

Caracterización y estructura florística de un grupo funcional vegetal del matorral espinoso tamaulipeco

Characterization and floristic structure of a plant functional group of tamaulipan thornscrub

GABRIEL GRACIANO-ÁVILA^{1*}, EDUARDO ALANÍS-RODRÍGUEZ^{1*}, ÓSCAR A. AGUIRRE-CALDERÓN¹, MARCO A. GONZÁLEZ-TAGLE¹, ERNESTO A. RUBIO-CAMACHO² & J. MANUEL MATA BALDERAS³

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

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. INIFAP, CIRPAC-C.E. Centro Altos de Jalisco.

³Gestión Estratégica y Manejo Ambiental S.C. Carretera San Miguel-Huinalá # 935. Tercer piso. Local 38. Plaza comercial Acanto. Apodaca, N. L. México.

*gabri.e.l@hotmail.com

RESUMEN

La estructura, la diversidad y densidad de la vegetación son elementos importantes para la caracterización de los ecosistemas. En el presente estudio se caracterizó la estructura y diversidad de especies suculentas, arbustivas y arbóreas en un área del matorral espinoso tamaulipeco. Para ello se establecieron 70 sitios de muestreo de 10 × 10 m (100 m²), dentro de los cuales se realizó un censo de todas las especies arbóreas y arbustivas ($d_{0,10\text{ m}} > 5\text{ cm}$), incluyendo a las plantas suculentas. A cada individuo se le hicieron mediciones de diámetro de copa. Para cada especie se obtuvo el índice de valor de importancia (IVI), calculado a partir de tres variables, *abundancia* de acuerdo con el número de árboles por hectárea ($n\text{ ha}^{-1}$), *dominancia* a través de la cobertura del área de copa y *frecuencia* con base en su presencia en los sitios de muestreo. Además, se calcularon los índices de diversidad de Shannon (H') y riqueza de Margalef (D_{MG}). En total se registraron 67 especies, 55 géneros y 25 familias. Este grupo funcional vegetal presenta una densidad de 3,313 ind ha⁻¹ y una cobertura de copas de 16,671 m² ha⁻¹. *Acacia rigidula* obtuvo el mayor valor de importancia con 8,04% de IVI_{rel} . La curva de rango/abundancia de especies se ajustó a una función log-normal, característica de las asociaciones vegetales maduras. Para el índice de Margalef se obtuvo un valor de $D_{MG}=8,14$, lo cual indica una alta riqueza de especies. Con lo anterior se aportan elementos cuantitativos de la vegetación arbórea, arbustiva y suculenta de un grupo funcional vegetal del matorral espinoso tamaulipeco, indicando que este tipo de vegetación presenta una alta diversidad y riqueza de especies en comparación con otras asociaciones vegetales del matorral.

PALABRAS CLAVE: Plantas suculentas, densidad, índices de diversidad.

ABSTRACT

The structure, diversity and density of vegetation are important for the characterization of ecosystems. In the present study was characterized the structure and diversity of succulent species, trees and shrubs in area of tamaulipan thornscrub of the northeast of Mexico. Was established 70 sampling sites 10 x 10 m (100 m²), where was perform a census of all trees and shrubs ($d_{0,10\text{ m}} > 5\text{ cm}$), including succulent plants. Were made to each individual measurements of diameter of canopy. For each specie was obtained the importance value index (IVI) calculated starting of three variables, *abundance* according with the number of trees per hectare ($n\text{ ha}^{-1}$) *dominance* across of the coverage of the canopy area, and *frequency* with base in its presence in the sites of sampling. Also was calculated the Shannon index (H') and Margalef index (D_{MG}). In total were registered 67 species, 55 genres and 25 families. This plant group present a density of 3,313 ind ha⁻¹ and the coverage of the canopy area of 16,671 m²/ha⁻¹. *Acacia rigidula* was the one that obtained the major values of importance with 8.04% of IVI_{rel} . The curve of range/abundance of species adjusted to a log-normal function, characteristic of the associations of ripe plant. For the Margalef Index was obtained a value of $D_{MG}=8.14$, this indicates a high richness of species. With this are provided quantitative elements of the arboreal vegetation, shrubby and succulent of a vegetable plant functional group of the tamaulipan thornscrub, indicating that this type of vegetation presents a high diversity and richness of species compared to other ripe plant associations of shrub.

KEYWORDS: Succulents, density, indexes of diversity.

INTRODUCCIÓN

La vegetación de las regiones de México con clima árido y semiárido es muy variada desde el punto de vista fisonómico (Rzedowski 1978). Con 3,2% de la superficie del territorio Nacional, el estado de Nuevo León alberga cerca del 10% de las plantas superiores del país, con aproximadamente más de 2.400 especies (Alanís *et al.* 1996). La vegetación del estado ocupa 5.196.342 ha, de las cuales 348.637 ha corresponden a la superficie arbolada y las restantes 4.847.709 ha están ocupadas por vegetación de matorral y zonas áridas (SARH 1994). Cabe señalar que la vegetación de las regiones de clima seco de México se conoce como matorral xerófilo, dentro de esta denominación general se incluyen numerosos tipos de vegetación, entre los que destaca el matorral espinoso tamaulipeco y el matorral submontano (Rzedowski 2006).

El matorral espinoso tamaulipeco (MET) es una comunidad arbustiva formada por la dominancia de plantas espinosas y caducifolias. Su distribución se localiza en la porción norte de la Llanura Costera del Golfo Norte y el extremo sur de la Gran Llanura de Norteamérica con una superficie de 125.000 km² (Foroughbakhch *et al.* 2005, Rzedowski 2006). Este ecosistema presenta una alta riqueza específica y diversidad de especies arbóreas y arbustivas

(Heiseke & Foroughbakhch 1985, Alanís *et al.* 2008, Jiménez *et al.* 2013, Mora *et al.* 2013).

Los estudios que evalúan la estructura arbórea y arbustiva del matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México se iniciaron desde hace décadas y se han centrado en evaluar asociaciones vegetales maduras (Reid *et al.* 1990, Domínguez *et al.* 2013, Mora *et al.* 2013, Ramírez-Lozano *et al.* 2013) o regeneradas después de diversas actividades productivas (Jiménez *et al.* 2012, Alanís *et al.* 2013, Jiménez *et al.* 2013). En los últimos años se han incrementado el número de investigaciones de esta temática (Alanís *et al.* 2015a), pero aún no se ha generado una investigación que, además de considerar el elemento arbóreo y arbustivo, cuantifique también las suculentas.

Las plantas suculentas son distribuidas ampliamente en las zonas áridas y semiáridas de México y tienen una gran importancia social, económica y ecológica (Sánchez *et al.* 2010, Codron *et al.* 2011). Por ejemplo, México es el país que alberga la mayor riqueza en especies de la familia Cactaceae, con alrededor de 850 especies que corresponden al 45% de la totalidad de esta familia nativa del continente americano. También en México se encuentra el mayor número de especies endémicas, cerca del 85% de las especies crecen solamente en este país (Hernández-Libera 1996).

