de la concentración de potasio, calcio y magnesio entre la primera y cuarta medición.

4.3. Discusión general

Los cambios en la cobertura por estratos y por especies, observados durante el periodo de estudio permiten identificar la influencia de dos tipos de variación sobre los valores de cobertura foliar: a) la variación natural debida a los cambios estacionales que propician condiciones ambientales distintas en cada época del año, a las cuales las especies responden con una fenología particular en cada caso, manifestándolo con reducciones o bien con incrementos de su biomasa foliar; y b) aquella variación inducida por el efecto del tratamiento al haber sido disminuída una importante proporción de la cobertura foliar y que es adicional a la influencia de los cambios naturales. Ambos tipos de variación se manifiestan en las áreas no pastoreadas y en aquellas sometidas a sobrepastoreo, respectivamente.

De manera particular, los cambios debidos a la aplicación del tratamiento, a nivel de estratos, ocurren de manera inmediata hasta una altura de alrededor de 1.50 m, alcanzando a afectar hasta el cuarto estrato determinado. En un periodo de un año, el efecto es sustancialmente detrimental hasta una altura igual o menor a la mencionada, ya que los tres primeros estratos no recuperan sus valores iniciales de cobertura en las áreas sobrepastoreadas. Estos cambios afectaron de manera determinante la estructura vertical de la comunidad, ya que por principio, se redujo sensiblemente la cobertura foliar en la mayor parte del gradiente vertical de vegetación (en cuatro de cinco estratos) y, posteriormente, ocurrió un incremento en la cobertura del estrato más bajo por la

ocurrencia de herbáceas de bajo porte. Efectos detrimentales del sobrepastoreo sobre la cobertura y la estructura de la comunidad vegetal son reportados también por Olson *et al.* (1985); Medina *et al.* (1988); Hart *et al.* (1988), y Pieper (1994), entre otros.

A nivel de especies, el efecto del tratamiento sobre la cobertura es también significativo. Las especies muestran cambios importantes a lo largo del periodo de observaciones, reduciéndose la cobertura foliar de manera inmediata a la aplicación del tratamiento de manera notable, principalmente en las especies más deseables por los animales, la mayoría de ellas arbustivas (*e.g. Acacia berlandieri*, *A. rigidula*, *Porlieria angustifolia*, *Celtis pallida*, *Forestiera angustifolia*, *Zanthoxylum fagara*, *Eysenhardtia polystachya*, *Condalia hoockeri* y *Cordia boisieri*). Sin embargo, también algunas de las especies poco deseables y aún algunas que se consideran tóxicas, se vieron reducidas en su cobertura en algunos estratos (*e.g. Croton cortesianus*, *Amyris texana*, *A. madrensis* y *Karwinskia humboldtiana*), lo que indica que los animales consumieron en un inicio las plantas mayormente preferidas, casi en su totalidad, hasta la altura permisible y posteriormente recurrieron a las restantes como una fuente de alimento secundaria, como lo hacen típicamente los caprinos según lo reportan Téllez y Foroughbakhch (1990). Asimismo, la significativa proliferación de especies de gramíneas y herbáceas anuales en el estrato más bajo de las áreas pastoreadas, obedece en parte a la presencia de los animales en las áreas y al papel de éstos en la apertura de espacios que favorecen el desarrollo de dichas especies.

En una primera instancia, estos efectos del sobrepastoreo parecen resultar en un sentido positivo al verse incrementada la cobertura de gramíneas y herbáceas anuales en un orden aproximado de 0.70, con respecto a la cobertura de arbustivas, en el estrato más bajo. Sin embargo, es importante señalar: a) que la cobertura que estas especies proporcionan al suelo es solamente temporal en comparación con la de los arbustos, los cuales aportan un dosel protector por más tiempo, a pesar de ser caducifolios en la época más crítica del año, y b) que del total de especies no arbustivas reportadas para el estrato 1, aproximadamente el 60% corresponde exclusivamente a gramíneas, las cuales como se sabe, proporcionan solamente una cobertura basal por ser especies hemicriptofitas, que poseen sus yemas de perpetuación a nivel o ligeramente por debajo de la superficie del suelo, de modo que la parte aérea es bastante efímera sobre todo en las especies anuales y aún en las perennes.

Destaca, por otra parte, el hecho de que por lo menos una especie indicadora de disturbio, *Opuntia leptocaulis*, haya ocurrido en algunas de las áreas sobrepastoreadas, lo que demuestra, junto con todo lo anterior, que el efecto del tratamiento sobre la vegetación fue en una buena medida, similar a lo que ocurre en los pastizales naturales por la práctica del libre pastoreo de caprinos y otros tipos de ganado doméstico, en donde la multiplicación en varios órdenes de la capacidad de carga del terreno, favorece que solamente unas cuantas especies, la mayoría no descables por los animales, aumenten sus densidades, en relación a las más apetecibles, colonizando así las áreas degradadas,

con la consecuente simplificación de la estructura, biodiversidad y funcionamiento de los ecosistemas.

De continuar estos cambios en el mismo sentido, es muy probable que se produzcan, en un mediano o largo plazo, espacios permanentes en el dosel, por una mayor apertura de la estructura vegetal, que permitan una mayor incidencia de luz solar directamente sobre la superficie del suelo, modificando la reflectancia de la luz e incrementando por lo tanto los valores del albedo. Como referencia puede mencionarse, según Sellers (1965), que la cobertura de la vegetación tiene un albedo en el rango de 10 a 25%, mientras que la superficie del suelo desnudo, en estado seco, tiene un albedo de alrededor del 35 al 45%. Li *et al.* (1996) observaron cambios importantes en los valores de reflectividad de la superficie del suelo, posteriores a la aplicación de pastoreo intensivo por ovinos y reportan una relación directa entre la intensidad de pastoreo y los aumentos en los valores del albedo, los cuales incrementaron en 8% en un periodo de solamente dos años. De esta manera, el albedo es considerado como un indicador importante de la desertificación en áreas sobrepastoreadas.

Los cambios ecológicos que toman lugar bajo esas condiciones, incluyen desde luego variaciones microclimáticas en las condiciones del clima físico, el bioclima y el clima edáfico, las cuales varían directamente conforme la vegetación es degradada o por lo menos removida. Consecuentemente, la ocurrencia de decrementos en la radiación neta, elevaciones de la temperatura en un gradiente vertical, aumentos en las tasas de

evaporación, reducciones en el contenido de humedad del suelo y vapor atmosférico, incrementos en el enfriamiento del aire, así como aumentos en la velocidad del viento a través del perfil de la vegetación, modifican el ambiente hacia una condición microclimática seca, propia de ecosistemas en proceso de desertificación, según lo reportan también Hare (1984), Barry y Chorley (1987) y Mainguet (1994).

