

COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD VEGETAL DE UN ÁREA DE MATORRAL
DESÉRTICO MICRÓFILO CON HISTORIAL PECUARIO
EN EL NORESTE DE MÉXICO

DIVERSITY AND PLANT COMPOSITION OF A MICROPHYLL DESERT
SCRUBLAND AREA, WITH LIVESTOCK HISTORY LAND USE,
IN NORTHEAST OF MÉXICO

Carlos Alberto Mora-Donjuán¹, Ernesto Alonso Rubio-Camacho^{1,2},
Eduardo Alanís-Rodríguez¹, Javier Jiménez-Pérez¹, Marco Aurelio González-Tagle¹,
José Manuel Mata-Balderas^{1,3}, y Arturo Mora-Olivo⁴

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Carretera
Linares-Cd. Victoria, Km 145. Apartado Postal 41. CP 67700, Linares, N.L., México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP-CIRPAC)
C.E. Centro Altos de Jalisco, Km. 8 carretera Tepatitlán-Lagos de Moreno,
Apartado Postal 56, CP 47600, Tepatitlán de Morelos, Jalisco.

³Gestión Estratégica y Manejo Ambiental S.C. Carretera San Miguel-Huinalá 935, Segundo
Piso, Local 34, Plaza Comercial Acanto, Apodaca, N.L. CP 66647.

⁴Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas. División del Golfo 356,
Ciudad Victoria 87019, Tamaulipas, México. Correo electrónico: biologomora@gmail.com

RESUMEN

Las agrupaciones de matorral desértico ocupan la mayor parte de la extensión de las regiones áridas de México y son áreas que comúnmente se encuentran bajo constante presión antropogénica. Este estudio aborda la caracterización de la diversidad vegetal del matorral desértico micrófilo en el noreste de México. Para cumplir los objetivos se establecieron 25 sitios de muestreo de 10 × 10 (100 m²), donde se censaron los arbustos y árboles ≥0.5cm de diámetro (d0.10), y se midió diámetro de copa (dcopa). Se calcularon los parámetros ecológicos de abundancia (Ar), dominancia (Dr), frecuencia (Fr), índice de valor de importancia (IVI), índice de Margalef (DMg), índice de Shannon (H') e índice de Pretzsch (A). Los resultados

muestran a *Gutierrezia microcephala* como la especie más abundante con 584 N/ha (33%), seguida de *Prosopis glandulosa* con 368 N/ha (21%); la especie que presentó mayor valor de dominancia y frecuencia fue *P. glandulosa* con 1574 m²/ha, con presencia en 19 de los 25 sitios, lo cual incide en el IVI, siendo la especie que presenta el valor más alto con 34.6%. Se obtuvo un valor de DMg = 2.29 para riqueza de especies y un índice de diversidad de H' = 1.87.

Palabras clave: riqueza de especies, índice de valor de importancia, regeneración.

ABSTRACT

The desert scrub vegetation covers most of the arid areas in northeast Mexico. These

areas are under continuous human pressure. This study addresses the plant diversity characterization in a microphyll desert scrub vegetation of the northeast Mexico. A total of 25 sampling sites of 100 m² (10 × 10 m) where established. In the sampling plots all shrubs and trees with the following characteristics: ≥ 0.5 cm in diameter (d0.10), and crown diameter (dcopa) were measured. Ecological parameters as abundance (Ar), dominance (Dr), frequency (Fr), and importance values index (IVI), Margalef index (DMG), Shannon (H') and Pretzsch indexes (A) were calculated. The results shown that *Gutierrezia microcephala* was the most abundant species with 584 N/ha (33%), followed by *Prosopis glandulosa* with 368 N/ha (21%); *P. glandulosa* was the species that showed the highest values in dominance and frequency with presence in 19 out of 25 sampling sites, which influences the IVI values of this species (34.6%). The estimated species richness and diversity for the areas were 2.29 and 1.87 respectively.

Key words: species richness, importance values index, regeneration.

INTRODUCCIÓN

La vegetación de las regiones de clima seco de México se conoce como matorral xerófilo (Rzedowski, 2006), pero dentro de esta denominación general se incluyen numerosos tipos de vegetación, entre los que destaca el matorral desértico micrófilo, propio de terrenos planos.