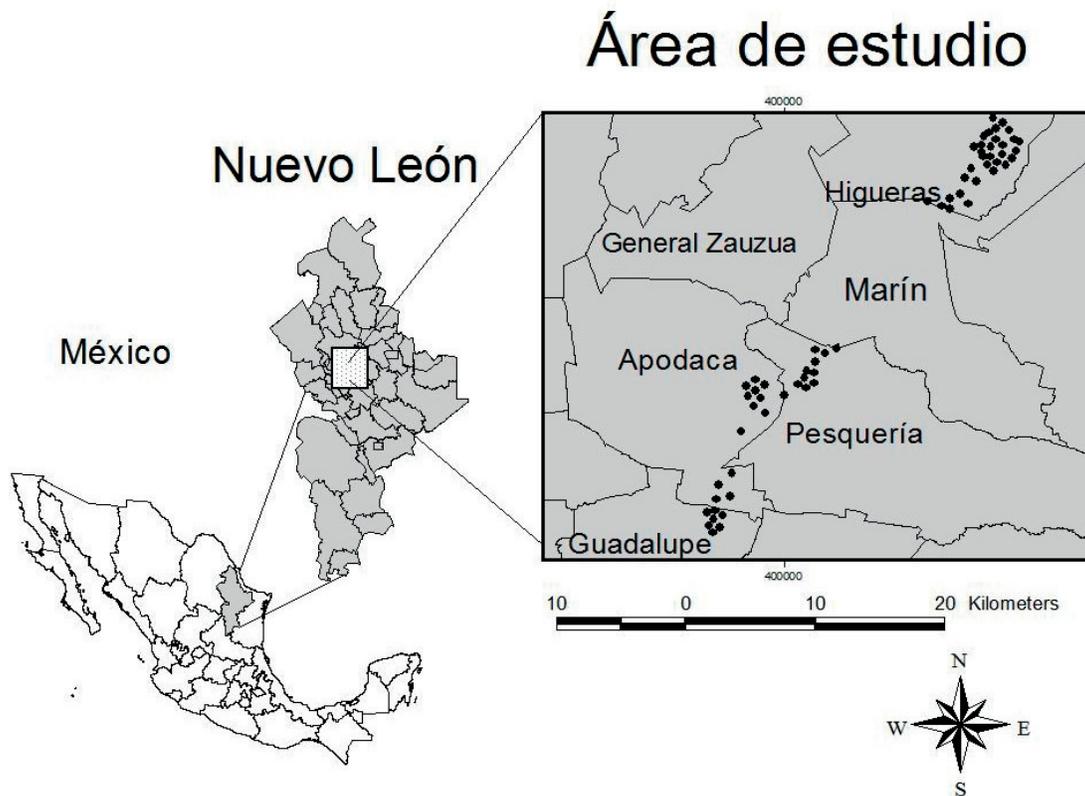


FIGURA 1. Ubicación del área de estudio. Se muestran las parcelas de muestreo. / Location of the study area. It shows the sampling plots.

De esta forma el presente estudio tiene por objetivo generar información sobre la diversidad y composición del matorral espinoso tamaulipeco mediante la caracterización florística y estructural a nivel general, tomando como muestra especies arbóreas, arbustivas y suculentas de un grupo funcional vegetal. Esto permitirá brindar elementos para la toma de decisiones que apoyen la conservación y el manejo sustentable en este ecosistema.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en una asociación vegetal de matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México, específicamente en los municipios de Apodaca, Guadalupe, Higuera y Pesquería en el estado de Nuevo León (Fig. 1). Las coordenadas de ubicación son 25°47'07" N y 100°07'30" W, con una amplitud altitudinal de 344 a 648 m s.n.m.

TOMA DE DATOS EN CAMPO

En la primavera de los años 2013 y 2014 se evaluó el grupo funcional vegetal arbóreo y arbustivo, así como a las plantas suculentas del área de estudio. Se establecieron aleatoriamente 70 parcelas de muestreo de 10 x 10 m (100 m²), lo cual constituye una superficie total evaluada de 7000 m². Las parcelas que se ubicaron en áreas desprovistas de comunidad vegetal (urbanas, agrícolas, pecuarias, etc.) o presentaban una distancia menor de 100 m de otra parcela fueron excluidas. En cada una de ellas se realizó un censo de todas las plantas suculentas, arbustos y árboles ≥ 5 cm de diámetro basal ($d_{0,10}$). A todos los individuos se les midió el diámetro de copa (d_{copa}) en sentido norte-sur y este-oeste con una cinta métrica y fueron identificados por personal del laboratorio de la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL apoyándose de la base de datos de The Plant List (2013).

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para cada especie se determinó su abundancia de acuerdo con el número de árboles, su dominancia en función del área de copa y su frecuencia con base en su presencia en los sitios de muestreo. Las variables relativizadas 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 de 0 a 100 (Müeller-Dombois & Ellenberg 1974). Las fórmulas para estos cálculos se describen a continuación.

$$A_i = \frac{N_i}{E}$$

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

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 , y E la superficie de muestreo (ha).

La cobertura relativa se evaluó mediante:

$$D_i = \frac{Ab_i}{E(ha)}$$

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

donde D_i es la cobertura absoluta, DR_i es cobertura relativa de la especie i respecto a la cobertura, Ab el área de copa de la especie i y E la superficie (ha).

La frecuencia relativa se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$F_i = \frac{P_i}{NS}$$

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

donde F_i es la frecuencia absoluta, FR_i es la frecuencia relativa de la especie i respecto a la suma de las frecuencias, P_i es el número de sitios en el que está presente la especie i y NS el número total de sitios de muestreo.

El índice de valor de importancia (IVI) se define como (Müeller-Dombois & Ellenberg 1974):

$$IVI = \frac{\sum_{i=1}^{i-1} (AR_i, DR_i, FR_i)}{3}$$

El Índice de Valor de Importancia Familiar (IVIF) adquiere valores de 0 a 100% y se calculó de la siguiente manera (Whittaker 1972, Moreno 2001):

$$IVIF = \frac{\sum_{i=1}^{i-1} (ARF_i, DRF_i, FRF_i)}{3}$$

donde ARF_i = abundancia relativa de la familia i respecto a la abundancia total, DRF_i = dominancia relativa de la familia i respecto a la dominancia total, y FRF_i = frecuencia relativa de la familia i respecto a la frecuencia total.