Respecto a los efectos del sobrepastoreo en el suelo, se observó un aumento significativo de la densidad aparente, resultante del pisoteo de los animales en tránsito por las áreas tratadas; no obstante, las tasas de infiltración no se alteraron significativamente, en promedio. En este sentido, se han atribuido disminuciones importantes de las tasas de infiltración a incrementos en la densidad aparente del suelo, como resultado del pisoteo de los animales cuando las áreas se ven sometidas a sobrecargas de pastoreo (Blackburn, 1984; Lusby, 1970; Reeve *et al.*, 1980; Takar *et al.*, 1990; Thurow *et al.*, 1988b; Warren *et al.*, 1986; Wood *et al.*, 1989; Lauenroth *et al.*, 1994; Wilcox y Wood, 1988; Pluhar *et al.*, 1987; Fuls, 1992). Sin embargo, no hay evidencias sobre la magnitud del incremento de la densidad aparente que es necesario, para que tales cambios en la hidrología del suelo comiencen a tomar lugar; sobre todo cuando esto sucede en suelos tan inestables desde el punto de vista edafológico (Woerner, 1991), como los Vertisoles del área de estudio. Además, es importante recordar lo señalado por Gifford *et al.* (1983), respecto a la presencia de una costra superficial, que en algunos suelos evita que los efectos del pisoteo sobre la infiltración sean observables.

Algunas propiedades físicas de los Vertisoles, principalmente su composición textural y su estructura, propician la expansión y contracción de los agregados en los procesos de humedecimiento-secado y re-humedecimiento de la masa del suelo, de manera que las variaciones de la infiltración que el pisoteo puede causar al compactarse las capas superficiales del suelo, pueden quedar enmascaradas o no manifestarse de manera directamente proporcional. Reid y Parkinson (1984), estudiaron el papel que juega la desecación de las grietas que se desarrollan en los Vertisoles en estado seco, el comportamiento del suelo al re-humedecerse y su relación con el pisoteo causado por animales en pastoreo. Ellos observaron que en las áreas donde la estructura del suelo superficial fue impactada por el pisoteo, las grietas verticales continuaron bien desarrolladas y una parte del agua de lluvia se infiltraba a través de éstas, pasando por alto la superficie del suelo; efectuándose la redistribución del agua en un sentido solamente vertical a lo largo de las grietas, con tasas de infiltración similares a las observadas en las áreas no pastoreadas, donde la redistribución se efectuó por difusión desde la superficie, por poseer ésta mejores condiciones estructurales.

Se sabe, por otra parte, que existe una relación directa entre el contenido de materia orgánica y la concentración de nitrógeno y fósforo en el suelo ya que ambos elementos se acumulan en el suelo principalmente en forma de residuos vegetales. Esto significa que mientras no exista una incorporación efectiva de materia orgánica en el suelo, las tasas de concentración por lo menos de estos dos elementos, permanecerán relativamente sin incremento alguno. Particularmente en el caso del nitrógeno, elemento

esencial que determina, en gran medida, la fertilidad de los suelos, puede existir una pérdida significativa del elemento por la desnitrificación de los suelos húmedos y mal ventilados (Pritchett, 1986), como los Vertisoles del área de estudio, no obstante que la presencia de animales en el área implica una importante aportación de nitrógeno a través de la urea contenida en la orina. Además, de acuerdo con Lauenroth *et al.* (1994), el eructo de gases producidos por las poblaciones microbianas ruminales y la volatilización de amonio a partir de urea de la orina, constituyen vías adicionales de pérdida de nitrógeno del ecosistema.

Es probable, sin embargo, que la apertura del dosel por el sobrepastoreo agilice la intemperización de la materia orgánica y ocurra un incremento en la disponibilidad de varios macronutrientes. No obstante, a la vez que existe la hipotética agilización de este proceso, ocurre, eso sí, una efectiva reducción en las cantidades de la materia orgánica potencialmente disponible para ser incorporada al suelo, ya que este material es el que constituye la dieta por excelencia de los animales en pastoreo. En un plazo determinado, esta merma constante de la fitomasa aérea, agota las reservas de materia orgánica del sistema, reduciendo consecuentemente la eficiencia en la incorporación del material orgánico en el suelo.

De manera general, los cambios debidos al efecto detrimental del sobrepastoreo sobre la cobertura foliar, y la densidad aparente del suelo, así como los procesos retroalimentantes que mantienen ligados a ambos parámetros y que consecuentemente se

vieron alterados de alguna o varias maneras, favorecen la ocurrencia de efectos colaterales en cadena, igualmente negativos, sobre las variaciones en: la porosidad y las propiedades hidráulicas y térmicas del suelo; las reservas de materia orgánica disponible en el sistema; el aporte efectivo de nutrientes al suelo, así como en las condiciones microclimáticas del lugar. En un mediano plazo, es de esperarse que estos cambios establezcan una estrecha relación, directamente proporcional, con estadios de degradación de diferente magnitud, y, por medio de una serie de complejos efectos y eficaces procesos adicionales, se vean magnificados algunos síntomas primarios de deterioro de los ecosistemas, favoreciendo así la presencia de condiciones potenciales, y en ocasiones demasiado evidentes, de ecosistemas desertificados.

En el contexto regional, los resultados obtenidos con la realización del presente trabajo constituyen una importante, aunque modesta aportación al conocimiento de los procesos de deterioro que cada vez ocurren con una mayor intensidad e impacto sobre los ecosistemas naturales, por medio de una de las actividades productivas más importantes en la región, como lo es la ganadería caprina.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los cambios ocurridos en la cobertura foliar en subparcelas control, estuvieron en función de la fenología natural de las especies, por efecto de las condiciones ambientales prevalecientes durante el periodo de observaciones; mientras que los cambios registrados en subparcelas tratamiento son atribuibles tanto a la variación natural referida, así como al efecto adicional del tratamiento de sobrepastoreo, en cuatro de los cinco estratos determinados, durante los 12 meses de duración del periodo de observaciones.

El pastoreo intensivo de caprinos, aplicado en un sólo evento y en una doble carga, disminuyó de manera conspicua la cobertura foliar en un gradiente vertical, hasta una altura mayor de 1.5 m. Sobre todo hasta una altura igual o menor a la mencionada la cobertura se vio detrimentalmente afectada, ya que los primeros tres estratos no recuperan al final de un ciclo de crecimiento, los valores de cobertura estimados previamente a la aplicación del tratamiento.

Los efectos del sobrepastoreo en la diversidad de especies, registrados en el estrato más bajo, se manifiestan por cambios con una tendencia hacia una comunidad con una composición florística monoespecífica más simple, como lo demuestra el incremento en la densidad de especies de una forma de vida en particular, como son las gramíneas.

La simple duplicación de la carga animal aplicada de manera intensiva y en un sólo evento de pastoreo, fue suficiente para provocar reducciones significativas de la cobertura foliar y un incremento importante en la densidad aparente del suelo.

Los mecanismos y procesos de infiltración en los suelos vertisólicos, particularmente en los del área de estudio, son por demás complicados, ya que los regímenes hidrológicos son fuertemente afectados por las características físicas del suelo, lo que dificultó en gran medida la observación de variaciones en la infiltración debidas al pisoteo efectuado por los animales en las áreas tratadas.