El matorral desértico micrófilo agrupa las comunidades en que las plantas que imprimen el carácter fisonómico a la vegetación corresponden a arbustos de hoja o foliolo pequeño. Estas agrupaciones son las que

ocupan la mayor parte de la extensión de las regiones áridas de México. En el matorral desértico micrófilo predominan los elementos arbustivos de hoja pequeña que incluyen casi siempre a *Larrea tridentata* y *Flourensia cernua* (Rzedowski, 2006). *L. tridentata* (La Gobernadora) es un arbusto de 2 a 3 m de altura que se distribuye en forma casi ininterrumpida desde Nevada, Utah, Nuevo México y Texas (en Estados Unidos) hasta Guanajuato, Querétaro e Hidalgo (en México) donde es una de las especies más abundantes y conspicuas (Rzedowski y Calderón, 1988).

La diversidad es un concepto que permite diferentes interpretaciones, aunque, en general se emplea como sinónimo de diversidad de especies (Gadow *et al.*, 2007).

Las medidas de diversidad se dividen en tres categorías; índices de riqueza, los cuales son una medida del número de especies en una unidad de muestreo definida; modelos de abundancia de especies, los cuales describen la distribución de su abundancia; y los índices basados en la abundancia proporcional de especies, que pretenden resolver la riqueza y la uniformidad en una expresión sencilla (Magurran, 2004).

Magurran (2004) menciona que las medidas de riqueza tienen un gran atractivo intuitivo y evitan muchos de los obstáculos que pueden encontrarse al utilizar modelos e índices, las medidas de riqueza proporcionan una expresión comprensible e instantánea de la diversidad, las cuales se han utilizado con frecuencia en muchos estudios de vegetación, como los de Navar *et al.* (2009), León *et al.* (2009), Canizales *et al.* (2010), Jiménez *et al.* (2012) y Noy-Meir *et al.* (2012).

En ecosistemas de matorral los estudios son escasos y sólo existen algunos recientes en el matorral del noreste de México, como los de Canizales *et al.* (2009), en el matorral submontano en la Sierra Madre Oriental de México; Jiménez *et al.* (2012), en el matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola. Resultan ser aún más escasas las investigaciones en el matorral desértico micrófilo.

A nivel nacional e internacional existe una extensa literatura sobre diversidad de especies, riqueza de especies y parámetros ecológicos de abundancia, dominancia y frecuencia, como los de Marcelo *et al.* (2007) en los bosques estacionalmente secos en un distrito del Perú; Alvis (2009) en un bosque natural de Cauca, Colombia; Alanís *et al.* (2011) en un ecosistema templado en el parque ecológico, Chipinque, México; y el de Noy-Meir *et al.* (2012) en un bosque espinal en Córdoba, Argentina.

Por lo mencionado en párrafos anteriores la investigación tiene como objetivo caracterizar la vegetación arbórea y arbustiva (≥ 5 cm de diámetro (d10)) del matorral desértico micrófilo en el Noreste de México, mediante: 1) la riqueza de especies (índice de Margalef), 2) la diversidad α (índice de Shannon), 3) los parámetros ecológicos de abundancia (ARi), dominancia (DRi), frecuencia (FRi) e índice de valor de importancia (IVI), y 4) el índice de distribución vertical de especies (índice de Pretzsch).

MÉTODOS

Área de estudio

La presente investigación se desarrolló en un matorral desértico micrófilo del noreste de México, específicamente en el municipio

de Santa Catarina, Nuevo León, entre las coordenadas geográficas 25°40'82" latitud Norte y 100°32'9" de longitud Oeste y a una altitud de 890 m.s.n.m. (fig. 1). Según la clasificación de Köppen el clima predominante es BSh, con una temperatura media anual entre los 14 y 24°C y una precipitación de 247 mm anuales. En su mayoría los suelos son tipo Xerosol y Litosol. La vegetación abarca comunidades de fisonomías muy diversas, con características de las zonas áridas y semiáridas en las que predominan arbustos bajos de 2 a 3 m de altura, caducifolios, con hojas o folíolos de tamaño pequeño, denominado matorral desértico micrófilo.