Para describir la estructura del grupo funcional vegetal en términos de la abundancia de cada especie se utilizaron curvas de rango/abundancia (rango de especies/abundancia de especies) (Magurran 2004), las cuales muestran la relación entre el valor de abundancia absoluta de las especies en función de un arreglo secuencial que va de la más común a la más rara (Martella *et al.* 2012). En la actualidad existen muchos modelos que se utilizan para describir la diversidad de especies en una asociación vegetal. Sin embargo, en este estudio solo se analizan tres de los más conocidos: el

modelo Poisson de la serie normal logarítmica, el modelo Serie Geométrica y el Modelo Neutral de Alonso y Mackane (Prado *et al.* 2014). Se ajustaron los modelos mediante el método de máxima verosimilitud. Los programas utilizados para dicho ajuste son dos principalmente, el R v 3.1.2 (R Development Core Team 2011) y el RStudio v 0,99 ("RStudio," n.d.), utilizando las rutinas de Prado *et al.* (2014). La selección de los modelos se llevó a cabo mediante dos métodos, visual y estadístico. El método visual evalúa el comportamiento de los datos predichos contra los observados de manera gráfica, esto es, se observa que la distribución de los datos sea similar. El método estadístico utilizado fue el criterio de información de Akaike (AIC), en el que se comparan los modelos seleccionados tomando en cuenta su ajuste y su complejidad, cuando se comparan dos modelos utilizando este método la selección del mejor modelo está en función del menor valor en AIC. Sin embargo, también se toma en cuenta el valor delta AIC (dAIC), que compara los modelos con base a su resultado de AIC, menos el mínimo AIC. Cuando el dAIC es menor a 2 quiere decir que no hay diferencia entre los modelos.

Para estimar la diversidad alfa se utilizó el índice de Margalef (D_{Mg}) y el índice de Shannon-Weaver (H') mediante las ecuaciones (Shannon 1948, Magurran 2004):

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

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

$$p_i = n_i / N$$

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 y 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).

RESULTADOS

RIQUEZA

Se registraron 47 especies arbóreas y arbustivas y 20 especies suculentas. Las especies arbóreas y arbustivas están distribuidas en 41 géneros y 22 familias (Tabla 1), las familias con mayor número de especies fueron, Fabaceae y Rhamnaceae con 10 y 5 especies, respectivamente, seguidas de las familias Euphorbiaceae y Verbenaceae con cuatro especies cada una. Estas cuatro familias incluyeron 18 géneros y 23 especies, lo que constituye 34,3% de la vegetación registrada en las 70 parcelas de muestreo.

Las 20 especies suculentas se encuentran distribuidas en 14 géneros y 3 familias (Tabla 1). La familia Cactaceae

presentó el mayor número de especies con 17, seguida de las familias Asparagaceae con dos especies y Bromeliaceae con una especie, lo que constituye el 29,8% de la vegetación registrada en el grupo funcional vegetal evaluado.

ESTRUCTURA

El grupo funcional evaluado presentó una densidad de 3.313 ind ha⁻¹. Las familias del grupo de las arbóreas y arbustivas con mayor densidad fueron Fabaceae (16,93%), Asteraceae (15,85%) y Verbenaceae (14,28), sumando un 47,06% del total. La cobertura de copas fue de 16,671 m² ha⁻¹, lo que indica que hay una cobertura del 100% y sobreposición de copas. Las familias que presentaron mayor cobertura fueron Fabaceae (27,26%) y Rutaceae (21,77%), sumando un 49,03% del total. Las familias Fabaceae, Rutaceae, Asteraceae, Scrophulariaceae y Verbenaceae fueron las más importantes de acuerdo con los valores del Índice de Valor de Importancia Familiar (IVIF), sumando 55,3% del total del grupo funcional estudiado. Las familias Passifloraceae, Krameriaceae, Solanaceae, Celastraceae, Rubiaceae, Caesalpiniaceae fueron las que presentaron menos de 1% de IVIF (Tabla 2).

En relación al grupo de las suculentas, las familias con mayor densidad fueron Cactaceae (4,71%) y Asparagaceae (4,01%) sumando 8,72% del total. La mayor cobertura la presentó la familia Asparagaceae con 3,75% del total. Las familias con mayor peso ecológico fueron Cactaceae (5,34%) y Asparagaceae (4,7%), sumando 10% del total del grupo funcional evaluado (Tabla 2).

Las especies con mayor densidad fueron *Lippia graveolens* (13,9%), *Chromolaena odorata* (9,48%), *Acacia rigidula* (8,03%) y *Leucophyllum frutescens* (7,33%) sumando 38,8% del total. Las especies con mayor cobertura fueron *Helietta parvifolia* (13,07%), *Acacia rigidula* (10,5%), *Zanthoxylum fagara* (8,7%) y *Cordia boissieri* (8,4%), sumando un 40,7% del total. Las especies que se encuentran presentes en el mayor número de sitios fueron *Leucophyllum frutescens* en 56 sitios (80%), *Acacia rigidula* en 45 sitios (64,3%) y *Eysenhardtia texana* en 43 sitios (61,4%). Según los valores del Índice de Valor de Importancia (IVI) *Acacia rigidula* (8,04%), *Leucophyllum frutescens* (7,19%), *Helietta parvifolia* (6,71) y *Lippia graveolens* (6,43) fueron las más sobresalientes, al registrar los valores más altos, sumando 28,38% del total del grupo funcional vegetal evaluado. El 58,2% de las especies (39 de 67) presentan valores de IVI inferiores de 1,0% (Tabla 3).

En relación al grupo de las suculentas, las especies con mayor densidad fueron *Agave lechuguilla* (2,29%) y *Agave aspérrima* (1,21%), sumando 3,5% del total. La mayor cobertura la presentó la especie *Agave lechuguilla* (0,42%) y *Hechtia glomerata* (0,14%) sumando 0,56% del total. Las especies con mayor peso ecológico fueron *Agave lechuguilla* (1,86%) y *Agave aspérrima* (1,17%) (Tabla 3).

TABLA 1. Nombre científico, nombre común, familia y forma de crecimiento de las especies registradas en el área de estudio (ordenadas alfabéticamente por nombre científico). / Scientific name, common name, family and growth form of the species recorded in the study area (listed alphabetically by scientific name).