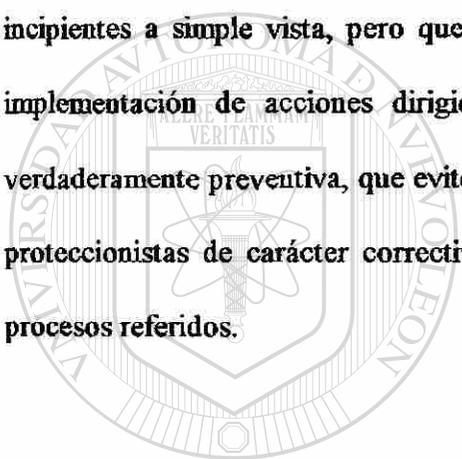
Los procesos de disminución y pérdida de la fitomasa foliar por efecto del sobrepastoreo, demostraron ser más eficientes que aquellos mediante los cuales se incorporan el material orgánico y los nutrientes al sistema por medio del suelo, por lo menos para el periodo de duración de estas observaciones.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En un plano general, lo más importante lo constituye el hecho de que fue posible detectar algunas etapas tempranas del proceso de desertificación, en tiempos en que lo más común y vigente continúa siendo considerar como un ecosistema desertificado a aquel donde la vegetación natural ha sido eliminada en su totalidad, la biodiversidad se ha reducido a sus mínimos niveles y el suelo superficial se ha perdido por erosión y se presentan profundas y numerosas cárcavas. Desde luego que la desertificación no siempre es así de evidente, pues comprende estadios iniciales que, de no detectarse y atenderse

oportunamente, conducirán, consecuentemente, a situaciones de deterioro ecológico demasiado conspicuas y, en la mayoría de los casos, completamente irreversibles.

En este sentido, se considera recomendable dirigir una mayor atención a la realización de estudios tendientes a identificar procesos de deterioro de la vegetación y el suelo como principales indicadores de etapas iniciales de degradación ecológica, tal vez incipientes a simple vista, pero que constituyen la pauta para que la recomendación e implementación de acciones dirigidas a atender el problema, cumplan una función verdaderamente preventiva, que evite llegar a la práctica común de aplicación de medidas proteccionistas de carácter correctivo, que poco o nada contribuyen para revertir los procesos referidos.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

6. LITERATURA CITADA

- Abdel-Magid, A.H., Schuman, G.E. and R.H. Hart. 1987. Soil bulk density and water infiltration as affected by grazing system of Alberta. J. of Range Management. 44 (1):7-12.**
- Alanís F., G.J. 1991. El matorral del Noreste de México, como un recurso forrajero potencial para el ganado caprino. Reporte Científico. Número especial 8. Facultad de Ciencias Forestales. UANL. 23 pp.**
- Ballín C., J.R. 1987. Estudio preliminar de la desertificación en el límite Sur del Desierto Chihuahuense. Instituto de Investigación en Zonas Deserticas. Dpto. de Estudio y Evaluación de la Desertificación. UASLP. San Luis Potosí. 97 pp.**
- Bari, F., Wood, M.K. and L. Murray. 1993. Livestock grazing impacts on infiltration rates in a temperate range of Pakistan. J. of Range Management. 46: 4, 367-372.**
-
- Barry, R.G. and R. J. Chorley. 1987. Atmosphere, weather & climate. 5th Ed. Methuen & Co. New York. 460 pp.**
- Bestelmeyer, B.T. and J.A. Wiens. 1996. The effects of land use on the structure of ground-foraging ant communities in the Argentine Chaco. Ecological Applications. 6(4):1225-1240.**
- Blackburn, W.H. 1984. Impacts of grazing intensity and specialized grazing systems on watershed characteristics and responses. Developing Strategies for Rangeland Management. Nat. Res. Coun./Nat. Acad. Sci., Westview Press, Boulder, Co. p. 927-983.**

Blackhouse, J.C. and G.F. Gifford. 1976. Sediment production and infiltration rates as affected by grazing and debris burning on chained and seed pinyon-juniper. J. of Range Management. 19:77-79.

Boudet, G. 1975. Pastures and livestock in the Sahel: M.A.B. Technical Notes. UNESCO. 99 pp.

Box, T.W. 1992. Rangelands, desertification and Clements' ghost - a viewpoint paper. J. of Range Management. 14 (6):329-331.

Brady, W.W., Stromberg, M.R., Aldon, E.F., Bonham, C.D. and S.H. Henry. 1989. Response of a semidesert grassland to 16 years of rest from grazing. J. of Range Management. 42 (4):284-288.

Branson, F.A. 1985. Vegetation changes on Western rangelands. Society for Range Management. Monograph No. 2. Denver. 76 pp.

Campbell, Q.P., Ebersohn, J.P. and H.H. von Broembsen. 1962. Browsing by goats and its effects on the vegetation. Herbage abstracts.

Clary, W.P. 1995. Vegetation and soil response to grazing simulation on riparian meadows. J. of Range Management. 48(1):16-25.

COTECOCA-SARH. 1973. Coeficientes de Agostadero de la República Mexicana, Estado de Nuevo León. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero. México.

Dormaar, J.F., Adams, B.W. and W.D. Willms. 1994. Effect of grazing and abandoned cultivation on *Stipa-Bouteloua* community. J. of Range Management. 47(1):7-12.

- Driessen, R.F. and R. Dudal (Eds.). 1989. Lecture notes on the geography, formation and use of the major soils of the world. Agricultural University Wageningen, Katholieke Universiteit Leuven.**
- Eldridge, D.J. 1995. Predicting the effects of vegetation cover on soil hidrology: a conceptual model. Proceedings of Fifth Internacional Rangeland Congress. Salt Lake City, Utah. pp.132-133.**
- EPA. 1993. Grazing impacts on the watershed. Monitoring protocols to evaluate water quality effects of grazing management on western rangelands streams. Environmental Protection Agency (EPA). Water Division. p.11.**
- Fuls, E.R. 1992. Ecosystem modification create by patch overgrazing in semi-arid grassland. J. of Arid Enviroments. (1992) 24:59-69.**
- García, E. 1981. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Kōepen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. UNAM. México. 252 pp.**
- Gauch Jr., H.G. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge Studies in Ecology. Cambridge University Press. New York. 298 pp.**
- Gifford, G.F., Provenza, F.D. and J.C. Malechec. 1983. Impact of range goats on infiltration rates in South Western Utah. J. of Range Management. 36 (2): 252-253.**
- Gillen, R.L., McCollum, F.T., Hodges, M.E., Brummer, J.E. and K.W. Tate. 1991. Plant community responses to short duration grazing in tallgrass prairie. J. of Range Management. 44(2):124-128.**
- González, M.H. 1984. Historia del manejo de pastizales. Memorias Primer Congreso Nacional. sobre Manejo de Pastizales. UAAAN-CONACYT. Saltillo. México.**

Green, W.H. and G.A. Ampt. 1911. Studies on soil physics: I Flow of air and water through soils. *J. Agr. Sci.* 4: 1-24.