Toma de datos

En el verano del año 2010 se evaluó una comunidad vegetal del matorral desértico micrófilo, donde se consideraron las suculentas, los arbustos y los árboles. Para ello, se establecieron 25 sitios de muestreo de 10 × 10 m (100 m²) distribuidos aleatoriamente. En los sitios de muestreo se realizó un censo de todos los arbustos y árboles ≥ 0.5 cm de diámetro basal (d0.10) y de todas las suculentas. A todos los individuos se les efectuaron mediciones de diámetro de copa (dcopa), registrando la distancia en sentido norte-sur y este-oeste, y a los arbustos y árboles se les midió el diámetro basal (d0.10). Se realizaron colectas botánicas de todas las especies, que posteriormente fueron identificadas y depositadas en el herbario de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

Análisis de los datos

Valor de importancia. Por especie se determinó su abundancia, de acuerdo al número de árboles, su dominancia, en función del

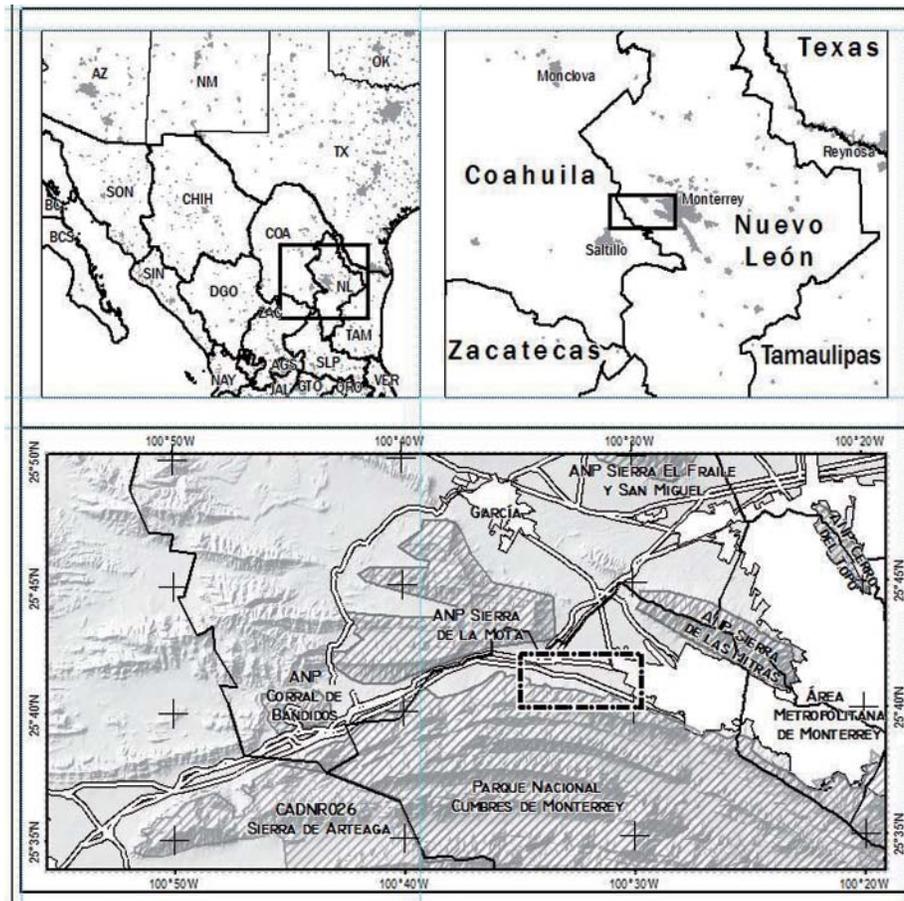


Fig. 1. Localización del área de estudio.

área de copa, y su frecuencia con base en su existencia en los sitios de muestreo. Los resultados se utilizaron para obtener un valor ponderado a nivel de especie denominado índice de valor de importancia (IVI), que adquiere valores porcentuales en una escala del 0 al 100 (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

i. Abundancia (AR_i)

La abundancia relativa y absoluta se evaluó mediante la siguiente fórmula:

$$A_i = N_i / S$$

$$AR_i = \left(\frac{A_i}{\sum_{i=1..n} A_i} \right) \times 100$$

Donde:

- A_i es la abundancia absoluta
- AR_i es la abundancia relativa de la especie i respecto a la abundancia total
- N_i es el número de individuos de la especie i
- S la superficie de muestreo (ha).

ii. Dominancia (DR_i)

La dominancia relativa y absoluta se evaluó mediante la siguiente fórmula:

$$D_i = Ab_i / S(ha)$$

$$DR_i = \left(\frac{D_i}{\sum_{i=1..n} D_i} \right) \times 100$$

Donde:

- D_i es la dominancia absoluta
- DR_i es la dominancia relativa de la especie i

respecto a la dominancia total

- Ab el área de copa de la especie i
- S la superficie (ha).

iii. Frecuencia (FR_i)

La frecuencia relativa y absoluta se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$F_i = P_i / NS$$

$$FR_i = \left(\frac{F_i}{\sum_{i=1..n} F_i} \right) \times 100$$

Donde:

- F_i es la frecuencia absoluta,
- FR_i es la frecuencia relativa de la especie i respecto a la frecuencia total
- P_i es el número de sitios en la que está presente la especie i
- NS el número total de sitios de muestreo

iv. Índice de valor de importancia (IVI)

El índice de valor de importancia (IVI) se define como (Moreno, 2001):

$$IVI = \frac{AR_i + DR_i + FR_i}{3}$$

v. Riqueza de especies

Para estimar la riqueza de especies se utilizó el índice de Margalef (DMg), mediante la siguiente ecuación:

$$D_{Mg} = \frac{(S-1)}{\ln(N)}$$

vi. Diversidad alfa

Para la diversidad alfa se utilizó el índice de Shannon & Weaver (H'), mediante la

siguiente ecuación (Shannon, 1948; Magurran, 2004):

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \times \ln(p_i)$$

$$p_i = n_i / N$$

Donde:

- S es el número de especies presentes
- N es el número total de individuos
- n_i es el número de individuos de la especie i
- p_i es la proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i)

vii. Índice de distribución vertical de especies (A)

Para la caracterización de la estructura vertical de las especies se utilizó el índice de distribución vertical de especies (A) (Pretzsch, 2009; Del Río *et al.*, 2003). A indica valores entre 0 y un valor máximo (A_{max}). Un valor A= 0 significa que el rodal está constituido por una sola especie que ocurre en un solo estrato. A_{max} se alcanza cuando la totalidad de las especies ocurren en la misma proporción tanto en el rodal como en los diferentes estratos (Pretzsch, 2009; Corral *et al.*, 2005). Para la estimación de la distribución vertical de las especies, se definieron tres zonas de altura (Pretzsch, 2009; Jiménez *et al.*, 2001), siendo éstas: zona I: 80%-100% de la altura máxima del área; zona II: 50%-80%, y zona III: de 0 a 50%. Este índice (A) sirve para determinar la diversidad estructural en cuanto a la distribución vertical de las especies y se calcula con la siguiente fórmula:

$$A = -\sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^z p_{ij} \times \ln p_{ij}$$

Donde:

S = número de especies presentes;
Z = número de estratos de altura;
 p_{ij} = porcentaje de especies en cada zona, y se estima mediante la siguiente ecuación

$$p_{ij} = n_{ij} / N$$

Donde

n_{ij} = número de individuos de la misma especie (i) en la zona (j) y
N = número total de individuos.

Para poder comparar el índice de Pretzsch es necesario estandarizarlo y esto se realiza mediante el valor de A_{max} , que se calcula de la siguiente manera:

$$A_{max} = \ln(S \times Z)$$

Entonces se puede estandarizar el valor de A acorde a:

$$A_{rel} = \frac{A}{\ln(S \times Z)} \times 100$$

A partir de esto se pueden hacer comparaciones entre rodales en los que ocurren especies diferentes.

Para el análisis de la información se utilizó el software estadístico de licencia libre "R" ver. 2.15-0 y la paquete Vegan para el análisis de diversidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el área evaluada se registraron nueve familias, 14 géneros y 15 especies. Fabaceae y Cactaceae son las familias que registraron más especies con tres cada una, seguidas de Asteraceae y Koeberliniaceae con dos

Cuadro 1. Lista de especies registradas en el matorral desértico micrófilo del área de estudio.
La clasificación es por orden alfabético de las especies.

Nombre científico	Nombre común	Familia	Forma de crecimiento
<i>Acacia farnesiana</i> Willd.	huizache	Fabaceae	árbol, arbusto
<i>Agave lechuguilla</i> Torr.	lechuguilla	Agavaceae	roseta
<i>Castela erecta</i> subsp. <i>texana</i> (Torr. & A. Gray) Cronquist	chaparro amargoso	Simaroubaceae	arbusto
<i>Celtis pallida</i> Torr.	granjeno	Ulmaceae	arbusto
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	anacahuíta	Boraginaceae	arbusto
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i> (I.M. Johnst.) Isely	tasajillo	Cactaceae	arbusto
<i>Echinocereus poselgeri</i> Lam.	cola de rata	Cactaceae	arbusto
<i>Echinocereus stramineus</i> (Engelm.) Rümpler	alicoche	Cactaceae	arbusto
<i>Guaiacum angustifolium</i> Engelm.	guayacán	Zygophyllaceae	arbusto
<i>Gutierrezia microcephala</i> (DC.) A. Gray	escobilla	Asteraceae	subarbusto
<i>Koeberlinia spinosa</i> Zucc.	corona de cristo	Koeberliniaceae	arbusto
<i>Larrea tridentata</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Coville	gobernadora	Zygophyllaceae	arbusto
<i>Parkinsonia texana</i> var. <i>macra</i> (I.M. Johnst.) Isely	palo verde	Fabaceae	árbol, arbusto
<i>Parthenium argentatum</i> A. Gray	guayule	Asteraceae	subarbusto
<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	mezquite	Fabaceae	árbol, arbusto

especies; para las familias restantes sólo se registró una especie (cuadro 1).