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	FORMA DE CRECIMIENTO
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Huizache	Fabaceae	Arbustiva
<i>Acacia greggii</i> A. Gray	Uña de gato	Fabaceae	Arbustiva
<i>Acacia rigidula</i> Benth.	Gavia	Fabaceae	Arbustiva
<i>Acacia wrightii</i> A. Gray	Uña de gato	Fabaceae	Arbustiva
<i>Agave asperrima</i> Jacobi	Agave cenizo	Asparagaceae	Suculenta
<i>Agave lechuguilla</i> Torr.	Lechuguilla	Asparagaceae	Suculenta
<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook.) Tronc.	Aloysia	Verbenaceae	Arbustiva
<i>Ariocarpus retusus</i> Scheidw. subsp. <i>trigonus</i> (F.A.C. Weber) E.F. Anderson & Fitz Maurice	Chaute	Cactaceae	Suculenta
<i>Bernardia myricifolia</i> (Scheele) S. Watson.	Oreja de ratón	Euphorbiaceae	Arbustiva
<i>Castela tortuosa</i> Liebm.	Chaparro amargoso	Simaroubaceae	Arbustiva
<i>Celtis pallida</i> Torr.	Granjeno	Cannabaceae	Arbustiva
<i>Cercidium macrum</i> I.M. Johnst.	Palo verde	Fabaceae	Arbórea
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M. King y H. Rob.	Ageratina	Asteraceae	Arbustiva
<i>Colubrina greggii</i> S. Watson.	Manzanita	Rhamnaceae	Arbórea
<i>Colubrina texensis</i> (Torr. & A. Gray) A. Gray	Manzanita de los puercos	Rhamnaceae	Arbustiva
<i>Condalia hookeri</i> M.C. Johnst.	Brasil	Rhamnaceae	Arbórea
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	Anacahuíta	Boraginaceae	Arbustiva
<i>Corynopuntia schottii</i> (Engelm.) F.M. Knuth	Perritos	Cactaceae	Suculenta
<i>Coryphantha nickelsiae</i> (K.Brandege) Britton & Rose	Biznaguita partida	Cactaceae	Suculenta
<i>Coryphantha salinensis</i> A. Zimmerman ex Dicht & A. Luethy	Biznaguita partida mayor	Cactaceae	Suculenta
<i>Croton torreyanus</i> Müll. Arg.	Croto	Euphorbiaceae	Arbustiva
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i> (DC.) F.M. Knuth	Tasajillo	Cactaceae	Suculenta
<i>Diospyros texana</i> Scheele	Chapote prieto	Ebenaceae	Arbórea
<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	Dodonea	Sapindaceae	Arbustiva
<i>Ebenopsis ebano</i> (Berland.) Barneby & J.W. Grimes	Ébano	Fabaceae	Arbórea
<i>Echinocactus horizionthalonius</i> Lem.	Mancacaballo	Cactaceae	Suculenta
<i>Echinocactus texensis</i> Hopffer	Mancacaballo anguloso	Cactaceae	Suculenta
<i>Echinocereus parkeri</i> N.P. Taylor	Pitayo	Cactaceae	Suculenta
<i>Echinocereus pentalophus</i> (DC.) Lem.	Pitayo postrado	Cactaceae	Suculenta
<i>Echinocereus poselgeri</i> Lem.	Sacazil	Cactaceae	Suculenta
<i>Ehretia anacua</i> (Terán & Berland.) I.M. Johnst.	Anacua	Boraginaceae	Arbórea
<i>Eysenhardtia texana</i> Scheele	Vara dulce	Fabaceae	Arbustiva
<i>Ferocactus hamatacanthus</i> (Muehlenpf.) Britton & Rose	Biznaga ganchuda	Cactaceae	Suculenta
<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	Panalero	Oleaceae	Arbustiva
<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less.	Pegajosilla	Asteraceae	Arbustiva
<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	Tenaza	Fabaceae	Arbórea
<i>Hechtia glomerata</i> Zucc.	Guapilla	Bromeliaceae	Suculenta

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	FORMA DE CRECIMIENTO
<i>Helietta parvifolia</i> (A. Gray) Benth.	Barreta	Rutaceae	Arbustiva
<i>Jatropha dioica</i> Sessé	Sangre de drago	Euphorbiaceae	arbustiva
<i>Krameria ramosissima</i> (A. Gray) S. Watson	Krameria	Krameriaceae	arbustiva
<i>Lantana achyranthifolia</i> Desf.	Lantanilla	Verbenaceae	Arbustiva
<i>Lantana camara</i> L.	Lantana	Verbenaceae	Arbustiva
<i>Leucaena pulverulenta</i> (Schltdl.) Benth.	Leucaena	Fabaceae	Árborea
<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berland.) I.M. Johnst.	Cenizo	Scrophulariaceae	Arbustiva
<i>Lippia graveolens</i> Kunth	Oreganillo	Verbenaceae	Arbustiva
<i>Lycium berlandieri</i> Dunal	Cilindrillo	Solanaceae	Arbustiva
<i>Mammillaria heyderi</i> Muehlenpf.	Biznaga de chilitos	Cactaceae	Suculenta
<i>Mammillaria prolifera</i> (Mill.) Haw.	Biznagueta	Cactaceae	Suculenta
<i>Neomammillaria candida</i> (Scheidw.) Britton & Rose	Bola de nieve	Cactaceae	Suculenta
<i>Neopringlea integrifolia</i> (Hemsley) S. Watson	Corvagallina	Salicaceae	arbórea
<i>Nicotiana glauca</i> Graham	Tabaquillo	Solanaceae	arbustiva
<i>Opuntia engelmannii</i> (Salm-Dyck) ex Engelm.	Nopal	Cactaceae	Suculenta
<i>Parkinsonia acuelata</i> L.	Retama	Caesalpiniaceae	Árborea
<i>Parthenium incanum</i> Kunth.	Mariola	Asteraceae	Arbustiva
<i>Porlieria angustifolia</i> (Engelm.) A. Gray	Guayacán	Zygophyllaceae	Arbustiva
<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	Mezquite	Fabaceae	Árborea
<i>Randia laetevirens</i> Standl.	Crucillo	Rubiaceae	Árborea
<i>Rhamnus humboldtiana</i> Willd. ex Schut.	Coyotillo	Rhamnaceae	arbustiva
<i>Ricinus communis</i> L.	Higuerilla	Euphorbiaceae	Arbustiva
<i>Schaefferia cuneifolia</i> A. Gray	Capul	Celastraceae	Arbustiva
<i>Sclerocactus scheeri</i> (Salm-Dyck) N.P. Taylor	Biznagueta ganchuda	Cactaceae	Suculenta
<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D. Penn.	Coma	Sapotaceae	Arbustiva
<i>Turbinicarpus saueri</i> (Boed.) John & Ríha	Biznagueta	Cactaceae	Suculenta
<i>Turnera diffusa</i> Willd. ex Schult.	Damiana	Passifloraceae	Arbustiva
<i>Yucca filifera</i> Chabaud	Yuca	Asparagaceae	Árborea
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Colima	Rutaceae	Arbustiva
<i>Ziziphus obtusifolia</i> (Hook. ex Torr. & A. Gray) A. Gray	Clepe	Rhamnaceae	Arbustiva

CURVA DE RANGO/ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES

En la Figura 2 se muestran las 3 curvas de rango/abundancia para todas las especies registradas en el muestreo de la vegetación. Solo la primera curva se ajusta gráficamente a la distribución Poisson-Lognormal, las otras 2 curvas, Geométrica y la distribución Neutral de Alonso y Mackane, no se ajustan a la distribución de los datos (Fig. 2, Tabla 4).

ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES

La riqueza específica del grupo funcional vegetal del matorral espinoso tamaulipeco estudiado fue de 67 especies y presentó un índice de Margalef de $D_{Mg}=8,14$. En relación al valor de diversidad de especies, el valor del índice de Shannon fue de $H'=3,36$.