Hart, R.H., Samuel, M.J., Test, P.S. and M.A. Smith. 1988. Cattle, vegetation and economic responses to grazing systems and grazing pressure. *J. of Range Management.* 41(4):282-286.

Hare, F.K. 1984. El clima, la sequía y la desertificación. La naturaleza y sus recursos. UNESCO. Vol. XX No. 1. Francia. pp. 2-9.

Heiseke, D. y R. Foroughbakhch. 1985. El matorral como recurso forestal. Reporte científico No. 1. Facultad de Ciencias Forestales. UANL. Linares. 31 pp.

Heitschmidt, R.K., Dowhower, S.L. and J.W. Walker. 1987. Some effects of a rotational grazing treatment on quantity and quality of available forage and amount of ground. *J. of Range Management.* 40(4):318-321.

Hillel, D. 1982. Introduction to soil physics. Academic Press. San Diego. 364 pp.

Horton, R.E. 1940. An approach toward a physical interpretation of infiltration-capacity. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 5: 399-417.

Jeffries, D.L. and J.M. Klopatec. 1987. Effects of grazing on the vegetation of the blackbrush association. *J. of Range Management.* 40(5):390-392.

Jongman, R.H., ter Braak C.J.F. and R.O. Tongeren. 1987. Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc, Wageningen. The Netherlands. 299 pp.

- Jurado Y., E.** 1986. Asociación entre especies, factores edáficos, topográficos y perturbación en la vegetación remanente del terreno universitario UANL-Linares, N.L. Tesis Lic. Esc. Ciencias Biológicas. UNE. Tampico, México. 93 pp.
- Kostiakov, A.N.** 1932. On the dynamics of the coefficient of water-percolation in soils and on the necessity of studying it from a dynamic point of view for purposes of amelioration. Trans. Com. Int. Soc. Soil Sci. 6th. Moscow Part A: 17-21.
- Lauenroth, W.K., Milchunas, D.G., Dodd, J.L., Hart, R.H., Heitschmidt, R.K. and L.R. Rittenhouse.** 1994. Effects of grazing on ecosystems of the Great Plains. Ecological implications of livestock herbivory in the West. M. Vavra, W.A. Laycock and R.D. Pieper (Eds.). Society for Range Management. Denver. pp. 69-100.
- Li, S., Zhao, H., He, Z., Chang X. and Y. Harazong.** 1996. Grassland desertification induced by grazing and the resulting micrometeorological changes in Nainman, Inner Mongolia, China. Proceedings Fifth International Conference on Desert Development: The Endless Frontier. August 1996. Texas Tech University. Lubbock.
- Lusby, G.C.** 1970. Hydrological and biotic effects of grazing vs non grazing near Grand Junction Colorado. J. of Range Management 23: 256-260.
- Mainguet, M.** 1994. Desertification. Natural background and human mismanagement. 2nd Ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Germany. 314 pp.
- Maldonado A., L.J.** 1989. El papel de la actividad forestal en zonas áridas. Ponencia presentada en el Congreso Agroforestal de la Facultad de Ciencias Forestales. UANL. Noviembre de 1989. Linares, N. L. 11 pp.

- Martínez M., A.** 1990. Untersuchungen zu Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von *Leucaena leucocephala* als Ergänzungsfutter für Ziegen im Nord-Osten Mexikos. Universität Göttingen.
- Medellín L., F.** 1978. La desertificación, problema de alcance mundial. La desertificación en México. F. Medellín L. (Ed.). Instituto de Investigación en Zonas Desérticas. UASLP. San Luis Potosí. pp. 13-23.
- Medina T., J.G. Coss V., F., Cavazos C., O.E. y L.L. de León G.** 1988. Mejoramiento del pastizal mediano abierto mediante el apacentamiento. Agraria. UAAAN. Saltillo. 44 (1):83-93.
- Menshing, H.** 1987. La desertificación. Conferencia presentada en el Curso Latinoamericano sobre Detección y Control de la Desertificación. Octubre de 1987. Mendoza, Argentina. 15 pp.
- Moustafa, A.R.A.** 1996. Influence of grazing intensity on species diversity in the Saint Catherine Mountains, South Sinai. Proceedings Fifth International Conference on Desert Development: The Endless Frontier. August 1996. Texas Tech University. Lubbock.
- Naeth, M.A., Bailey, A.W., Pluth, D.J. Chanasyk, D.S. and R.T. Hardin.** 1991. Grazing impacts on litter and soil organic matter in mixed prairie and fescue grassland ecosystem of Alberta. J. of Range Management. 44 (1):7-12.
- Návar Ch., J.J.** 1986. Aspectos hidrológicos importantes del terreno universitario de Linares, N. L. Trabajo de investigación. Facultad de Silvicultura y Manejo de Recursos Renovables. UANL. Linares, México.

Orodho, A.B. and M.J. Trlica. 1990. Clipping and long-term grazing effects on biomass and carbohydrate reserves of Indian ricegrass. J. of Range Management. 43 (1):52-57.

Pando M., M., Jurado Y., E. y M. Ruiz M. 1994. Determinación de los procesos y evaluación del grado de desertificación en la cuenca del río San Fernando, en el estado de Nuevo León. Propuesta para revisión del Comité del Reporte Científico de la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL. 5 pp.

Philip, J.R. 1957. The theory of infiltration: 4. Sorptivity and algebraic infiltration equations. Soil Sci. 84:257-264.

Pielou, E.C. 1984. The interpretation of ecological data. A primer on classification and ordination. University of Lethbridge. John Wiley & Sons. New York. 263 pp.

Pieper, R.D. 1973. Técnicas de medición para vegetación herbácea y arbustiva. Trad. del Inglés por Ulrico López D. Universidad Estatal de Nuevo México. Las Cruces, Nuevo México. 199 pp.

Pieper, R.D. 1994. Ecological implications of livestock grazing. Ecological implications of livestock herbivory in the West. M. Vavra, W.A. Laycock and R.D. Pieper (Eds.). Society for Range Management. Denver. pp. 177-211.

Pluhar, J.J., Knight, R.W. and R.K. Heitschmidt. 1987. Infiltration rates and sediments production as influenced by grazing systems in the Texas Rolling Plains. J. of Range Management. 40(3):240-243.

Pritchett, W.L. 1986. Suelos forestales. Propiedades, conservación y mejoramiento. LIMUSA. México. 634 pp.

Rawls, W.J., Brakensiek, D.L., Simanton, J.R. and C.L. Hanson. 1988. Prediction of soil cover and soil rock for rangeland infiltration. *J. of Range Management.* 41(4): 307-308.

Reeve, M.J. Hall, D.G.M. and P. Bullock. 1980. The effect of soil compaction and environmental factors on the shrinkage of some clayey british soils. *J. Soil Sci.* 31:429-442.

Reid, I. and R.J. Parkinson. 1984. The nature of the tile-drain outfall hydrograph in heavy clay soils. *J. of Hydrology.* 72:289-305.

Rojas-Mendoza, P. 1965. Generalidades sobre la vegetación del Estado de Nuevo León y datos acerca de su flora. Tesis Doctoral. UNAM. México. 124 pp.