Valores de importancia

Abundancia. En cuanto al número de individuos por hectárea, tres especies fueron las más abundantes. La especie *Gutierrezia microcephala* (Asteraceae) con 584 individuos por hectárea (N/ha) fue la más abundante, seguida por *Prosopis glandulosa* (Fabaceae) con 368 N/ha y *Castella erecta* (Simaroubaceae) con 300 N/ha (cuadro 3). Estas especies han sido señaladas como indicadoras de sobrepastoreo y perturbación (Carey, 1994; Palacios, 2006) y de suelos pobres (Kelly *et al.*, 2001).

Gutierrezia microcephala se distribuye por el norte de México, en Sonora, Chihuahua, Coahuila y Nuevo León; sur de Texas, Colorado, Utah y California en los Estados Unidos y se la puede encontrar en matorrales áridos y en pastizales. *P. glandulosa* en México se distribuye en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas; en el suroeste de los estados unidos es una especie que se considera agresiva e intensamente combatida (Rzedowski, 1988) y se encuentra condicionada al sobrepastoreo (Palacios, 2006). *C. erecta* se distribuye en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí y Tamaulipas; y en Estados Unidos en Texas, básicamente en el matorral xerófilo en suelos rocosos y calizos (Kelly *et al.*, 2001).

Dominancia. Las especies dominantes pertenecen a las familias Fabaceae y Simarubaceae, con 1 554 m²/ha de cobertura de copa; *P. glandulosa* es la especie más dominante y abarca el 62% de la cobertura del área de estudio. La especie que le continúa

es *C. erecta* con 516 m²/ha correspondientes al 20.6% de la cobertura del área de estudio, y una tercera especie es *A. farnesiana* con 145 m²/ha y una dominancia relativa de 6%. La especie menos dominante es una suculenta y pertenece a la familia Cactaceae, dicha especie, *E. stramineus*, presenta menos de 1 m²/ha de cobertura, seguida *C. pallida* y *E. poselgeri* con 2.5 y 3.8 m²/ha respectivamente (cuadro 2). El área evaluada presenta 2 505 m²/ha de cobertura, lo que representa una cobertura baja, es decir tres cuartas partes del área muestreada se encuentran desprovistas de vegetación.

Frecuencia. Las especies con mayor frecuencia son *P. glandulosa* y *C. erecta*, presentes en 19 de los 25 sitios de muestreo, con 21% de frecuencia relativa; la especie inmediata inferior es *P. argentatum* presente en 12 sitios. Las especies menos frecuentes son *A. farnesiana*, *C. pallida*, *C. boissieri* y *L. tridentata* presentes en uno de los 25 sitios de muestreo (cuadro 2).

Índice de valores de importancia (IVI). El mayor peso ecológico, con un IVI del 35%, lo tiene *P. glandulosa*. Las especies que le continúan en importancia son *C. erecta* con 19.5% de IVI y *G. microcephala* con 15.2%. Las especies con menor peso ecológico son *C. pallida* y *L. tridentata* con 0.5% y *K. spinosa* con 0.9% de IVI (cuadro 2).

Riqueza de especies. En los 25 sitios de muestreo se encontró un total de 15 especies desde suculentas hasta árboles (cuadro 1). El valor de riqueza (DMg), fue de 2.29 que comparado con otros estudios en distintos tipos de vegetación (Alanís *et al.*, 2010a; Alanís *et al.*, 2010b; Canizales *et al.*, 2009 y Villavicencio *et al.*, 2005), indica una riqueza media e incluso baja, que pudiera

Cuadro 2. Valores de importancia para las especies del matorral desértico micrófilo del área de estudio. La clasificación es por orden alfabético de las especies.