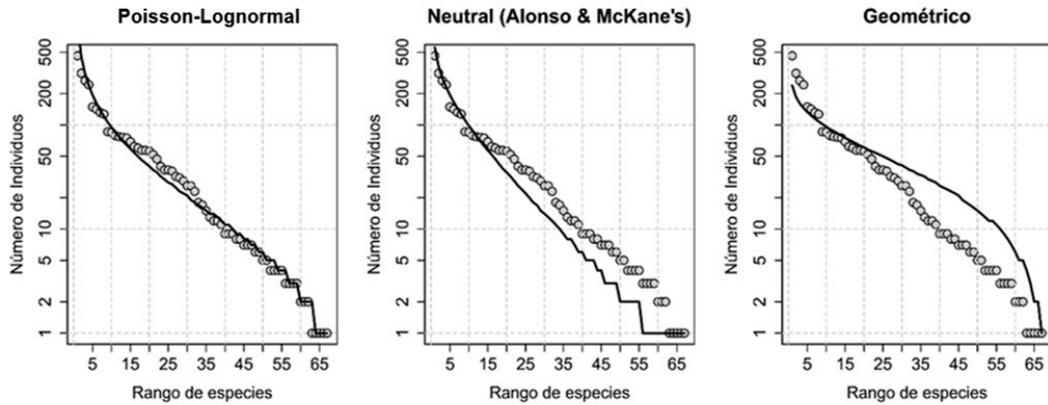


FIGURA 2. Curvas observadas de rango/abundancia de las especies para el matorral espinoso tamaulipeco del área de estudio, en donde las especies se agrupan de la más común a la más rara. / Curves observed range/abundance of species for the tamaulipan thornscrub of the study area, wherein species are grouped of the common to the rare.

TABLA 2. Parámetros estructurales estimados para las familias registradas en el área de estudio. IVIF = Índice de Valor de Importancia Familiar. Las familias están ordenadas en forma descendente según su IVIF. / Structural parameters estimated for the families registered in the study area. IVIF = Index of Value Family Importance. Families are sorted in descending order according to their IVIF.

FAMILIA	ABUNDANCIA		DOMINANCIA		FRECUENCIA		IVIF
	ABSOLUTA	RELATIVA	ABSOLUTA	RELATIVA	ABSOLUTA	RELATIVA	
	(n ha ⁻¹)	(%)	(m ² ha ⁻¹)	(%)	(%)	(%)	
Fabaceae	561	16,93	4544,93	27,26	235,71	20,55	21,58
Rutaceae	259	7,82	3628,55	21,77	81,43	7,10	12,23
Asteraceae	525	15,85	875,69	5,25	20,00	1,74	7,61
Scrophulariaceae	243	7,33	1211,61	7,27	80,00	6,97	7,19
Verbenaceae	473	14,28	247,49	1,48	50,00	4,36	6,71
Boraginaceae	87	2,63	1405,72	8,43	58,57	5,11	5,39
Cactaceae	156	4,71	16,44	0,10	128,57	11,21	5,34
Rhamnaceae	238	7,18	266,92	1,60	77,14	6,72	5,17
Asparagaceae	133	4,01	624,73	3,75	72,86	6,35	4,70
Cannabaceae	60	1,81	966,66	5,80	45,71	3,99	3,86
Ebenaceae	36	1,09	824,56	4,95	27,14	2,37	2,80
Euphorbiaceae	116	3,50	133,89	0,80	45,71	3,99	2,76
Oleaceae	52	1,57	483,08	2,90	34,29	2,99	2,49
Sapotaceae	37	1,12	445,37	2,67	34,29	2,99	2,26
Salicaceae	37	1,12	379,22	2,27	27,14	2,37	1,92
Zygophyllaceae	69	2,08	54,20	0,33	32,86	2,86	1,76
Sapindaceae	57	1,72	267,76	1,61	18,57	1,62	1,65
Simaroubaceae	23	0,69	166,16	1,00	30,00	2,62	1,44
Bromeliaceae	32	0,97	23,74	0,14	22,86	1,99	1,03
Passifloraceae	56	1,69	13,29	0,08	4,29	0,37	0,71
Krameriaceae	47	1,42	23,29	0,14	2,86	0,25	0,60
Solanaceae	8	0,24	44,43	0,27	8,57	0,75	0,42
Celastraceae	5	0,15	6,54	0,04	4,29	0,37	0,19
Rubiaceae	2	0,06	3,07	0,02	2,86	0,25	0,11
Caesalpiniaceae	1	0,03	13,74	0,08	1,43	0,12	0,08
	3313	100	16671,06	100	1147,14	100	100

TABLA 3, Parámetros estructurales estimados para las especies registradas en el área de estudio, IVI = Índice de Valor de Importancia, Las especies están ordenadas en forma descendente según su IVI, / Structural parameter estimates for the species recorded in the study area, IVI = Index of Importance Value, The species are sorted in descending order by IVI,