Roldán P., A. y J. Trueba D. 1978. Factores ecológicos y sociales de la desertificación. La desertificación en México. F. Medellín L. (Ed.). Instituto de Investigaciones Desérticas. UASLP. San Luis Potosí. pp. 55-80.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
Sellers, U.D. 1965. *Physical climatology.* University of Chicago. Press/Chicago. ®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Severson, K.E. and L.F. Debano. 1991. Influence of Spanish goats on vegetation and soils in Arizona chaparral. *J. of Range Management.* 44(2):111-117.

SPP-INEGI. 1986. Síntesis geográfica del Estado de Nuevo León. México. 170 pp.

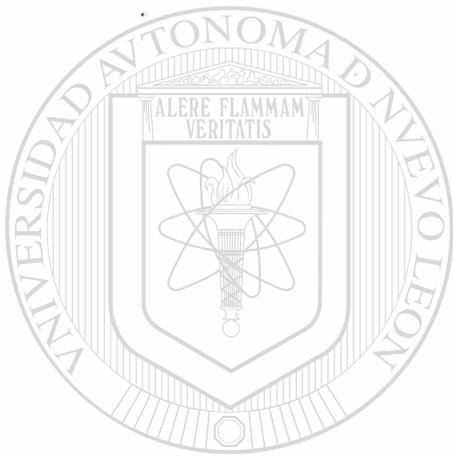
Steel, G.D. y J.H. Torrie. 1985. *Bioestadística: principios y procedimientos.* 2a Ed. McGraw-Hill. México. 622 pp.

- Synnott, T. 1986. Efectos de las heladas de 1983 sobre las plantas de la región de Linares, N.L. Reporte Científico No. 7. Facultad de Ciencias Forestales. UANL. Linares. pp. 3-13.
- Takar, A.A., Dobrowlski, J.P., and T.L Thurow. 1990. Influence of grazing, vegetation life-form, and soil type on infiltration rates and interrill erosion on Somalian rangeland. *J. of Range Management* 43(6):486-490.
- Taylor Jr., Ch.A., Garza, N.E. and T.D. Brooks 1993. Grazing systems on the Edwards Plateau of Texas: are they worth the trouble? *Rangelands*. 15 (2):53-57.
- Téllez, R. y R. Foroughbakhch. 1990. Plantas aprovechadas por el ganado caprino en una zona de matorral mediano espinoso del Noreste de México. Reporte Científico No. 21. Facultad de Ciencias Forestales. UANL. Linares. 37 pp.
- Thurow, T.L., Blackburn, W.H. and Ch A. Taylor Jr. 1988a. Some vegetation responses to selected livestock grazing strategies, Edwards Plateau, Texas. *J. of Range Management*. 41(2):108-114.
- Thurow, T.L. Blackburn, W.H. and Ch. A. Taylor Jr. 1988b. Infiltration and interrill erosion responses to selected livestock grazing strategies, Edwards Plateau, Texas. *J. of Range Management*. 41(4):296-302.
- Tovar S., J.L. 1985. Densidad aparente. Memorias del Simposio Nacional sobre Determinación de las Principales Propiedades Físicas de los Suelos Agrícolas. B. Figueroa S. y A. Núñez B. (Eds.) Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. San Luis Potosí, S.L.P. pp. 47-62.

- Villalón M., H., Carrillo P., A. y J.M. Soto R. 1991. Comparación de dos longitudes de líneas de muestreo para estimar cobertura en el matorral tamaulipeco mediante el método de puntos modificado. Reporte Científico No. 23 Facultad de Ciencias Forestales. UANL. Linares.
- Villegas, G. 1972. Tipos de vegetación de los municipios de Linares y Hualahuises, N.L. Tesis Lic. Escuela de Agricultura. U.de G. México. 96 pp.
- Warren, S.D., Blackburn, W.H., and C.A. Taylor. 1986. Effects of season and stage of rotation cycle on hydrological condition of rangeland under intensive rotation grazing. *J. of Range Management*. 39(6):458-462.
- Warren, A. and J.K. Maizels. 1976. Ecological change and desertification. UNEP. University College. London.
- Wilcox, B.P. and M.K. Wood. 1988. Hydrologic impacts of sheep grazing on steep slopes in semiarid rangelands. *J. of Range Management*. 41(4): 303-306.
- Willms, W.D. and D.A. Quinton. 1995. Grazing effects on germinable seeds on the fescue prairie. *J. of Range Management*. 48 (5):423-430.
- Woerner P., M. 1989. Métodos químicos para el análisis de suelos calizos de zonas áridas y semiáridas. Manual de Laboratorio. Dpto. Agroforestal. Facultad de Ciencias Forestales. UANL. Linares, México. 105 pp.
- Woerner, M. 1991. Los suelos bajo vegetación de matorral descritos a través de ejemplos en el Campus Universitario de la UANL, Linares, N. L. Reporte Científico No. 22. Facultad de Ciencias Forestales. UANL. Linares, México. 116 pp.

Wood, J.C., Blackburn, W.H., Pearson, H.A., and T.K Hunter. 1989. Infiltration and runoff water quality response to silvicultural and grazing treatments on a longleaf pine forest. J. of Range Management. 42(5): 378-381.

Zöbisch, M.A. 1993. Erosion susceptibility and soil loss on grazing lands in some semiarid and subhumid locations of Eastern Kenya. J. of Soil and Water Conservation. 48(5): 445-448.