Núm.	Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		Valores de importancia	
		Abs N/ha	Rel %	Abs m ² /ha	Rel %	Abs N/Sitio	Rel %	IVI	IVRel
1	<i>Acacia farnesiana</i>	16	1	145	6	1	1	8	3
2	<i>Agave lechuguilla</i>	224	13	35	1	2	2	16	5
3	<i>Castaia erecta</i>	300	17	516	21	19	21	58	19
4	<i>Celtis pallida</i>	4	0	3	0	1	1	1	0
5	<i>Cordia boissieri</i>	8	0	58	2	1	1	4	1
6	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	28	2	56	2	6	7	10	3
7	<i>Echinocereus posegeri</i>	28	2	4	0	3	3	5	2
8	<i>Echinocereus stramineus</i>	24	1	0	0	6	7	8	3
9	<i>Guaiacum angustifolium</i>	48	3	26	1	5	6	9	3
10	<i>Gutierrezia microcephala</i>	584	33	51	2	10	11	46	15
11	<i>Koeberlinia spinosa</i>	8	0	5	0	2	2	3	1
12	<i>Larrea tridentata</i>	4	0	7	0	1	1	2	1
13	<i>Parkinsonia texana</i>	8	0	25	1	2	2	4	1
14	<i>Parthenium argentatum</i>	140	8	20	1	12	13	22	7
15	<i>Prosopis glandulosa</i>	368	21	1 554	62	19	21	104	35
		1 792	100	2 505	100	90	100	300	100

Ref: Abs =valores absolutos; **Rel** =valores relativos (%); **N/ha** = número de árboles por hectárea; **IVI**= índice de valor de importancia; **IVRel** = índice de valores de importancia relativos (%).

estar relacionada con el grado de perturbación del área.

Diversidad alfa. El índice de Shannon-Weaver (H') es de 1.87, que indica mayor diversidad comparado con el análisis de la diversidad arbórea en áreas restauradas postincendio en el parque ecológico Chipinque, México ($H'=1.56$); de Alanís *et al.*, (2010a) pero menor con los datos reportados por Alanís *et al.*, (2010b) en su estudio en un bosque tropical caducifolio ($H'=2.69$); Canizales *et al.*, (2009), Caracterización estructural del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental ($H'=3.0$), y Villavicencio *et al.*, (2005), Caracterización estructural y diversidad de comunidades arbóreas de La Sierra de Quila ($H'=2.23$).

Índice de distribución vertical de las especies (Pretzsch). El análisis de la distribución vertical se realizó definiendo tres estratos, alto, medio y bajo. El estrato alto se encuentra conformado por *A. farnesiana* y *P. glandulosa* con cuatro y 16 individuos por hectárea (N/ha) en esta clasificación de altura. El estrato medio lo conforman cinco especies y dos son las que lo dominan *P. glandulosa* y *C. erecta* con 56 y 16 N/ha constituyendo el 67 y 19% de las especies presentes en este estrato (cuadro 3). Para el estrato bajo se encontraron todas las especies del área de estudio. La especie más abundante en esta clasificación fue *G. microcephala* con 584 N/ha, seguida de *P. glandulosa* con 296 N/ha, *C. erecta* y *A. lechuguilla* con 284 y 224 N/ha respectivamente (cuadro 3).

El valor obtenido a partir del índice vertical de especies (A) fue 2.04 con un Amax de 3.08 y un Arel de 53.8% lo que indica diversidad estructural media en los estratos

de altura; valores de Arel cercanos a 100% indican que todas las especies se encuentran distribuidas equitativamente en los tres estratos de altura. Estos resultados muestran similitudes con los presentados por Alanís *et al.* (2010a), Jiménez *et al.* (2009) y Villavicencio *et al.* (2005).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se presentan las siguientes conclusiones; 1) las especies con mayor índice de valor de importancia registradas se clasifican como indicadoras de sobrepastoreo o disturbio, lo cual constituye un reflejo del historial de uso del suelo; 2) la especie *Prosopis glandulosa* registró un 34.6% de IVI siendo la especie que presenta mayor peso ecológico en el área de estudio; 3) el matorral desértico micrófilo del área de estudio muestra alta capacidad de regeneración, presentando una riqueza de especies de $S = 15$; 4) los valores de diversidad muestran una heterogeneidad media en cuando a la distribución porcentual de las especies; 5) en cuando al índice de distribución vertical se tiene que la vegetación presenta una diversidad media en los estratos, es decir, en un 53% de Arel. Evaluar este tipo de comunidades ayuda a su caracterización, ya que brindan un panorama detallado del estado en que se encuentran las comunidades vegetales, que soportan acciones para el manejo de los ecosistemas terrestres. La presente investigación aporta información básica para el manejo, restauración y rehabilitación de uno de los ecosistemas más representativos del noreste de México, el matorral desértico micrófilo de Nuevo León.