ESPECIE	ABUNDANCIA		DOMINANCIA		FRECUENCIA		IVI
	ABSOLUTA (n ha ⁻¹)	RELATIVA (%)	ABSOLUTA (m ² ha ⁻¹)	RELATIVA (%)	ABSOLUTA	RELATIVA (%)	
<i>Acacia rigidula</i>	266	8,03	1750,59	10,50	64,29	5,60	8,04
<i>Leucophyllum frutescens</i>	243	7,33	1211,61	7,27	80,00	6,97	7,19
<i>Helietta parvifolia</i>	127	3,83	2178,88	13,07	37,14	3,24	6,71
<i>Lippia graveolens</i>	462	13,95	245,31	1,47	44,29	3,86	6,43
<i>Zanthoxylum fagara</i>	132	3,98	1449,67	8,70	44,29	3,86	5,51
<i>Cordia boissieri</i>	86	2,60	1400,29	8,40	57,14	4,98	5,33
<i>Chromolaena odorata</i>	314	9,48	788,38	4,73	4,29	0,37	4,86
<i>Eysenhardtia texana</i>	79	2,38	788,38	4,73	61,43	5,35	4,16
<i>Celtis pallida</i>	60	1,81	966,66	5,80	45,71	3,99	3,86
<i>Havardia pallens</i>	85	2,57	915,52	5,49	37,14	3,24	3,77
<i>Rhamnus humboldtiana</i>	142	4,29	129,94	0,78	54,29	4,73	3,27
<i>Acacia greggii</i>	77	2,32	654,61	3,93	34,29	2,99	3,08
<i>Diospyros texana</i>	36	1,09	824,56	4,95	27,14	2,37	2,80
<i>Forestiera angustifolia</i>	52	1,57	483,08	2,90	34,29	2,99	2,49
<i>Sideroxylon celastrinum</i>	37	1,12	445,37	2,67	34,29	2,99	2,26
<i>Neopringlea integrifolia</i>	37	1,12	379,22	2,27	27,14	2,37	1,92
<i>Agave lechuguilla</i>	76	2,29	69,84	0,42	32,86	2,86	1,86
<i>Porlieria angustifolia</i>	69	2,08	54,20	0,33	32,86	2,86	1,76
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	149	4,50	70,24	0,42	2,86	0,25	1,72
<i>Yucca filifera</i>	17	0,51	542,76	3,26	14,29	1,25	1,67
<i>Dodonaea viscosa</i>	57	1,72	267,76	1,61	18,57	1,62	1,65
<i>Castela tortuosa</i>	23	0,69	166,16	1,00	30,00	2,62	1,44
<i>Jatropha dioica</i>	57	1,72	25,10	0,15	27,14	2,37	1,41
<i>Colubrina texensis</i>	75	2,26	86,32	0,52	8,57	0,75	1,18
<i>Agave asperrima</i>	40	1,21	12,13	0,07	25,71	2,24	1,17
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	31	0,94	6,82	0,04	27,14	2,37	1,11
<i>Hechtia glomerata</i>	32	0,97	23,74	0,14	22,86	1,99	1,03
<i>Parthenium incanum</i>	62	1,87	17,07	0,10	12,86	1,12	1,03
<i>Opuntia engelmannii</i>	26	0,78	7,73	0,05	20,00	1,74	0,86
<i>Croton torreyanus</i>	29	0,88	56,71	0,34	12,86	1,12	0,78
<i>Turnera diffusa</i>	56	1,69	13,29	0,08	4,29	0,37	0,71
<i>Acacia farnesiana</i>	13	0,39	157,71	0,95	8,57	0,75	0,70
<i>Cercidium macrum</i>	11	0,33	79,13	0,47	12,86	1,12	0,64
<i>Krameria ramosissima</i>	47	1,42	23,29	0,14	2,86	0,25	0,60
<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	18	0,54	0,62	0,00	12,86	1,12	0,56
<i>Leucaena pulvurenta</i>	15	0,45	89,30	0,54	4,29	0,37	0,45
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	12	0,36	27,89	0,17	8,57	0,75	0,43
<i>Ricinus communis</i>	26	0,78	41,99	0,25	1,43	0,12	0,39
<i>Turbinicarpus saueri</i>	12	0,36	0,15	0,00	8,57	0,75	0,37
<i>Coryphantha salinensis</i>	8	0,24	0,06	0,00	8,57	0,75	0,33

ESPECIE	ABUNDANCIA		DOMINANCIA		FRECUENCIA		IVI
	ABSOLUTA	RELATIVA	ABSOLUTA	RELATIVA	ABSOLUTA	RELATIVA	
	(n ha ⁻¹)	(%)	(m ² ha ⁻¹)	(%)		(%)	
<i>Echinocereus pentalophus</i>	8	0,24	0,03	0,00	8,57	0,75	0,33
<i>Acacia wrightii</i>	9	0,27	55,58	0,33	4,29	0,37	0,33
<i>Coryphantha nickelsie</i>	7	0,21	0,01	0,00	8,57	0,75	0,32
<i>Corynopuntia schottii</i>	9	0,27	0,02	0,00	7,14	0,62	0,30
<i>Ariocarpus retusus</i>	7	0,21	0,01	0,00	7,14	0,62	0,28
<i>Neomammillaria candida</i>	7	0,21	0,01	0,00	7,14	0,62	0,28
<i>Nicotiana glauca</i>	4	0,12	35,17	0,21	4,29	0,37	0,24
<i>Ebenopsis ebano</i>	3	0,09	28,06	0,17	4,29	0,37	0,21
<i>Prosopis glandulosa</i>	3	0,09	26,07	0,16	4,29	0,37	0,21
<i>Schaefferia cuneifolia</i>	5	0,15	6,54	0,04	4,29	0,37	0,19
<i>Bernardia myricifolia</i>	4	0,12	10,09	0,06	4,29	0,37	0,18
<i>Lycium berlandieri</i>	4	0,12	9,26	0,06	4,29	0,37	0,18
<i>Aloysia gratissima</i>	9	0,27	1,44	0,01	2,86	0,25	0,18
<i>Condalia hookeri</i>	4	0,12	18,81	0,11	2,86	0,25	0,16
<i>Echinocereus parkeri</i>	6	0,18	0,19	0,00	2,86	0,25	0,14
<i>Colubrina greggii</i>	5	0,15	3,97	0,02	2,86	0,25	0,14
<i>Randia laetevirens</i>	2	0,06	3,07	0,02	2,86	0,25	0,11
<i>Echinocactus horizontalonius</i>	2	0,06	0,10	0,00	2,86	0,25	0,10
<i>Echinocactus texensis</i>	6	0,18	0,48	0,00	1,43	0,12	0,10
<i>Parkinsonia acuelata</i>	1	0,03	13,74	0,08	1,43	0,12	0,08
<i>Mammillaria prolifera</i>	3	0,09	0,12	0,00	1,43	0,12	0,07
<i>Sclerocactus scheeri</i>	3	0,09	0,05	0,00	1,43	0,12	0,07
<i>Ehretia anacua</i>	1	0,03	5,43	0,03	1,43	0,12	0,06
<i>Echinocereus poselgeri</i>	2	0,06	0,05	0,00	1,43	0,12	0,06
<i>Lantana achyranthifolia</i>	1	0,03	0,55	0,00	1,43	0,12	0,05
<i>Lantana camara</i>	1	0,03	0,18	0,00	1,43	0,12	0,05
<i>Mammillaria heyderi</i>	1	0,03	0,01	0,00	1,43	0,12	0,05
	3313	100	16671,06	100	1147,14286	100	100

TABLA 4, Ajuste de los modelos a la distribución de la abundancia de especies en el área de estudio, Donde loglik= Logaritmo de verosimilitud; AIC= Criterio de Información de Akaike; dAIC= Delta, / Adjustment the models to the distribution of species abundance in the study area, Where loglik = log likelihood; AIC = Information Criterion of Akaike; dAIC =Delta,

MODELO	loglik	AIC	dAIC
Poisson Lognormal	-314,10	632,19	0,00
Modelo Neutral	-316,97	635,95	3,76
Modelo Geométrico	-327,68	657,36	25,17

DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que la riqueza de especies arbóreas y arbustivas registrada en el matorral espinoso tamaulipeco del área de estudio (47) es mayor a la registrada por Mora *et al.* (2013) quienes reportaron 21 especies y menor a la registrada por Domínguez *et al.* (2013) quienes registraron 53 especies al evaluar la diversidad del MET en otras áreas maduras y sin perturbación utilizando el mismo método de muestreo. Sin embargo en estos estudios no se consideraron las especies suculentas, lo que hace que en el presente estudio se registre mayor riqueza (67 especies), dando muestra de la importancia de incluir las especies suculentas en este tipo de estudios. La familia Fabaceae y el género *Acacia* fueron los más representativos, coincidiendo con lo reportado en los estudios de composición y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco de Mora *et al.* (2013) y Domínguez *et al.* (2013).