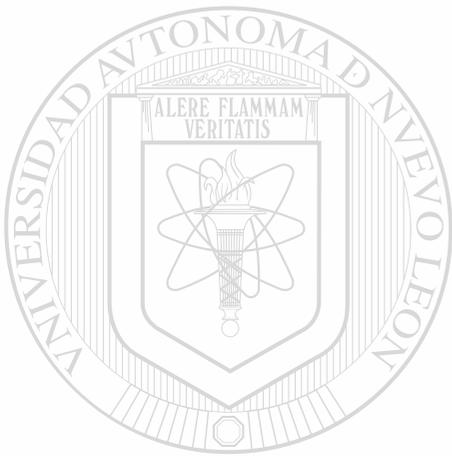


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



APÉNDICES

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

APÉNDICE A

LISTADO DE ESPECIES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

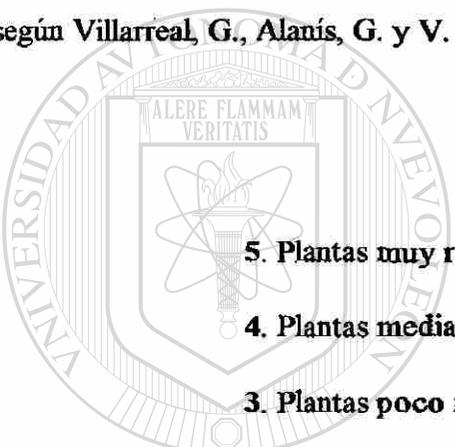
No.	Nombre científico	Nombre común	Código	G P
1	<i>Lantana macropoda</i> Torr.	Chancanquilla	Lm	5
2	<i>Acacia rigidula</i> Benth.	Gavia	Ar	5
3	<i>Acacia berlandieri</i> Benth.	Huajillo	Ab	5
4	<i>Celtis pallida</i> Torr.	Granjeno	Cp	5
5	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Colima	Zf	5
6	<i>Malva</i> sp.	Malva	Ms	5
7	<i>Eysenhardtia polystachya</i> Sarg.	Vara dulce	Ep	5
8	<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	Anacahuita	Cb	5
9	<i>Porlieria angustifolia</i> Gray.	Guayacán	Pa	5
10	<i>Salvia</i> sp.	Bentónica	Sp	5
11	<i>Mimosa malacophylla</i> Gray.	Charrasquillo	Mm	5
12	<i>Malpighia glabra</i> L.	Manzanita	Mg	5
13	<i>Poaceae</i> Juss.	Gramíneas o Zacates	Gr	5
14	<i>Pithecellobium pallens</i> Standl.	Tenaza	Pp	4
15	<i>Parthenium hispidum</i> Raf.	Mariola	Ph	4
16	<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	Panalero	Fa	4
17	<i>Serjania brachycarpa</i> Gray.	Guía	Sb	4
18	<i>Ruellia</i> sp.	Tronadora	Rs	4
19	<i>Viguiera aff. longifolia</i> Robins & Greenm.	Viguera	VI	3
20	<i>Bernardia myricaefolia</i> Wats.	Oreja de ratón	Bm	3
21	<i>Condalia hoockeri</i> Johnst.	Brasil	Ch	3
22	<i>Dyospiros texana</i> Eastw.	Chapote prieto	Dt	3
23	<i>Helietta parvifolia</i> Benth.	Barreta	Hp	3
24	<i>Amyris texana</i> Buckl.	Barretilla	At	2
25	<i>Amyris madrensis</i> Wats.	Barreta china	Am	2
26	<i>Croton cortesianus</i> H.B.K.	Palillo	Cc	2
27	<i>Karwinskia humboldtiana</i> Zucc.	Coyotillo	Kh	1
28	<i>Verbesina persicifolia</i> DC.	Bisbirinda	Vp	1
29	<i>Sargentia greggii</i> S. Wats.	Chapote amarillo	Sg	1
30	<i>Dyospiros palmeri</i> Scheele	Chapote manzano	Dp	1
31	<i>Eupatorium odoratum</i> L.	Limpiatuna	Ep	1
32	<i>Margaranthus solanaceus</i> Schlecht.*	Tomatillo	Mo	1
33	<i>Amaranthus hypocondriacus</i> L.*	Quelite	Ah	1
34	<i>Salvia coccinea</i> Juss.*	Campanita	Sc	1
35	<i>Opuntia leptocaulis</i> DC.*	Tasajillo	OI	1

* Registradas solamente en la cuarta medicion

GRADO DE PREFERENCIA (G.P.) DE LAS PLANTAS POR EL GANADO

CAPRINO

(según Villarreal, G., Alanís, G. y V. Sánchez, 1975, citados por Alanís, 1991)*



5. Plantas muy ramoneadas

4. Plantas medianamente ramoneadas

3. Plantas poco ramoneadas

2. Plantas ramoneadas en condiciones críticas

1. Plantas no aprovechables o nocivas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

* La asignación original de los valores de preferencia fue complementada con encuestas directas en el campo.

Subparcelas Control

ESTRATO 2

Especies	Mediciones			
	1a	2a	3a	4a
<i>Viguiera aff. longifolia</i>	1,11	0,28	0,00	0,28
<i>Amyris texana</i>	2,50	2,22	1,67	2,22
<i>Lantana macropoda</i>	5,28	1,94	0,00	2,50
<i>Bernardia myricaefolia</i>	15,00	7,50	0,00	14,72
<i>Acacia rigidula</i>	1,67	0,56	0,00	1,67
<i>Pithecellobium pallens</i>	0,00	0,00	0,00	0,83
<i>Condalia hoockeri</i>	0,28	0,00	0,00	0,00
<i>Parthenium hispidum</i>	2,50	1,39	0,00	2,78
<i>Malpighia glabra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Forestiera angustifolia</i>	1,67	0,00	0,00	1,39
<i>Celtis pallida</i>	2,22	0,83	0,00	1,39
<i>Zanthoxylum fagara</i>	1,11	0,56	0,00	0,00
<i>Dyospiros texana</i>	0,00	0,00	0,00	0,28
<i>Malva sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Croton cortesianus</i>	0,00	0,00	0,00	0,56
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0,00	0,28	0,00	0,00
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Verbesina persicifolia</i>	0,28	0,00	0,00	0,28
<i>Cordia boisieri</i>	0,00	0,28	0,00	0,56
<i>Portiera angustifolia</i>	0,83	0,83	1,11	0,56
<i>Mimosa malacophylla</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Amyris madrensis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Sargentia greggii</i>	0,00	0,28	0,00	0,00
<i>Helietta parvifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,28
<i>Salvia sp.</i>	0,83	0,00	0,00	0,00
<i>Dyospiros palmeri</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Acacia berlandieri</i>	0,28	0,28	0,00	0,00
<i>Eupatorium odoratum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Poaceae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Serjania brachycarpa</i>	0,00	0,00	0,00	0,83
<i>Ruellia sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Margaranthus solanaceus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Amaranthus hypocondriacus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00

Subparcelas Control

ESTRATO 3

Especies	Mediciones			
	1a	2a	3a	4a
<i>Viguiera aff. longifolia</i>	0,28	0,00	0,00	0,00
<i>Amyris texana</i>	1,67	1,11	0,28	0,83
<i>Lantana macropoda</i>	1,11	0,28	0,00	0,56
<i>Bernardia myricaefolia</i>	20,56	11,67	0,00	20,00
<i>Acacia rigidula</i>	5,00	2,78	0,00	2,50
<i>Pithecellobium pallens</i>	2,22	1,11	0,00	3,33
<i>Condalia hoockeri</i>	1,11	0,00	0,00	0,28
<i>Parthenium hispidum</i>	3,06	1,94	0,00	4,17
<i>Malpighia glabra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Forestiera angustifolia</i>	4,72	2,78	0,00	2,78
<i>Celtis pallida</i>	2,22	1,94	0,00	3,06
<i>Zanthoxylum fagara</i>	1,94	1,39	0,00	1,67
<i>Dyospiros texana</i>	0,28	0,00	0,00	0,56
<i>Malva sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Croton cortesianus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0,00	0,56	0,00	0,28
<i>Verbesina persicifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cordia boisieri</i>	0,28	0,28	0,00	0,83
<i>Portiera angustifolia</i>	0,56	0,56	0,28	0,83
<i>Mimosa malacophylla</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Amyris madrensis</i>	0,28	0,00	0,28	0,00
<i>Sargentia greggii</i>	1,11	1,39	0,00	0,00
<i>Helietta parvifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Salvia sp.</i>	1,11	0,00	0,00	0,00
<i>Dyospiros palmeri</i>	0,00	0,00	0,00	0,28
<i>Acacia berlandieri</i>	1,11	1,11	0,00	0,56
<i>Eupatorium odoratum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
Poaceae	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Serjania brachycarpa</i>	0,56	0,00	0,00	0,56
<i>Ruellia sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,28
<i>Margaranthus solanaceus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Amaranthus hypocondriacus</i>	0,00	0,00	0,00	0,28