Cuadro 3. Valores del índice vertical de Pretzsch para el matorral desértico micrófilo del área de estudio.

	Índice de Pretzsch			
	N	N/ha	Proporción (%)	
Del total			En la zona	
Estrato I				
<i>Acacia farnesiana</i>	1	4	0.2	20
<i>Prosopis glandulosa</i>	4	16	0.9	80
Suma	5	20	1.1	100
Estrato II				
<i>Acacia farnesiana</i>	1	4	0.2	5
<i>Castela erecta</i>	4	16	0.9	19
<i>Cordia boissieri</i>	1	4	0.2	5
<i>Parkinsonia texana</i>	1	4	0.2	5
<i>Prosopis glandulosa</i>	14	56	3.1	67
Suma	21	84	4.7	100
Estrato III				
<i>Acacia farnesiana</i>	2	8	0.4	0
<i>Agave lechuguilla</i>	56	224	12.5	13
<i>Castela erecta</i>	71	284	15.8	17
<i>Celtis pallida</i>	1	4	0.2	0
<i>Cordia boissieri</i>	1	4	0.2	0
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	7	28	1.6	2
<i>Echinocerus poselgeri</i>	7	28	1.6	2
<i>Echinocerus stramineus</i>	6	24	1.3	1
<i>Guaiacum angustifolium</i>	12	48	2.7	3
<i>Gutierrezia microcephala</i>	146	584	32.6	35
<i>Koeberlinia spinosa</i>	2	8	0.4	0
<i>Larrea tridentata</i>	1	4	0.2	0
<i>Parkinsonia texana</i>	1	4	0.2	0
<i>Parthenium argentatum</i>	35	140	7.8	8
<i>Prosopis glandulosa</i>	74	296	16.5	18
Suma	422	1 688	94.2	100
Suma total	448	1 792	100	300

LITERATURA CITADA

- Alanís, R.E.; J. Jiménez, A. Valdecantos, M. Pando, O. Aguirre, y E. Treviño, 2011. "Caracterización de regeneración leñosa postincendio de un ecosistema templado del Parque Ecológico Chipinque, México". *Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, **17**(1): 31-39.
- Alanís, R.E.; J. Jiménez, M. Pando, O.A. Aguirre, E.J. Treviño, y P. Canizales, 2010a. "Caracterización de la diversidad arbórea en áreas Restauradas post-incendio en el parque ecológico Chipinque, México". *Acta biol. Colomb.*, **15**(2): 309-324.
- Alanís, R.E.; R.R. Aranda, J. M. Mata, P.A. Canizales, J. Jiménez, J.I. Uvalle, A. Valdecantos, y M. G. Ruiz, 2010b. "Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio en San Luis Potosí, México". *Ciencia UANL*, **8**(3): 287-293.
- Alvis, J., 2009. "Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayan". *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. Facultad de ciencias agropecuarias, **7**(1): 115-122.
- Canizales, C.; G. Alanís, S. Favela, M. Torres, E. Alanís, J. Jiménez, y H. Padilla, 2010. "Efecto de la actividad turística en la diversidad y estructura del bosque de galería en el noreste de México". *Ciencia UANL*, **13**(1): 55-63.
- Canizales, P.A.; E. Alanís, R. Aranda, J.M. Mata, J. Jiménez, G. Alanís, J. I. Uvalle, y M.G. Ruiz, 2009. "Caracterización estructural del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental, Nuevo León". *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, **15**(2): 115-120.
- Carey, J.H., 1994. *Gutierrezia microcephala*. En: "Fire Effects Information System". U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory. [En línea]. Disponible en: <http://www.fs.fed.us/database/feis/> Fecha de consulta: 11 de octubre de 2012.
- Corral, J.; O. Aguirre, J. Jiménez, y S. Corral, 2005. "Un análisis del efecto del aprovechamiento forestal sobre la diversidad estructural en el Bosque Mesófilo de Montaña 'El Cielo', Tamaulipas, México". *Investigaciones Agrarias: Sistema de Recursos Forestales*, **14**(2): 217-228.
- Del Río, M.; F. Montes, I. Cañellas, y G. Montero, 2003. "Índices de diversidad estructural en masas forestales". *Investigaciones Agrarias: Sistema de Recursos Forestales*, **12**(1): 159-176.
- Gadow, K.; O. Sánchez, y J. Álvarez, 2007. *Estructura y Crecimiento del Bosque*. 287 pp.
- Jiménez, J.; O. Aguirre, y H. Kramer, 2001. "Análisis de la estructura horizontal y vertical en un ecosistema multicohortal

- de pino-encino en el norte de México”. *Investigaciones Agrarias: Sistema de Recursos Forestales*, **10**(2): 355-366.
- Jiménez, J.; E. Alanís, J.L. Ruiz, M.A. González, J.I. Yerena, y G.J. Alanís, 2012. “Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola en el noreste de México”. *Ciencia UANL*, **15**(2): 66-71.
- Jiménez, P.J.; E. Alanís, Ó. Aguirre, M. Pando, y M. González, 2009. “Análisis sobre el efecto del uso del suelo en la diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco”. *Madera y Bosques*, **15**(3): 5-20.
- Kelly, L.M., H. Ochoterena, y R. Medina, 2001. *Flora del valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Instituto de biología, UNAM. 25 pp. [en línea]. Disponible en: <http://www.ibiologia.unam.mx/BIBLIO68/fulltext/fasiculosfloras/fas32-36.pdf>. Fecha de consulta: 11 de octubre de 2012.
- León, J.; G. Vélez, y A. Yepes, 2009. “Estructura y composición florística de tres robledales en la región norte de la cordillera central de Colombia”. *Rev. Biol. Trop.*, **57**(4): 1165-1182.
- Magurran, A., 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science Ltd. Blackwell Publishing Company. Oxford, UK. 256 pp.
- Marcelo, J.; C. Reynel, P. Zevallos, F. Bulnes, y A. Pérez, 2007. “Diversidad, composición florística y endemismos en los bosques estacionalmente secos alterados del distrito de Jaén, Perú”. *Ecología Aplicada*, **6**(1-2): 9-22.
- Moreno, C.E., 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. Manual y tesis SEA. Editado por Cooperación Iberoamericana (CYTED), Unesco (Orcyt) y SEA. Vol. 1. Pachuca, Hidalgo, México. 83 pp.
- Mostacedo, B., y T. Fredericksen, 2000. *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Santa Cruz, Bolivia: Editora El País. 87 pp.
- Navar, Ch., y E. González, 2009. “Diversidad, estructura y productividad de bosques templados de Durango, México”. *Polibotánica*, **27**: 71-87.
- Noy-Meir, I.; M. Mascó, M. Giorgis, D. Gurvich, D. Perazzolo, y G. Ruiz, 2012. “Estructura y diversidad de dos fragmentos del bosque de Espinal en Córdoba, un ecosistema amenazado”. *Bol. Soc. Argent. Bot.*, **47**(1-2): 119-133.
- Palacios, R.A., 2006. “Los Mezquites Mexicanos: Biodiversidad y Distribución Geográfica”. *Bol. Soc. Argent. Bot.*, **41**(1-2): 99-121 [en línea]. Disponible en: www.scielo.org.ar/pdf/bsab/v41n1-2/v41n1-2a10.pdf. Fecha de consulta: 11 de octubre de 2012.
- Pretzsch, H., 2009. *Forest Dynamics, Growth and Yield. From Measurement to Model*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Alemania. 664 pp.

- Rzedowski, J., 1988. "Análisis de la distribución geográfica del complejo *Prosopis* (Leguminosae, Mimosoideae) en Norteamérica". *Acta Botánica Mexicana*, **3**: 7-18 [en línea]. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/574/57400302.pdf>. Fecha de consulta: 11 de octubre de 2012.
- Rzedowski, J., 2006. *Vegetación de México*. 1ra. ed. digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 255 pp.
- Rzedowski, J., y G. Calderón, 1988. "Dos nuevas localidades de *Larrea tridentata* (Zygophyllaceae) en el Centro de México y su interés fitogeográfico". *Acta Botánica Mexicana*, **1**: 7-9.
- Shannon, C., 1948. "The mathematical theory of communication". En: *The mathematical theory of communication*. Shannon C.E. y Weaver W. (Ed). Univ. of Illinois Press Urbana. 29-125 pp.
- Villavicencio, G. R.; P. Bauche, A. Gallegos, A. L. Santiago, y F. M. Huerta, 2005. "Caracterización estructural y diversidad de comunidades arbóreas de La Sierra de Quila". *Boletín IBUG*, **13**(1): 67-76.

Recibido: 11 febrero 2013. Aceptado: 21 noviembre 2013.