Comparando los valores obtenidos de los índices de Margalef ($D_{Mg}=8,14$) y Shannon ($H'=3,36$) con estudios realizados (Alanís 2006, Jiménez *et al.* 2012, Pequeño *et al.* 2012) en otras asociaciones vegetales de matorral que se desarrollan en el estado de Nuevo León, se puede deducir que se trata de un grupo funcional vegetal diverso. Estos resultados son similares a los reportados por otros autores (Canizales *et al.* 2009, Alanís *et al.* 2015a) que han evaluado asociaciones vegetales maduras del matorral submontano considerando especies arbóreas, arbustivas y suculentas utilizando el mismo método de muestreo. Alanís *et al.* (2015a) evaluaron un matorral submontano contiguo al Área Metropolitana de Monterrey (Noreste de México) y registraron valores de índice de Margalef ($D_{Mg}=6,02$) y Shannon ($H'=3,02$). También son equiparables con los resultados de Canizales *et al.* (2009) quienes caracterizaron un área del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental, y reportaron valores de índice de Margalef ($D_{Mg}=6,34$) y Shannon ($H'=3,00$).

La abundancia registrada ($3.313 \text{ ind ha}^{-1}$) es superior a lo reportado por González *et al.* (2010) y Jiménez *et al.* (2012), los cuales registraron 1.741 n ha^{-1} y 2.370 n ha^{-1} respectivamente al evaluar un área del MET. Sin embargo, Alanís *et al.* (2015a) registraron una abundancia de 3.629 n ha^{-1} al evaluar un matorral submontano contiguo al Área Metropolitana de Monterrey, considerando plantas arbóreas, arbustivas y suculentas. El valor de la cobertura de copas registrado ($16.671 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) indica que existe una cobertura superior al 100% y por lo tanto un considerable traslape de copa. El traslape de copa es continuamente registrado en estudios realizados en asociaciones vegetales maduras del matorral espinoso tamaulipeco, en donde no influye si se toman en consideración las especies suculentas (García & Jurado 2008, Mora *et al.* 2013, Domínguez *et al.* 2013).

Las especies, *Acacia rigidula*, *Leucophyllum frutescens*

y *Helietta parvifolia* fueron las que presentaron el mayor índice de valor de importancia. Estos resultados coinciden con lo reportado por González *et al.* (2010), quienes registraron a *Acacia rigidula* como la especie con mayor valor de importancia al evaluar la composición y estructura de la vegetación en tres sitios de Nuevo León. De la misma forma, Estrada *et al.* (2004) señalaron que es palpable el predominio de *Acacia rigidula* en el matorral espinoso tamaulipeco y matorral submontano. García & Jurado (2008) reportaron a las especies *Helietta parvifolia* y *Acacia rigidula* como las especies con mayor valor de importancia en un estudio de caracterización del matorral con condiciones prístinas.

En la Tabla 3 se aprecia que las especies *Lippia graveolens*, *Eupatorium odoratum*, *Acacia rigidula* y *Leucophyllum frutescens* tienen una abundancia alta, mientras que *Parkinsonia aculeata*, *Ehretia anacua*, *Lantana achyranthifolia*, *Lantana camara* y *Mammillaria heyderi* son especies raras. Alanís-Rodríguez *et al.* (2015b) registraron a *Acacia amentacea* y *Leucophyllum frutescens* como especies con una abundancia alta al evaluar la estructura y diversidad del matorral submontano contiguo a la ciudad de Monterrey.

Las especies registradas en el área de estudio presentan una distribución de tipo log normal. Coincidiendo con Alanís *et al.* (2015a) quienes determinaron que las especies de un área del matorral submontano contiguo al área metropolitana de Monterrey, presentan una distribución de este mismo tipo. Generalmente la distribución de tipo Poisson-lognormal es registrada en estudios donde las asociaciones vegetales se encuentran en estado maduro (Long *et al.* 2012, Martella *et al.* 2012, Matthews & Whittaker 2014, Alanís-Rodríguez *et al.* 2015b). Otros estudios señalan que este tipo de distribución es la más común en asociaciones vegetales sin disturbio (Zacarias-Eslava *et al.* 2011, Long *et al.* 2012, Martella *et al.* 2012, Matthews & Whittaker 2014).

CONCLUSIONES

El área estudiada del MET presenta una alta riqueza específica y diversidad de especies arbóreas, arbustivas y suculentas en comparación con otras asociaciones vegetales del matorral del noreste de México. Las familias con mayor importancia por su contribución al grupo funcional vegetal estudiado son Fabaceae, Rutaceae, Asteraceae, Scrophulariaceae y Verbenaceae. Las especies más importantes son *Acacia rigidula*, *Leucophyllum frutescens*, *Helietta parvifolia* y *Lippia graveolens*. La curva de rango/abundancia de las especies se ajustó mejor a una función log-normal, la cual es una distribución característica en la mayoría de las asociaciones vegetales maduras y sin perturbación.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca de manutención otorgada al primer autor y a la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León por las facilidades otorgadas en la ejecución de la investigación.

LITERATURA CITADA

- ALANÍS, E. 2006. Diversidad de especies arbóreas y arbustivas en áreas con distinto historial de uso antropogénico en el matorral espinoso tamaulipeco. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, N.L., México. 110 pp.
- ALANÍS, E., JIMÉNEZ, J., AGUIRRE, O.A., TREVIÑO, E.J., JURADO, E., GONZÁLEZ, M.A. 2008. Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL* 11: 56-62.
- ALANÍS, E., JIMÉNEZ, J., CANIZALES, P.A., GONZÁLEZ, H., MORA-OLIVO, A. 2015a. Estado actual del conocimiento de la estructura arbórea y arbustiva del matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. *Revista Iberoamericana de Ciencias* 2(7): 69-80.
- ALANÍS, E., JIMÉNEZ, J., GONZÁLEZ, M.A., YERENA, J.I., CUELLAR, L.G., MORA, A. 2013. Análisis de la vegetación secundaria del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Phyton International Journal of Experimental Botany* 82: 185-192.
- ALANÍS, F.G., CANO, C.G., ROVALO, M.M. 1996. Vegetación y flora de Nuevo León, una guía botánico ecológica. CEMEX-Impresora Monterrey, Monterrey, N. L. México. 251 pp.
- ALANÍS-RODRÍGUEZ, E., JIMÉNEZ-PÉREZ, J., MORA-OLIVO, A., MARTÍNEZ-ÁVALOS, J.G., MATA-BALDERAS, J.M., CHÁVEZ-COSTA, A.C., RUBIO-CAMACHO, E.A. 2015b. Estructura y diversidad del matorral submontano contiguo al área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México. *Acta Botánica Mexicana* 113: 1-19.
- CANIZALES-VELÁZQUEZ, P.A., ALANÍS-RODRÍGUEZ, E., ARANDA-RAMOS, R., MATA-BALDERAS, J.M., JIMÉNEZ-PÉREZ, J., ALANÍS-FLORES, G., UVALLE-SAUCEDA, J.I., RUÍZ-BAUTISTA, M.G. 2009. Caracterización estructural del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental, Nuevo León, México. *Revista Chapingo, Series Ciencias Forestales y del Ambiente* 15: 115-120.
- CODRON, J.C.G. 2011. 5.2.1 Las plantas del desierto: adaptación y oportunidad. URL: <http://ocw.unican.es/ciencias-sociales-y-juridicas/biogeografia/materiales/tema-5/5.2.1-las-plantas-del-desierto-adaptacion-y> Accedido: Marzo 20, 2016.
- DOMÍNGUEZ, T.G., GONZÁLEZ, H., RAMÍREZ, R.G., ESTRADA, A.E., CANTÚ, I., GÓMEZ, M.V., VILLARREAL, J.Á., SOCORRO, M., ALANÍS, G. 2013. Diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco durante las épocas seca y húmeda. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 4(17): 106-123.
- ESTRADA, E., YEN, C., DELGADO, A., VILLARREAL, J.A. 2004. Leguminosas del centro del estado de Nuevo León, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* 75: 73-85.
- FOROUGHBAKHCH, R., REYES-REYNA, G., ALVARADO-VÁZQUEZ, M.A., HERNÁNDEZ-PIÑERO, J.L., ROCHA, A. 2005. Use of quantitative methods to determine leaf biomass on 15 woody shrub species in northeastern Mexico. *Forest Ecology and Management* 216: 359-366.
- GARCÍA, J., JURADO, E. 2008. Caracterización del matorral con condiciones prístinas en Linares N.L., México. *Ra Ximhai* 4(1): 1-21.
- GONZÁLEZ, H., RAMÍREZ, R.G., CANTÚ, I., GÓMEZ, M., UVALLE, J.I. 2010. Composición y estructura de la vegetación en tres sitios del estado de Nuevo León, México. *Polibotánica* 29: 91-106.
- HEISEKE, D., FOROUGHBAKHCH, R. 1985. El matorral como recurso forestal. Reporte científico No. 1. Facultad de Silvicultura y Manejo de Recursos Renovables. Universidad Autónoma de Nuevo León. 31 pp.
- HERNÁNDEZ-LIVERA, A.E. 1996. Cactáceas mexicanas: Problemática, y perspectivas en el IREGEP. Boletín informativo del instituto de recursos genéticos y productividad. Colegio de postgraduados en ciencias agrícolas. De enero-abril, No. 3-4.
- JIMÉNEZ, J., ALANÍS, E., RUIZ, J.L., GONZÁLEZ, M.A., YERENA, J.I., ALANÍS, G.J. 2012. Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola en el NE de México. *Ciencia UANL* 15: 66-71.
- JIMÉNEZ, J., ALANÍS, E., GONZÁLEZ, M.A., AGUIRRE, O.A., TREVIÑO, E.J. 2013. Characterizing woody species regeneration in areas with different land history tenure in the tamaulipan thornscrub, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 58: 299-304.
- LONG, W., YANG, X., LI, D. 2012. Patterns of species diversity and soil nutrients along a chronosequence of vegetation recovery in Hainan Island, South China. *Ecological Research* 27(3): 561-568.
- MAGURRAN, A.E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell, Cambridge, Massachusetts, USA. 256 pp.
- MARTELLA, M., TRUMPER, E., BELLIS, L.M., RENISON, D., GIORDANO, P., BAZZANO, G., GLEISSER, R. 2012. Manual de ecología. Evaluación de la biodiversidad. Reduca (Biología) Serie Ecología 5(1): 71-115.
- MATTHEWS, T.J., WHITTAKER, R.J. 2014. Fitting and comparing competing models of the species abundance distribution: assessment and prospect. *Frontiers of Biogeography*. 6: 67-82.
- MORA, C.A., ALANÍS, E., JIMÉNEZ, J., GONZÁLEZ, M.A., YERENA, J.I., CUELLAR, L.G. 2013. Estructura, composición florística y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Ecología Aplicada* 12(1): 29-34.
- 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., FREDERICKSEN, S. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOR; Santa Cruz, Bolivia. 87 pp.
- MÜELLER -DOMBOIS, D., ELLENBERG, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons, Nueva York. 547 pp.
- PEQUEÑO, L.M., ALANÍS, E., JIMÉNEZ, J., GONZÁLEZ, M.A., YERENA, I., CUELLAR, L.G., MORA, A. 2012. Análisis de la restauración

- pasiva post-pecuaria en el matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. *Ciencia UAT* 24(2): 48-53.
- PRADO, P.I., MIRANDA, M.D., CHALOM, A. 2014. Sads: Maximum Likelihood Models for Species Abundance Distributions. R package version 0.1, 10. URL: <http://cran.r-project.org/web/packages/sads/index.html> Viewed: November 25, 2015.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, R. 2011. R: A Language and Environment for Statistical Computing. (R.D.C. Team, Ed.) R Foundation for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. doi:10.1007/978-3-540-74686-7.
- RAMÍREZ-LOZANO, R., DOMÍNGUEZ-GÓMEZ, T.G., GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, H., CANTÚ-SILVA, I., GÓMEZ MEZA, M.V., SARQUIS-RAMÍREZ, J.I., JURADO, E. 2013. Composición y diversidad de la vegetación en cuatro sitios del noreste de México. *Madera y Bosques* 19: 59-72.
- REID, N., SMITH, S., BEYER-MÜNDEL, P., MARROQUIN, J. 1990. Floristic and structural variation in the Tamaulipan Thornscrub, Northeastern México. *Journal of Vegetation Science* 1: 529-538.
- RZEDOWSKI, J. 1978. *Vegetación de México*, Ed. Limusa, México. 432 pp.
- RZEDOWSKI, J. 2006. *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 255 pp.
- SÁNCHEZ, J.G., ESPINOSA, A., GONZÁLEZ, M.A. 2010. La sociedad de cactáceas y suculentas de Nuevo León, A.C. *CienciaUANL*, 13(3): 226-229.
- SARH. 1994. *Inventario Nacional Forestal Periódico, Memoria Nacional*. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. 74 pp.
- SHANNON, C.E. 1948. The mathematical theory of communication. In: Shannon, C.E., Weaver, W. (eds.), *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press. Urbana, IL, USA. pp. 29-125.
- The Plant List. 2013. Version 1.1. URL: <http://www.theplantlist.org/> Viewed: March 10, 2016.
- WHITTAKER, R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 213-251.
- ZACARÍAS-ESLAVA, L.E., CORNEJO-TENORIO, G., CORTÉS-FLORES, J., GONZÁLEZ-CASTAÑEDA, N., IBARRA-MANRÍQUEZ, G. 2011. Composición, estructura y diversidad del cerro El Águila, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82(3): 854-869.

Recibido: 18.12.2015
Aceptado: 10.11.2017