Subparcelas Control

ESTRATO 4

Especies	Mediciones			
	1a	2a	3a	4a
<i>Viguiera aff. longifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Amyris texana</i>	0,00	0,00	0,00	0,28
<i>Lantana macropoda</i>	0,00	0,00	0,00	0,28
<i>Bernardia myricaefolia</i>	23,89	6,39	0,00	11,11
<i>Acacia rigidula</i>	7,50	6,67	0,28	7,50
<i>Pithecellobium pallens</i>	5,00	3,89	0,00	5,56
<i>Condalia hoockeri</i>	1,67	1,67	0,00	0,83
<i>Parthenium hispidum</i>	1,94	2,22	0,00	1,39
<i>Malpighia glabra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Forestiera angustifolia</i>	5,56	2,22	0,00	1,94
<i>Celtis pallida</i>	4,72	3,06	0,00	3,61
<i>Zanthoxylum fagara</i>	0,00	2,22	0,00	1,67
<i>Dyospiros texana</i>	0,28	0,00	0,00	0,56
<i>Malva sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Croton cortesianus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	1,11	0,56	0,00	0,56
<i>Verbesina persicifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cordia boisieri</i>	1,11	0,83	0,00	0,56
<i>Portiera angustifolia</i>	0,83	0,56	0,00	0,83
<i>Mimosa malacophylla</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Amyris madrensis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Sargentia greggii</i>	2,22	3,06	0,00	0,00
<i>Helieta parvifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Salvia sp.</i>	0,56	0,00	0,00	0,00
<i>Dyospiros palmeri</i>	0,00	0,00	0,00	1,11
<i>Acacia berlandieri</i>	2,50	1,67	0,00	0,83
<i>Eupatorium odoratum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Poaceae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Serjania brachycarpa</i>	0,28	0,28	0,00	0,00
<i>Ruellia sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Margaranthus solanaceus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Amaranthus hypocondriacus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00

Subparcelas Control

ESTRATO 5

Especies	Mediciones			
	1a	2a	3a	4a
<i>Viguiera aff. longifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Amyris texana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Lantana macropoda</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Bernardia myricaefolia</i>	2,22	0,00	1,11	3,61
<i>Acacia rigidula</i>	19,44	14,72	17,22	18,61
<i>Pithecellobium pallens</i>	7,50	13,61	6,11	10,83
<i>Condalia hoockeri</i>	4,17	3,33	3,89	1,39
<i>Parthenium hispidum</i>	0,00	0,28	0,00	0,83
<i>Malpighia glabra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Forestiera angustifolia</i>	1,39	0,28	1,67	1,39
<i>Celtis pallida</i>	8,06	0,28	5,83	6,39
<i>Zanthoxylum fagara</i>	3,33	1,94	1,67	2,22
<i>Dyospiros texana</i>	4,44	0,00	0,00	5,83
<i>Malva sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Croton cortesianus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0,00	0,00	0,00	0,83
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0,83	1,67	0,83	0,83
<i>Verbesina persicifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cordia boisieri</i>	1,94	1,39	1,11	2,78
<i>Portiera angustifolia</i>	0,28	0,28	0,83	0,83
<i>Mimosa malacophylla</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Amyris madrensis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Sargentia greggii</i>	4,44	10,00	9,17	0,00
<i>Helietta parvifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Salvia sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Dyospiros palmeri</i>	0,00	0,00	0,00	2,50
<i>Acacia berlandieri</i>	13,61	13,06	10,83	10,83
<i>Eupatorium odoratum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Poaceae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Serjania brachycarpa</i>	0,28	0,00	0,00	0,28
<i>Ruellia sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Margaranthus solanaceus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Amaranthus hypocondriacus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00

Subparcelas Tratamiento

ESTRATO 1

Especies	Mediciones			
	1a	2a	3a	4a
<i>Viguiera aff. longifolia</i>	1,67	0,00	0,00	0,83
<i>Amyris texana</i>	1,11	0,00	0,00	0,00
<i>Lantana macropoda</i>	18,89	0,83	0,00	16,94
<i>Bernardia myricaefolia</i>	2,50	1,39	0,00	3,33
<i>Acacia rigidula</i>	0,00	0,00	0,00	0,83
<i>Pithecellobium pallens</i>	0,00	0,00	0,00	0,28
<i>Condalia hoockeri</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Parthenium hispidum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Malpighia glabra</i>	0,83	0,00	0,00	1,94
<i>Forestiera angustifolia</i>	0,56	0,28	0,00	0,28
<i>Celtis pallida</i>	0,56	0,00	0,00	0,00
<i>Zanthoxylum fagara</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Dyospiros texana</i>	0,00	0,00	0,00	0,28
<i>Malva sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,28
<i>Croton cortesianus</i>	1,39	0,00	0,00	1,39
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	2,50	0,83	0,00	1,39
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0,00	0,00	0,00	0,56
<i>Verbesina persicifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cordia boisieri</i>	0,56	0,00	0,00	0,00
<i>Portieria angustifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Mimosa malacophylla</i>	0,00	0,00	0,00	0,83
<i>Amyris madrensis</i>	0,00	0,28	0,00	0,00
<i>Sargentia greggii</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Helietta parvifolia</i>	0,28	0,00	0,00	0,00
<i>Salvia sp.</i>	0,56	0,00	0,00	0,00
<i>Dyospiros palmeri</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Acacia berlandieri</i>	0,00	0,00	0,00	0,56
<i>Eupatorium odoratum</i>	0,83	0,00	0,00	0,00
<i>Poaceae</i>	6,39	0,83	0,00	51,67
<i>Serjania brachycarpa</i>	0,28	0,00	0,00	0,28
<i>Ruellia sp.</i>	1,11	0,00	0,00	17,50
<i>Margaranthus solanaceus</i>	0,00	0,00	0,00	0,83
<i>Amaranthus hypocondriacus</i>	0,00	0,00	0,00	3,89
<i>Salvia coccinea</i>	0,00	0,00	0,00	0,28
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0,00	0,00	0,00	8,89

Subparcelas Tratamiento

ESTRATO 2

Especies	Mediciones			
	1a	2a	3a	4a
<i>Viguiera aff. longifolia</i>	1,67	0,28	0,00	0,00
<i>Amyris texana</i>	1,67	0,56	0,28	0,83
<i>Lantana macropoda</i>	6,39	0,00	0,00	5,00
<i>Bernardia myricaefolia</i>	12,78	2,22	0,00	10,00
<i>Acacia rigidula</i>	3,06	0,28	0,00	0,83
<i>Pithecellobium pallens</i>	0,00	0,00	0,00	1,11
<i>Condalia hoockeri</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Parthenium hispidum</i>	0,00	0,00	0,00	0,83
<i>Malpighia glabra</i>	0,28	0,00	0,00	0,00
<i>Forestiera angustifolia</i>	1,11	0,28	0,00	1,11
<i>Celtis pallida</i>	0,56	0,00	0,00	0,56
<i>Zanthoxylum fagara</i>	0,56	0,00	0,00	0,00
<i>Dyospiros texana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Malva sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Croton cortesianus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0,56	0,28	0,00	0,00
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0,28	0,00	0,00	0,00
<i>Verbesina persicifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cordia boisieri</i>	0,83	0,00	0,00	2,22
<i>Portiera angustifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Mimosa malacophylla</i>	0,00	0,00	0,00	0,28
<i>Amyris madrensis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Sargentia greggii</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Helietta parvifolia</i>	0,28	0,00	0,00	0,28
<i>Salvia sp.</i>	1,67	0,00	0,00	0,00
<i>Dyospiros palmeri</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Acacia berlandieri</i>	0,28	0,00	0,00	0,00
<i>Eupatorium odoratum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Poaceae</i>	0,28	0,00	0,00	0,28
<i>Serjania brachycarpa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ruellia sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,28
<i>Margaranthus solanaceus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Amaranthus hypocondriacus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Salvia coccinea</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00

Subparcelas Tratamiento

ESTRATO 3

Especies	Mediciones			
	1a	2a	3a	4a
<i>Viguiera aff. longifolia</i>	1,11	0,00	0,00	0,00
<i>Amyris texana</i>	1,11	0,83	0,56	0,83
<i>Lantana macropoda</i>	1,39	0,00	0,00	1,39
<i>Bernardia myricaefolia</i>	20,83	1,39	0,00	9,72
<i>Acacia rigidula</i>	7,50	0,56	0,00	2,22
<i>Pithecellobium pallens</i>	2,50	0,56	0,00	3,06
<i>Condalia hoockeri</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Parthenium hispidum</i>	0,83	0,00	0,00	0,56
<i>Malpighia glabra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Forestiera angustifolia</i>	3,89	0,83	0,00	3,89
<i>Celtis pallida</i>	0,00	0,28	0,00	0,00
<i>Zanthoxylum fagara</i>	0,83	0,28	0,00	0,28
<i>Dyospiros texana</i>	0,00	0,00	0,00	0,56
<i>Malva sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Croton cortesianus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0,28	0,00	0,00	0,56
<i>Verbescina persicifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cordia boisieri</i>	1,39	0,28	0,00	1,67
<i>Portiera angustifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Mimosa malacophylla</i>	0,28	0,00	0,00	0,00
<i>Amyris madrensis</i>	0,28	0,00	0,00	0,00
<i>Sargentia greggii</i>	0,83	0,28	0,00	0,00
<i>Helicta parvifolia</i>	0,28	0,00	0,00	0,28
<i>Salvia sp.</i>	1,67	0,00	0,00	0,00
<i>Dyospiros palmeri</i>	0,00	0,00	0,00	0,56
<i>Acacia berlandieri</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Eupatorium odoratum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Poaceae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Serjania brachycarpa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ruellia sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Margaranthus solanaceus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Amaranthus hypocondriacus</i>	0,00	0,00	0,00	0,28
<i>Salvia coccinea</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00

Subparcelas Tratamiento

ESTRATO 4

Especies	Mediciones			
	1a	2a	3a	4a
<i>Viguiera aff. longifolia</i>	0,28	0,00	0,00	0,00
<i>Amyris texana</i>	0,00	0,00	0,28	0,00
<i>Lantana macropoda</i>	0,28	0,00	0,00	0,56
<i>Bernardia myricaefolia</i>	8,89	3,61	0,00	3,89
<i>Acacia rigidula</i>	11,39	6,11	0,28	6,67
<i>Pithecellobium pallens</i>	3,89	0,83	0,00	1,67
<i>Condalia hoockeri</i>	1,11	0,00	0,00	0,00
<i>Parthenium hispidum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Malpighia glabra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Forestiera angustifolia</i>	2,22	0,28	0,00	1,39
<i>Celtis pallida</i>	1,39	0,28	0,00	0,28
<i>Zanthoxilum fagara</i>	1,11	0,00	0,00	0,00
<i>Dyospiros texana</i>	0,00	0,00	0,00	1,11
<i>Malva sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Croton cortesianus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0,28	0,28	0,00	0,00
<i>Verbesina persicifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cordia boisieri</i>	1,39	0,56	0,00	0,83
<i>Portiera angustifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Mimosa malacophylla</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Amyris madrensis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Sargentia greggii</i>	1,67	0,83	0,00	0,00
<i>Helietta parvifolia</i>	0,56	0,00	0,28	0,00
<i>Salvia sp.</i>	0,56	0,00	0,00	0,00
<i>Dyospiros palmeri</i>	0,00	0,00	0,00	0,28
<i>Acacia berlandieri</i>	0,83	0,28	0,00	0,00
<i>Eupatorium odoratum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
Poaceae	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Serjania brachycarpa</i>	0,28	0,00	0,00	0,00
<i>Ruellia sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Margaranthus solanaceus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Amaranthus hypocondriacus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Salvia coccinea</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00

Subparcelas Tratamiento

ESTRATO 5

Especies	Mediciones			
	1a	2a	3a	4a
<i>Viguiera aff. longifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Amyris texana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Lantana macropoda</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Bernardia myricaefolia</i>	1,94	0,28	0,28	2,22
<i>Acacia rigidula</i>	27,50	24,17	24,17	25,83
<i>Pithecellobium pallens</i>	7,50	9,44	9,44	11,39
<i>Condalia hoockeri</i>	2,50	4,17	4,17	0,83
<i>Parthenium hispidum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Malpighia glabra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Forestiera angustifolia</i>	1,11	0,28	0,28	2,50
<i>Celtis pallida</i>	1,39	0,56	0,56	0,83
<i>Zanthoxilum fagara</i>	0,56	0,56	0,56	0,00
<i>Dyospiros texana</i>	0,00	0,00	0,00	4,17
<i>Malva sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Croton cortesianus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	1,67	0,83	0,83	1,39
<i>Verbesina persicifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cordia boisieri</i>	0,28	0,28	0,28	1,11
<i>Porlieria angustifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Mimosa malacophylla</i>	1,39	0,83	0,83	0,28
<i>Amyris madrensis</i>	0,56	0,00	0,00	0,00
<i>Sargentia greggii</i>	5,00	8,33	8,33	0,00
<i>Helietta parvifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,28
<i>Salvia sp.</i>	0,28	0,00	0,00	0,00
<i>Dyospiros palmeri</i>	0,00	0,00	0,00	2,78
<i>Acacia berlandieri</i>	22,78	23,33	23,33	21,94
<i>Eupatorium odoratum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
Poaceae	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Serjania brachycarpa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ruellia sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Margaranthus solanaceus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Amaranthus hypocondriacus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Salvia coccinea</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS