

Diversidad y Composición Vegetal de Matorrales en el Valle de Santa Catarina, en el Noreste de México

Manuel Mata¹, Eduardo Treviño¹, Alejandro Valdecantos², Javier Jiménez¹, Oscar Aguirre¹, Eduardo Alanís¹,
Rahim Foroughbackhch³

Facultad de Ciencias Forestales¹, Facultad de Ciencias Biológicas³
Universidad Autónoma de Nuevo León^{1,3}, Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo²
Linares, N.L., México¹, Valencia, España², San Nicolás de los Garza, N. L., México³
manuelmata792@gmail.com, a.valdecantos@ua.es, [eduardo.treviño, javier.jimenezp, oscar.aguirre,
eduardo.alanisrd]@uanl.edu.mx, rforough@fcb.uanl.mx

Abstract— This study evaluates the diversity and composition of the scrub vegetation (Rosette Desert Scrub, Microphyll Desert Scrub and Submontane Scrub) of Santa Catarina Valley (northeastern Mexico) along an altitudinal gradient. To obtain a census of shrubs, trees, succulents and grasses of the area, 32 square sampling sites of 100 m² were established randomly for each type of scrub. Species abundance (N/ha), dominance (m²/ha), frequency and importance value index (IVI) were determined for each plant community, as well as indices of alpha and beta diversity. A total of 3,197 plant specimens were recorded (74 species: 24 families), 52 species in the RDS, 57 species in the DMS and 53 species in the SC. The three types of scrubs recorded significant differences in density and coverage, presenting an average similarity (beta diversity) in plant composition and similarity in their richness and alpha diversity. The information generated in this study is of great importance, because it quantifies variables that allow the comprehension of the composition and vegetation structure of the scrubs that distribute in the Santa Catarina Valley.

Keyword— *Endemism, distribution, richness and similarity.*

Resumen— Se evaluó la diversidad y composición vegetal de los matorrales (matorral desértico rosetófilo, matorral desértico micrófilo y matorral submontano) del Valle de Santa Catarina (Noreste de México) siguiendo un gradiente altitudinal. Se establecieron 32 sitios de muestreo por cada tipo de matorral y se realizó un censo de las especies vegetales. Se determinó para cada especie su abundancia, dominancia, frecuencia e Índice de Valor de Importancia; e índices de diversidad alfa y beta de las comunidades vegetales. Se registraron 3,197 ejemplares vegetales (74 especies: 24 familias). Los tres matorrales presentaron diferencias significativas en su densidad y cobertura; una similitud media (diversidad beta) en su composición vegetal y similitud en su riqueza y diversidad alfa. Se comprende la composición y estructura vegetal de los matorrales evaluados. La información generada en este estudio es de gran importancia, porque cuantifica variables que permiten la comprensión de la estructura de la vegetación y composición de los matorrales que distribuyen en el valle de Santa Catarina.

Palabras claves— *Endemismo, distribución, riqueza y similitud.*

I. INTRODUCCIÓN

Las comunidades semiáridas constituyen un tercio de la superficie mundial y están localizadas en zonas climáticas extremas, en las que la productividad neta de la vegetación y su desarrollo está limitada por la disponibilidad de agua (Boisvenue y Running, 2006). Estas comunidades semiáridas se caracterizan por sus condiciones climatológicas extremas y por la reducida temporada de lluvias. Por otro lado, cuando estas precipitaciones se presentan lo hacen de manera intensa y de corta duración, lo cual propicia periodos de abundancia que sólo ciertos organismos adaptados a estas condiciones logran aprovechar (Thomas, 2011).

Estas condiciones climáticas contrastadas, con periodos largos de escasez hídrica y periodos cortos de abundancia, dan lugar a una serie de formas biológicas diversas que, con el objetivo de perpetuarse,

presentan adaptaciones específicas, resultando que algunas especies presenten un rango de distribución muy restrictiva (endemismo) (Valiente et al., 1991).

La biodiversidad presente en estos ecosistemas áridos y semiáridos es el resultado de procesos ecológicos y evolutivos que se han moldeando a lo largo de millones de años (FAO, 2006). Así por ejemplo, Huerta y García (2004) observaron que, en las comunidades de matorral xerófilo de México, las variables físicas de sustrato y paisaje son las principales responsables de la diversidad y riqueza de especies. Pese a que estos ecosistemas albergan gran biodiversidad (Jiménez et al., 2013), están sometidos a importantes amenazas como la elevada degradación debido al cambio de uso de suelo para el establecimiento de áreas agrícolas y pecuarias (Alanís et al., 2008; Correa, 1996; Jiménez et al., 2012).

En el norte de México se presenta una condición de matorral xerófilo con una superficie de 66'404,097 ha (Challenger et al., 2009), de la cual se deriva una serie de subtipos. Así el matorral desértico rosetófilo, el matorral desértico micrófilo y el matorral submontano son tres tipos de formación que se incluyen dentro del Matorral Xerófilo (Velázquez et al., 2002). En el estado de Coahuila, los dos primeros tipos de matorral representan el 33.2 y el 24.8% de la vegetación, respectivamente, mientras que en el estado de Nuevo León los tres tipos de matorral en conjunto/cada uno presentan un porcentaje entre el 10.5 y el 11.3% del territorio (Palacio et al., 2000). Uno de los aspectos que confiere mayor importancia a estas comunidades, especialmente a los matorrales desérticos rosetófilo y micrófilo en Coahuila, es la abundancia en especies de distribución restringida, principalmente de cactáceas (Villarreal y Encina, 2005). Otros numerosos trabajos han estudiado el estado de los ecosistemas del Noroeste de México, evaluando tanto diversos aspectos relacionados con la biodiversidad (Arriaga et al., 2000; Zamora et al., 2005; Estrada et al., 2010) como la dinámica sucesional del componente vegetal (Ugalde et al., 2008) entre otros. Sin embargo, es una región extensa que requiere información específica y actualizada que permita entender la composición y estructura de los ecosistemas presentes.

La finalidad del presente estudio fue analizar y caracterizar la estructura vegetal del Valle de Santa Catarina. Esta zona se ha visto deteriorada por factores antropogénicos en la última década, particularmente por el establecimiento de desarrollos industriales y el aprovechamiento minero a cielo abierto. Desde una perspectiva socioeconómica, el Valle de Santa Catarina representa un corredor comercial entre dos de las ciudades más importantes del noreste de México (Monterrey y Saltillo). De esta manera, en los últimos años surge la necesidad de establecer proyectos de restauración y reforestación, por lo que, la presente investigación pretende servir como línea base en la toma de decisiones para estos proyectos.

Los objetivos de la presente investigación son evaluar la diversidad y composición vegetal de matorrales siguiendo un gradiente altitudinal del noreste de México mediante: 1) la utilización de los parámetros ecológicos de abundancia, dominancia, frecuencia e índice de valor de importancia 2); la estimación de la diversidad alfa y beta de la vegetación y 3) la caracterización del estrato arbóreo mediante la densidad de individuos y el área de copa.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Área de estudio

El área de estudio se localiza en el Noreste de México, en los municipios de Santa Catarina, Nuevo León y Ramos Arizpe, Coahuila (figura 1). En el área convergen dos provincias biogeográficas: al suroeste la provincia del Altiplano Chihuahuense y al noreste la Tamaulipeca (CONABIO, 1997). Los suelos dominantes en el área de estudio son Regosol calcárico y Xerosol (INEGI, 1980). El clima es BWhwv: Muy árido, semiárido, con lluvias en verano y una temperatura y precipitación medias anuales de 24°C y 217 mm, respectivamente (Estación Meteorológica, Mina, N.L.; García, 1987).

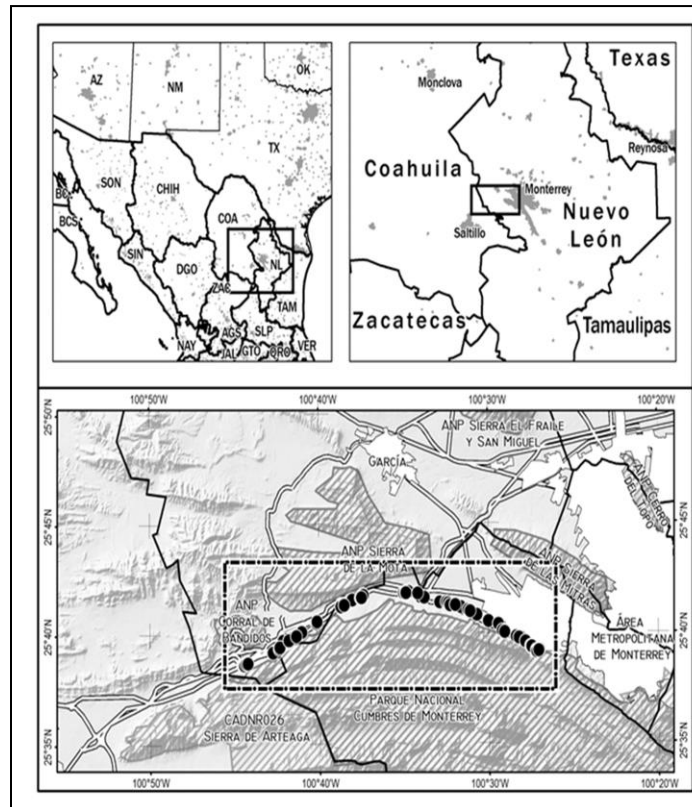


Fig. 1. Localización del área de estudio. Los puntos en el recuadro inferior representan las 96 parcelas de muestreo.

En la zona se desarrollan tres tipos de matorral sobre un gradiente altitudinal, las cuales presentan especies endémicas y de importancia ecológica. Los ecosistemas son: el Matorral Desértico Rosetófilo (MDR), el Matorral Desértico Micrófilo (MDM) y el Matorral Submontano (MSM). En estos ecosistemas se practicaba marginalmente la ganadería extensiva y en las últimas décadas se han establecido aprovechamientos de extracción de materiales. En la actualidad no existe una evaluación de la intensidad de estas actividades y del impacto sobre la estructura de los ecosistemas. Las características fisiográficas de las áreas evaluadas se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características generales de las tres áreas evaluadas: (MDR), (MDM) y (MSM).

Característica	Área evaluada		
	MDM	MSM	MDR
Latitud (N)	25°34'28''	25°32'03''	24°41'50''
Longitud (O)	100°46'49''	100°56'07''	100°35'01''
Exposición	35° NE	35° NE	25° NW
Elevación (msnm)	870	980	1,175
Pendiente (°)	0° - 5°	10° - 20°	5° - 15°
Suelo	Rc/2	Xh	Xh

RC = REGOSOL CALCÁRICO; XH = XEROSOL

B. Evaluación de la vegetación.

En la primavera del año 2012 se evaluó la comunidad vegetal de los tres tipos de matorrales (MDR, MDM y MSM), donde se consideraron todas las suculentas, herbáceas, arbustos y árboles. Se

establecieron 32 sitios de muestreo aleatoriamente en cada tipo de matorral (96 sitios de muestreo en total). Los sitios de muestreo fueron cuadrados de 10 x 10 m (100m²). En estos sitios se realizó un censo de todos los arbustos y árboles con un diámetro basal ($d_{0.10m}$) superior a 0.5cm, así como de todas las suculentas y herbáceas. El diámetro basal (diámetro tomado a 10 cm de la superficie del suelo) es una medida estándar evaluada en árboles y arbustos de matorrales del noreste de México (Jiménez et al., 2013). A todos los individuos se les efectuaron mediciones de diámetro de copa a través de una cinta métrica, midiendo el espacio ocupado en sentido norte-sur y este-oeste. Para el caso de las coberturas utilizo un flexómetro y en el caso de las alturas un clinómetro digital. Toda la información fue capturada mediante formatos de campo, fotografías y los sitios fueron georreferenciados mediante coordenadas UTM NAD 27.

C. Análisis de la información.

A partir de la información generada de los sitios de muestreo, se derivó información fitosociológica y dasométrica. Para cada especie se determinó su abundancia (N/ha), de acuerdo al número de individuos, su dominancia (m²/ha), en función a la cobertura de copa, y su frecuencia con base a su presencia en los sitios de muestreo. Los resultados se utilizaron para obtener un valor ponderado a nivel de taxón denominado Índice de Valor de Importancia (IVI), que adquiere valores porcentuales en una escala del 0 al 100 (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974; Magurran, 2004). Para determinar el índice de Riqueza de Margalef (Clifford y Stephenson, 1975), DMg , se utilizó la ecuación (1), donde s es el número de especies y N el número total de individuos.

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

La ecuación con la que se estimó el índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949), H' , se define en la ecuación (2), donde s es el número de especies presentes, y p_i es la proporción de las especies $p_i = n_i/N$; donde n_i es el número de individuos de la especie i y N es el número total de individuos.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln(p_i) \quad (2)$$

Para evaluar si existían diferencias significativas en la densidad y dominancia de la vegetación, así como en los índices de riqueza de Margalef y de diversidad de Shannon entre los matorrales evaluados, se realizó un análisis de varianza de un factor (cada tipo de matorral a tres niveles). Posteriormente, cuando se encontraron diferencias significativas en el análisis de varianza ($P < 0.050$), se efectuaron comparaciones múltiples mediante el Test HSD de Tukey. Sobre los datos de abundancia y dominancia de las especies con valores $>5\%$ se realizó un Análisis de Componentes Principales (PCA) para observar la agregación de las 96 parcelas de muestreo y su agrupamiento con los distintos tipos de matorral evaluados. Estos análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS V 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

La diversidad β (relación de la composición florística) de los tres matorrales se exploró mediante un análisis de ordenación Bray-Curtis (1957), tomando en consideración las abundancias absolutas (N/ha). El análisis se desarrolló mediante el programa BioDiversity Pro 2.0 (McAleece et al., 1997). Cabe hacer notar que los métodos y análisis utilizados en este estudio son similares a los utilizados frecuentemente

para evaluar la diversidad y composición de especies en comunidades ecológicas (Aragón, 2010; Moreno, 2011; Zacarías, 2011; Alanís, 2012).

III. RESULTADOS

A. Parámetros ecológicos.

En total se registraron 3,197 ejemplares vegetales, correspondientes a 74 especies y 24 familias (Tabla 2). En el MDM se encuentran 43 géneros distribuidos en 52 especies. El género *Acacia* es el más representativo con cuatro especies. Seis especies presentan valores de abundancia relativa superiores al 5%. Estas son, por orden de abundancia, el arbusto *Berberis trifoliolata* (13.61%), la arbórea *Prosopis glandulosa* (7.68%), la herbácea *Gutierrezia microphylla* (7.42%), las arbustivas *Leucophyllum frutescens* (6.41%) y *Calliandra conferta* (5.43%), y la herbácea *Gymnosperma glutinosum* (5.32%). Es de destacar la presencia de tres formas vitales diferentes entre las especies más abundantes, así como la presencia de 27 especies con valores porcentuales inferiores al 1.0 %. Para el MSM se registraron 48 géneros distribuidos en 57 especies. El género *Echinocereus* es el más representativo con cuatro especies seguido por *Acacia*, *Agave* y *Coryphantha* con tres. Las especies más abundantes son la roseta *Agave lechuguilla* (13.11%), las arbustivas *Leucophyllum frutescens* y *Mortonia greggii* (7.67 y 6.79%, respectivamente) y los árboles *Acacia berlandieri* y *Pinus remota* (7.61 y 5.68%, respectivamente), las cuales representan el 40.86 % de abundancia en total. Se registraron 30 especies con valores porcentuales inferiores a 1.0 %.

En el MDR se registraron 44 géneros correspondientes a 53 especies. Los géneros *Agave*, *Coryphanta* y *Echinocereus* son los más representativos con tres especies respectivamente. Una especie domina por encima de las demás, y es *A. lechuguilla*, que presenta valores de abundancia relativa de 29.64%. Las siguientes especie más representadas son la herbácea *G. microphylla* y el arbusto *Porlieria angustifolia*, con valores muy inferiores (5.88 y 4.85%, respectivamente). Se registraron 26 especies con valores porcentuales inferiores a 1.0 % (Tabla 2).

Atendiendo a la dominancia de las especies, se observan algunos cambios respecto a la abundancia, debidos a la morfología y a las formas vitales de las diferentes especies. Así, en el MDM son las especies arbustivas y arbóreas las que dominan (>5% de dominancia relativa), por lo que las dos herbáceas más abundantes (*G. microphylla* y *G. glutinosum*) muestran menos peso ecológico para esta variable. En el MSM, es el pino la especie dominante (11.66%) junto con *A. lechuguilla* (10.64%), resultando las arbustivas con valores inferiores de dominancia relativa. Finalmente, en el MDR es de nuevo *A. lechuguilla* (24.06%) la especie dominante, posicionándose en segundo lugar en cuanto a dominancia la arbórea *P. glandulosa* (5.29%).

Respecto la frecuencia relativa de las especies en las distintas parcelas de muestreo, en el MDM las especies más frecuentes son *B. trifoliolata*, *P. glandulosa* y *Forestiera angustifolium*, con valores inferiores al 5% para el resto de las especies. En el MSM son *A. lechuguilla*, *A. berlandieri* y *L. frutescens*, por este orden, las especies más frecuentes. Destaca que *P. remota* presenta unos valores de frecuencia relativa de 3.24%, siendo la octava especie más frecuente, la tercera en abundancia y la primera en dominancia. En el MDR es *A. lechuguilla* la única especie que presenta valores de frecuencia relativa superiores a 5%.

Tabla 2. Valores de abundancia, dominancia, y frecuencia relativa e índice de Valor de Importancia de las áreas evaluadas.

Nombre Científico	Forma de Vida	Área evaluada											
		Matorral Desértico Microfilo				Matorral Desértico Rosófilo				Matorral Submontano			
		AR	DR	FR	IVI	AR	DR	FR	IVI	AR	DR	FR	IVI
<i>Acacia berlandieri</i>	Arborescente	2.140	1.828	2.310	6.278	2.462	3.468	4.386	10.316	7.612	6.474	6.796	20.883
<i>Acacia farnesiana</i>	Arborescente	0.347	0.351	0.330	1.028	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acacia greggii</i>	Arborescente	1.476	1.607	1.650	4.733	2.118	2.491	3.509	8.118	0.222	0.246	0.647	1.116
<i>Acacia tomentosa</i>	Arbustiva	0.885	0.793	1.650	3.328	-	-	-	-	0.217	0.218	0.647	1.082
<i>Agave americana</i>	Roseta	1.023	0.566	1.320	2.908	3.373	4.354	3.801	11.528	1.071	0.808	1.294	3.173
<i>Agave lechuguilla</i>	Roseta	3.152	2.985	2.640	8.777	29.637	24.061	8.187	61.886	13.106	10.644	6.149	29.899
<i>Agave striata</i>	Roseta	2.036	2.227	0.990	5.253	2.159	2.492	2.047	6.698	3.527	2.547	2.589	8.663
<i>Ariocarpus retusus</i>	Crasicale	-	-	-	-	-	-	-	-	0.246	0.128	0.647	1.021
<i>Artemisia ludoviciana</i>	Herbácea	-	-	-	-	0.267	0.355	0.292	0.914	-	-	-	-
<i>Atriplex canescens</i>	Herbácea	1.873	1.203	1.320	4.396	1.921	2.291	1.462	5.675	3.934	2.836	3.236	10.007
<i>Bauhinia divaricata</i>	Arborescente	-	-	-	-	-	-	-	-	0.195	0.298	0.324	0.817
<i>Berberis trifoliolata</i>	Arbustiva	13.614	15.813	8.581	38.008	1.681	2.321	2.924	6.926	3.193	3.948	3.883	11.024
<i>Bernardia myricaefolia</i>	Arbustiva	0.724	0.653	0.660	2.038	1.037	1.541	1.462	4.039	2.015	1.878	1.942	5.835
<i>Calliandra conferta</i>	Arbustiva	5.426	5.045	4.950	15.422	2.895	4.396	2.924	10.215	1.957	1.095	1.942	4.994
<i>Celtis pallida</i>	Arbustiva	1.986	2.258	3.300	7.545	0.236	0.332	0.585	1.152	0.549	0.581	1.294	2.425
<i>Cercidium macrum</i>	Arborescente	0.601	1.021	0.660	2.282	-	-	-	-	0.223	0.356	0.647	1.226
<i>Condalia hookeri</i>	Arbustiva	3.636	4.890	4.290	12.817	1.571	2.273	2.924	6.769	4.195	5.168	4.854	14.217
<i>Cordia boissieri</i>	Arborescente	1.488	2.742	1.650	5.880	-	-	-	-	0.223	0.562	0.647	1.433
<i>Coryphantha compacta</i>	Crasicale	-	-	-	-	0.069	0.013	0.292	0.375	0.595	0.026	0.647	1.269
<i>Coryphantha difficilis</i>	Crasicale	-	-	-	-	0.553	0.068	1.170	1.790	0.198	0.015	0.971	1.185
<i>Coryphantha neglecta</i>	Crasicale	0.507	0.245	0.660	1.413	1.645	0.287	2.339	4.271	1.063	0.161	1.294	2.519
<i>Croton dioicus</i>	Arbustiva	0.625	0.196	0.330	1.151	0.302	0.267	0.292	0.862	-	-	-	-
<i>Croton torreyanus</i>	Arbustiva	0.744	0.449	0.660	1.852	-	-	-	-	0.354	0.296	0.647	1.297
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Arbustiva	-	-	-	-	0.262	0.360	0.877	1.499	-	-	-	-
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	Arbustiva	-	2.906	4.950	7.856	2.350	2.283	4.094	8.726	1.749	1.726	2.589	6.064
<i>Dasyliion texanum</i>	Roseta	2.226	2.275	3.960	8.461	1.776	2.607	2.632	7.014	3.054	2.962	3.560	9.575
<i>Dvospiros texana</i>	Arborescente	0.108	0.163	0.330	0.601	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Echinocactus horizontalis</i>	Crasicale	-	-	-	-	0.513	0.338	0.877	1.729	-	-	-	-
<i>Echinocereus emeacanthus</i>	Crasicale	0.582	0.171	-	0.753	1.086	1.167	1.462	3.715	0.593	0.522	0.647	1.762
<i>Echinocereus pectinatus</i>	Crasicale	0.657	0.221	0.990	1.867	2.358	0.389	3.216	5.964	1.301	0.156	1.618	3.075
<i>Echinocereus poselgeri</i>	Crasicale	-	-	-	-	0.050	0.035	0.292	0.377	0.061	0.070	0.324	0.455
<i>Echinocereus stramineus</i>	Crasicale	1.255	0.969	1.980	4.204	0.127	0.112	0.585	0.823	0.339	0.215	0.971	1.525
<i>Ephedra antisiphilitica</i>	Arbustiva	2.278	1.492	2.970	6.740	0.576	0.886	2.047	3.509	0.569	0.595	0.971	2.134
<i>Escobaria emskoeloteriana</i>	Crasicale	0.290	0.059	0.660	1.009	0.073	0.036	0.292	0.401	-	-	-	-
<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	Crasicale	-	-	-	-	-	-	-	-	0.521	0.668	0.647	1.836
<i>Eysenhardtia texana</i>	Arbustiva	0.689	0.923	0.990	2.603	0.235	0.573	0.585	1.393	0.302	0.159	0.971	1.432
<i>Ferocactus hamathacantus</i>	Crasicale	0.567	0.147	0.990	1.704	0.127	0.053	0.585	0.764	-	-	-	-
<i>Flourencaia cernua</i>	Herbácea	-	-	-	-	-	-	-	-	0.084	0.141	0.324	0.549
<i>Forestiera angustifolium</i>	Arbustiva	4.494	5.196	5.941	15.631	0.743	1.749	2.339	4.832	1.430	1.401	3.560	6.390
<i>Fouquieria splendens</i>	Arbustiva	-	-	-	-	-	-	-	-	0.095	0.057	0.324	0.475
<i>Gochnathia hypoleuca</i>	Arborescente	0.084	0.150	0.330	0.565	-	-	-	-	0.065	0.172	0.324	0.561
<i>Gutierrezia microphylla</i>	Herbácea	7.417	4.230	3.300	14.946	5.882	4.779	3.509	14.170	4.750	3.403	1.294	9.447
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Herbácea	5.321	3.922	2.310	11.553	0.084	0.231	0.292	0.608	1.184	0.739	1.294	3.218
<i>Havardia pallens</i>	Arborescente	0.208	0.053	0.330	0.592	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hechtia glomerata</i>	Roseta	-	-	-	-	0.436	0.475	0.292	1.203	-	-	-	-
<i>Jatropha dioica</i>	Crasicale	1.778	0.922	1.320	4.021	1.879	1.804	2.339	6.022	1.665	1.468	1.942	5.074
<i>Jefea brevifolia</i>	Herbácea	-	-	-	-	-	-	-	-	0.169	0.168	0.324	0.661
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Arbustiva	0.250	0.148	0.990	1.389	0.366	0.706	1.170	2.241	0.336	0.258	0.647	1.241
<i>Koeberlinia spinosa</i>	Arbustiva	0.511	0.644	1.320	2.475	0.138	0.185	0.585	0.907	1.119	1.379	4.531	7.029
<i>Lantana velutina</i>	Herbácea	0.257	0.100	0.660	1.017	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Larrea tridentata</i>	Arbustiva	0.284	0.268	0.330	0.882	2.733	4.152	3.216	10.101	1.628	3.490	0.971	6.088
<i>Leucophyllum frutescens</i>	Arbustiva	6.409	6.266	3.630	16.305	3.048	2.882	3.801	9.732	7.673	6.282	5.502	19.457
<i>Lophophora williamsii</i>	Crasicale	0.223	0.094	0.330	0.647	2.062	0.448	2.339	4.849	0.910	0.332	0.971	2.213
<i>Lycium belandieri</i>	Herbácea	0.547	0.472	0.660	1.678	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mammillaria carreti</i>	Crasicale	0.251	0.070	0.660	0.981	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mammillaria melanocentra</i>	Crasicale	-	-	-	-	0.179	0.115	0.585	0.879	-	-	-	-
<i>Mammillaria potsii</i>	Crasicale	0.764	0.080	0.660	1.505	3.665	0.551	2.924	7.140	1.002	0.107	1.618	2.727
<i>Mimosa texana</i>	Arbustiva	1.405	1.573	0.990	3.968	0.213	0.405	0.292	0.910	0.108	0.059	0.324	0.491
<i>Mortonia greggii</i>	Arbustiva	2.626	2.345	2.640	7.611	3.595	3.662	2.632	9.889	6.787	8.222	3.236	18.245
<i>Neolloydia conoidea</i>	Crasicale	-	-	-	-	0.084	0.012	0.292	0.389	0.112	0.027	0.324	0.462
<i>Opuntia engelmannii</i>	Crasicale	1.721	0.986	2.640	5.347	1.230	1.084	2.339	4.653	0.599	0.663	1.618	2.881
<i>Parthenium argentatum</i>	Herbácea	-	-	-	-	-	-	-	-	1.546	0.818	1.294	3.659
<i>Parthenium incanum</i>	Herbácea	-	-	-	-	0.417	0.523	0.877	1.817	-	0.666	-	0.666
<i>Pinus remota</i>	Arborescente	0.502	1.139	0.660	2.301	0.871	2.219	1.462	4.552	5.683	11.659	3.236	20.578
<i>Porlieria angustifolium</i>	Arbustiva	3.963	3.215	3.300	10.479	4.845	4.190	4.386	13.421	3.955	4.037	4.854	12.846
<i>Prosopis glandulosa</i>	Arborescente	7.681	10.949	7.261	25.891	2.499	5.286	3.801	11.586	3.160	4.766	3.883	11.810
<i>Schaefferia cuneifolia</i>	Herbácea	0.120	0.067	0.660	0.847	-	-	-	-	0.112	0.034	0.324	0.469
<i>Sclerocactus scheri</i>	Crasicale	0.208	0.020	0.330	0.558	0.402	0.094	0.585	1.081	-	-	-	-
<i>Sideroxylon celastrina</i>	Arborescente	-	-	-	-	-	-	-	-	0.104	0.172	0.324	0.600
<i>Sophora secundiflora</i>	Arborescente	1.295	1.685	1.320	4.300	1.449	2.377	1.170	4.995	1.434	2.274	1.294	5.003
<i>Thelocactus bicolor</i>	Crasicale	-	-	-	-	0.504	0.432	1.170	2.106	-	-	-	-
<i>Viguiera stenoloba</i>	Herbácea	-	-	-	-	1.109	1.720	1.170	3.998	0.339	0.376	0.971	1.686
<i>Yucca filifera</i>	Roseta arborescente	0.742	1.209	1.650	3.602	0.108	0.072	0.292	0.473	0.654	1.158	1.294	3.106
<i>Zizifus obtusifolia</i>	Arbustiva	-	-	-	-	-	-	-	-	0.112	0.311	-	0.422
Suma		100	100	100	300	100	100	100	300	100	100	100	300

El índice de valor de importancia, que integran las tres variables ecológicas anteriores, también marca diferencias entre las tres formaciones vegetales. En MDM y MSM son varias las especies que presentan

valores altos para este índice, destacando *B. trifoliolata* y *P. glandulosa* en MDM, y *A. lechuguilla*, *A. berlandieri* y *P. remota* en MSM. Sin embargo, en MDR hay una especie que destaca por encima de las demás que es *A. lechuguilla*. Esta especie presenta un valor de IVI de 61.89, mientras que la especie que presenta el segundo valor más alto es *G. microphylla* con 14.17.

Entre las especies que presentan una abundancia relativa superior a 5%, en al menos uno de los tipos de matorral, y que han sido incluidas en el análisis de componentes principales, se encontró representación de todas las formas vitales excepto de las Crasuláceas. De esta manera, se incluyen en dicho análisis tres especies de árboles (*A. berlandieri*, *P. glandulosa* y *P. remota*), cuatro arbustivas (*B. trifoliolata*, *C. conferta*, *L. frutescens* y *M. greggii*), dos herbáceas (*G. microphylla* y *G. glutinosum*) y una roseta (*A. lechuguilla*).

El análisis de componentes principales (PCA, por su acrónimo en inglés) de los datos de abundancia de estas especies explicó casi la mitad de la varianza en los tres primeros ejes (47.5%). En la representación de los dos primeros ejes (35.4% de la varianza explicada) se aprecia una separación de los distintos tipos de matorral (Figura 3), los símbolos en blanco representan los promedios de cada tipo de matorral. El MDM presenta valores positivos del primer componente, asociado a la abundancia de *P. glandulosa*, *B. trifoliolata* y *C. conferta* (Tabla 3). Las parcelas de MDR y MSM presentan mayor dispersión pero, en general, se asocia a valores negativos del primer componente debido a la abundancia de *A. berlandieri*, *A. lechuguilla* y *M. greggii*. La discriminación más importante entre estos dos tipos de matorral se debe a la mayor abundancia de *P. remota* y, en menor medida, de *A. berlandieri* en el MSM que en el MDR, asociado con valores positivos del segundo componente.

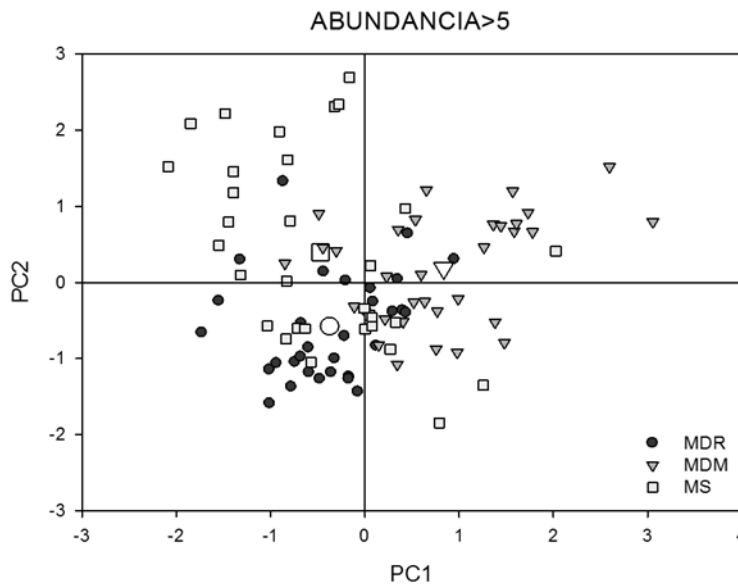


Fig. 2. Representación de los dos primeros ejes del PCA (abundancia).

Tabla 3. Matriz de los dos primeros componentes del PCA (abundancia y dominancia relativa).

Especies analizadas	Variable ecológica analizada			
	Abundancia		Dominancia	
	PCI	PC2	PCI	PC2
<i>Acacia berlandieri</i>	-0,557	0,503	-0,507	0,386
<i>Agave lechuguilla</i>	-0,530	-0,427	-0,610	-0,492
<i>Atriplex canescens</i>	N.S.	N.S.	-0,304	-0,461
<i>Berberis trifoliolata</i>	0,623	0,452	0,653	0,224
<i>Calliandra conferta</i>	0,504	0,343	0,465	-0,216
<i>Condalia hookerii</i>	N.S.	N.S.	0,322	0,050
<i>Forestiera angustifolium</i>	N.S.	N.S.	0,422	0,210
<i>Gutierrezia sp.</i>	0,199	-0,398	N.S.	N.S.
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	0,230	-0,106	N.S.	N.S.
<i>Leucophyllum frutescens</i>	0,092	-0,011	0,061	0,185
<i>Mortonia greggii</i>	-0,492	0,380	-0,361	0,440
<i>Pinus remota</i>	-0,232	0,668	-0,170	0,630
<i>Prosopis glandulosa</i>	0,625	0,074	0,508	-0,276
Varianza explicada (%)	20.2	15.2	18.8	13.2

PCI = COMPONENTE PRINCIPAL 1; PC2 = COMPONENTE PRINCIPAL 2; N.S. = SP NO SELECCIONADA PARA EL ANÁLISIS

B. Características dasométricas.

De acuerdo al análisis de varianza, los valores de abundancia presentaron diferencias significativas entre los distintos matorrales evaluados ($F=20.45$, $P<0.001$). El MDM presentó una densidad de 2469 ± 134 N/ha (media y desviación estándar), seguido por el MSM (3069 ± 162 N/ha) y el MDR (4148 ± 248 N/ha). A medida que aumenta el grado altitudinal también aumenta la densidad de plantas (figura 3). Sin embargo, es importante mencionar que las condiciones orográficas del valle propician una menor precipitación a mayor altura, por lo que existe una disminución altitudinal de la presencia del estrato medio conformado por especies arbóreas y arbustivas y un aumento de la presencia de especies con rizomas o tallos leñosos, coriáceas y fibrosas que componen un estrato bajo a mayor altura, preferentemente dominado por la familia Agavaceae.

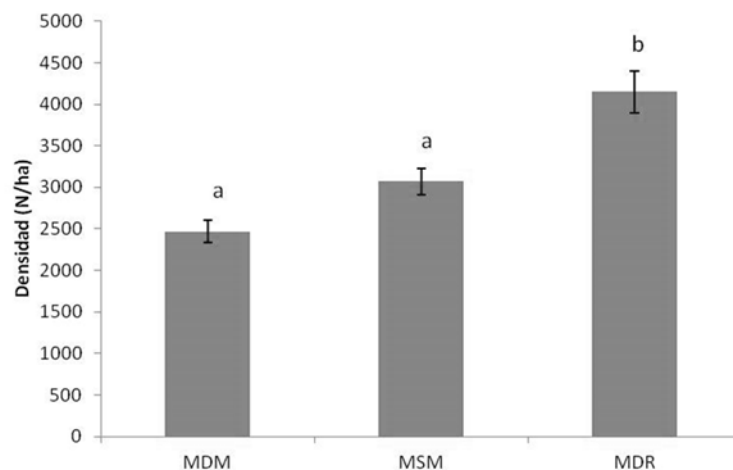


Fig. 3. Densidad (media y error típico) de las áreas evaluadas. Letras indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

En relación a la cobertura, el análisis de varianza mostró diferencias significativas entre los matorrales evaluados ($F=8.83$, $P < 0.001$; figura 4). El MSM presentó una cobertura de copa de 3729 ± 460 m^2/ha , seguido por el MDM (3439 ± 360 m^2/ha), valores en ambos matorrales significativamente superiores a los encontrados en MDR (1716 ± 245 m^2/ha). MSM y MDM ofrecen valores muy similares en cobertura y en número de especies leñosas (30, 29 respectivamente), mientras que el MDR (23 especies leñosas), con la menor cobertura, presenta la densidad más alta de los tres matorrales evaluados.

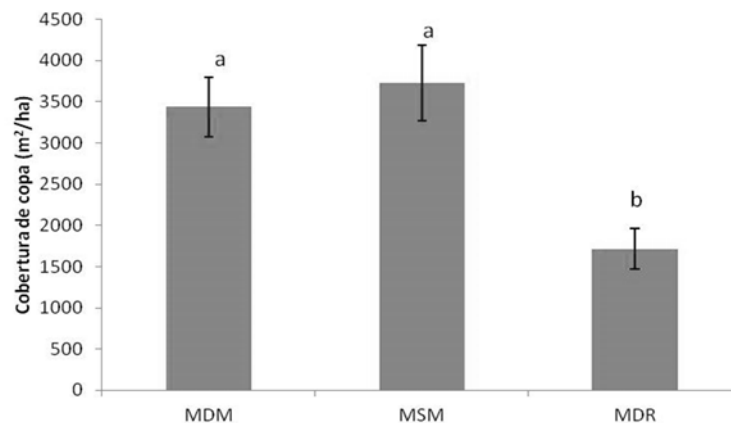


Fig. 4. Cobertura (media y error típico) de las áreas evaluadas. Letras indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

C. Diversidad α .

Los índices de riqueza y diversidad de especies en los tres matorrales ofrecieron para el MDM un valor de $D_{Mg} = 2.59$ y $H' = 1.908$, para el MSM $D_{Mg} = 2.527$ y $H' = 1.899$, y para el MDR $D_{Mg} = 2.503$ y $H' = 1.887$. De acuerdo al análisis de varianza los valores de riqueza ($F=0.13$ $P=0.87$) y diversidad ($F=0.025$, $P=0.975$) no presentaron diferencias significativas entre las matorrales evaluados.

D. Diversidad β .

Los tres matorrales presentaron diferencias en la composición de especies, ya que en cada uno se registraron especies que manifiestan fidelidad a las condiciones ecológicas específicas como *B. trifoliolata*, *P. glandulosa* y *L. frutescens* en el MDM, *A. lechuguilla*, *A. berlandieri*, *L. frutescens* y *P. angustifolia* en el MSM, y *A. lechuguilla* y *A. berlandieri* en el MDR. De las 74 especies registradas en los tres matorrales (MDM=52, MDR=53 y MSM=57), 36 se presentan en los tres matorrales evaluados y representan el 49.3 % de las especies presentes en el total del área de estudio. De acuerdo al análisis Bray-Curtis la composición vegetal del MDM y MSM presentó un 52.19% de similitud, mientras que el MDR presentó un 51.71% de similitud con el resto de los matorrales (figura 5).

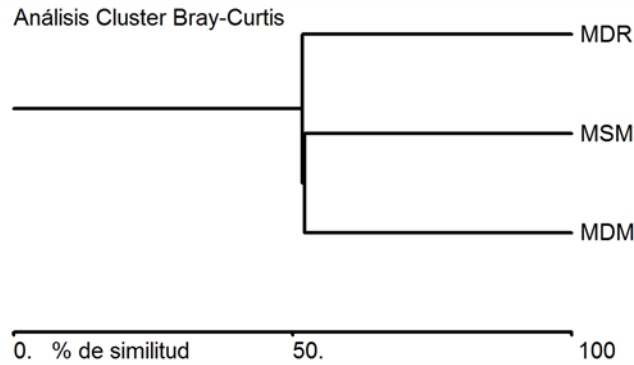


Fig. 5. Dendrograma de similitud-disimilitud (Bray-Curtis) muestra la presencia ausencia de especies vegetales.

E. Formas vitales.

La representación de las diferentes formas vitales en los tres tipos de matorrales estudiados ofreció diferencias notables entre ellos atendiendo tanto a la abundancia como a la dominancia (figura 6). El MDM mostró una abundancia y una dominancia superior al 50% para los arbustos. El MDR por su parte, presentó más del 50% de abundancia en el conjunto de formas vitales rosetas y crasuláceas (34.1 y 16.9%, respectivamente), aunque la dominancia de estas últimas descendió hasta el 7.0%. Por último, las diferentes formas vitales en el MSM ofrecieron valores intermedios a los observados en los otros dos matorrales, destacando el 36.8 y 20.5% en abundancia relativa de las arbustivas y rosetas, respectivamente. Las herbáceas no fueron características de ninguno de los tres tipos de matorral, mostrando rangos de variación en los valores de abundancia y dominancia relativa muy estrechos (14.8-16.6% y 10.2-14.1%, respectivamente).

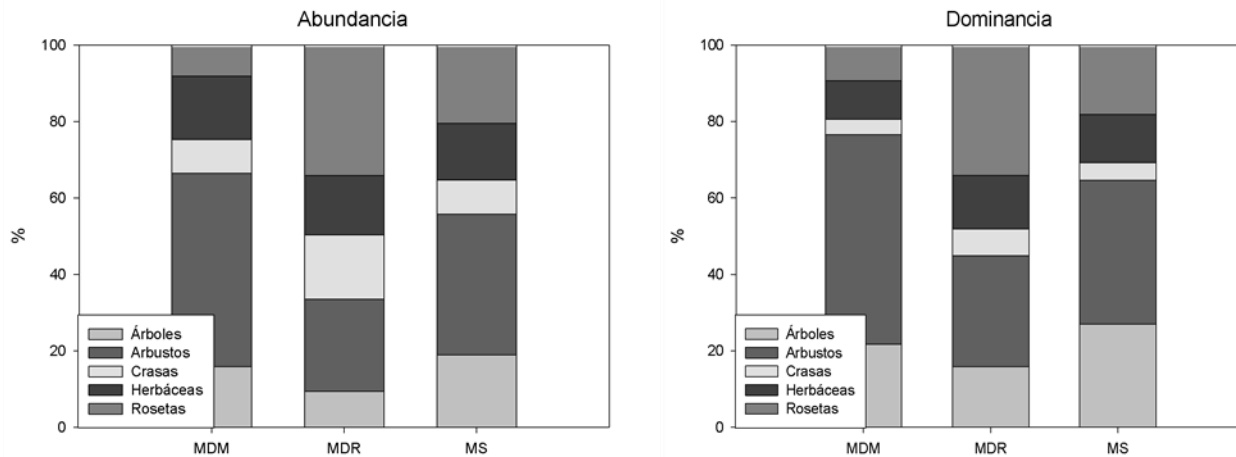


Fig. 6. Abundancia y dominancia relativas de las diferentes formas vitales en los tres tipos de matorrales estudiados.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados observados muestran que la composición y estructura de los matorrales evaluados presentaron diferencias significativas. El MDR es el que presenta una condición de mayor abundancia (N/ha), donde destaca la alta presencia de 11 especies correspondientes a los géneros *Agave* (3 especies), *Coryphanta* (3), *Echinocereus* (3) y *Mammillaria* (2). Estas especies son altamente abundantes en la zona ya que presentan un metabolismo ácido típico de las crasuláceas (CAM), las cuales subsisten en condiciones extremas de calor y humedad (Andrade et al., 2007).

Las coberturas registradas en la investigación oscilan entre los 1716 m²/ha (MDR) y los 3730 m²/ha (MSM). Estos valores muestran que son ecosistemas con escasa cobertura, donde dominan las áreas abiertas desprovistas de vegetación. Los valores de cobertura de copa registrados en esta investigación son bajos (MDM=34.39%; MSM=37.30%; MDR=17.16%) comparados con otros matorrales de la región. Así, varios trabajos han observado coberturas superiores al 100%, es decir, con superposición de copas, en matorrales espinosos y submontanos del noreste de México (Alanís et al., 2008; Canizales et al., 2009; Jiménez et al., 2012; Jiménez et al., 2013). Estos mismos trabajos reportaron valores similares de riqueza y diversidad α a los observados en nuestro trabajo, poniendo de manifiesto la importancia de estos matorrales desde el punto de vista de reservas de biodiversidad.

Se puede identificar una serie de especies clave y formas vitales como características de los distintos tipos de matorral. En un extremo se puede encontrar el MDM en el que las formas arbóreas y, sobre todo, arbustivas presentan clara dominancia sobre el resto. En el otro extremo, el MDR está caracterizado principalmente por las rosetas y crasuláceas, mientras que el MSM se sitúa en un punto intermedio con alta representación tanto de rosetas como de arbustos. El MDR es la comunidad que se encuentra a una mayor altitud, y la dominancia de las rosetas sobre el resto de formas vitales puede estar relacionada a este hecho y a la capacidad de esta forma vital de aprovechar la humedad ambiental como fuente de agua alternativa a la precipitación (Martorell y Ezcurra 2009). Este hecho se corrobora con lo que se ha mencionado, que la zona presenta un descenso en la precipitación a medida que se asciende en altitud, por lo que las plantas establecidas a mayor altitud deben ser más eficaces en el uso del agua, con adaptaciones fisiológicas y morfológicas.

Berberis trifoliolata, principalmente, y *P. glandulosa* son las dos especies cuya presencia en mayor medida determina la comunidad de MDM. Estas dos especies a menudo se encuentran asociadas ya que *P. glandulosa* puede servir como especie facilitadora para el establecimiento bajo su copa de arbustos, como *B. trifoliolata* (Barnes y Archer, 2009). Además, el tipo de suelo del MDM favorece el desarrollo de clusters de mayor tamaño que *P. glandulosa* y la especie facilitada (Archer, 1995). Por su parte, el MSM está caracterizado por la presencia de *P. remota*. No obstante, todas las zonas objeto del presente estudio se encuentran fuera del rango altitudinal de esta especie (Eguiluz, 1982) y esta puede ser la causa de su limitado desarrollo tanto en abundancia como en dominancia.

De esta investigación se derivan algunos aspectos relevantes: 1) los tres tipos de matorrales evaluados presentaron diferencias significativas en su densidad y cobertura, 2) presentan una similitud media (diversidad β) en su composición vegetal, y 3) muestran similitud en su riqueza y diversidad α . La información generada en esta investigación es de gran importancia, ya que cuantifica variables de la composición y estructura vegetal de los matorrales que se distribuyen en el Valle de Santa Catarina, con el objetivo de elegir las especies más adecuadas en los programas de rehabilitación y restauración ecológica que actualmente se desarrollan en esta localidad.

RECONOCIMIENTOS

Se agradece a la empresa Concesionaria Autopista Monterrey Saltillo, S.A. de C. V., por su valiosa disposición y apoyo incondicional para la ejecución de la presente investigación, en particular al Ing. María Elena Naharro López, así como al Ing. Raúl Pulido Pérez por su apoyo en el levantamiento de datos. De manera especial se agradece al proyecto CONAFOR-2006-41836 "Evaluación de los procesos de desertificación y alternativas para su reversión en áreas con diferente uso del suelo en el Estado de Nuevo León, por el apoyo brindado. Así mismo a la Fundación CEAM, subvencionada por Generalitat

Valenciana, Fundación Bancaja, y los proyectos GRACCIE (Consolider-Ingenio 2010) y FEEDBACKS (Prometeo - Generalitat Valenciana).

REFERENCIAS

- [1] Boisvenue, C. y Running, S.W. (2006). Impacts of climate change on natural forest productivity – evidence since the middle of the 20th century. *Global Change Biology*, 12(5), 862–882.
- [2] Thomas, D.S.G. (2011). *Arid zone geomorphology: process, form and change in drylands*. Oxford, Reino Unido: John Wiley & Sons Inc.
- [3] Valiente A., Bolongaro, A., Briones, O., Ezcurra, E., Rosas, M., Nunez, H., Barnard, G. y Vazquez, E. (1991). Spatial Relationship between Cacti and Nurse Shrubs in a Semi-Arid Environment in Central Mexico. *Journal of Vegetation Science*, 2(1), 15-20.
- [4] FAO. 2006. *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2005: Hacia la ordenación forestal sostenible*.: Montes, Roma: Estudio FAO 147.
- [5] Huerta, F. M. y García, E. (2004). Diversidad de especies perennes y su relación con el ambiente en un área semiárida del centro de México: Implicaciones para la conservación. *Interciencia*, 29(8), 435-441.
- [6] Jiménez, J., Alanís, E., González, M.A., Aguirre, O.A. y Treviño, E.J. (2013). Characterizing woody species regeneration in areas with different land history tenure in the tamaulipan thornscrub, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 58(3), 299–304.
- [7] Alanís, E., Jiménez, J., Aguirre, O., Treviño, E., Jurado, E. y González, M. (2008). Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. *Revista Ciencia UANL*, 11(1), 56-62.
- [8] Correa, J. B. (1996). Evaluación y Cuantificación de los Cambios del Uso del Suelo Mediante Imágenes de Satélite en los Municipios de Linares y Hualahuises. Tesis de maestría no publicada, Facultad de Ciencias Forestales, UANL, Nuevo León, México.
- [9] Jiménez, J., Alanís, E., Ruiz, J. L., González, M. A., Yerena, J. I. y Alanís, G. J. (2012). Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola en el NE de México. *Ciencia UANL*, 15(2), 66-71.
- [10] Challenger, A. y Dirzo, R. (2009). Factores de cambio y estado de la biodiversidad. En J. Sarukhán, R. Dirzo, R. González y I.J. March (Ed.) *Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio* (pp. 37-73) México: CONABIO.
- [11] Velázquez, A., Maas, J.F., Bocco, G. y Ezcurra, E. (2002). Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica*, 62, 21– 37.
- [12] Palacio, J.L., Bocco, G., Velázquez, A., Mas, J.F., Takaki, F. Victoria, A., Luna, L., Gómez, G., López, J., Palma, M., Trejo, I., Peralta, A., Prado, J., Rodríguez, A., Mayorga, R., y González, F. (2000). La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del inventario forestal nacional. *Investigaciones Geográficas (UNAM)*, 43, 183–203.
- [13] Villarreal, J.A. y Encina, J. (2005). Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes, México. *Acta Botánica Mexicana*, 70: 1–46.
- [14] Arriaga, L., Espinoza, J.M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L. y Loa, E. (2000). *Regiones terrestres prioritarias*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- [15] Zamora, F., Cornelius, S., Pitt, J., Glen, E., Nagler, P., Moreno, M., García, J., Hinojosa, O., De la Garza, M. y Parra, I. (2005). *Conservation Priorities in the Colorado River Delta, Mexico and the United States*. Preparado por: Sonoran Institute, Environmental Defense, University of Arizona, Pronatura Noroeste Dirección de Conservación Sonora, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo y World Wildlife Fund-Gulf of California Program.
- [16] Estrada, E., Scott, L., Villarreal, J.A., Jurado, E., Cotera, M., Cantú, C. y García, J. (2010). Clasificación de los pastizales del Noreste de México asociados con perrito de las praderas (*Cynomys mexicanus*): diversidad y endemismo de especies. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81(2), 401-416.
- [17] Ugalde J., Granados, D. y Sánchez, A. (2008). Sucesión en el Matorral Desértico de *Larrea tridentata* (DC.) COV. En la Sierra de Catorce, San Luis Potosí, México. *Tierra Latinoamericana*, 26(2), 153 – 160.

- [18] CONABIO. (1997). *Provincias biogeográficas de México*. Escala 1: 4 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- [19] INEGI. (1980). *Carta de suelos y vegetación 1:250,000 G12-3*. México D.F.: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- [20] García, E. (1987). *Modificaciones al sistema de Clasificación climática de Köeppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*, México, D.F: Universidad Nacional Autónoma de México.
- [21] Mueller Dombois, D. y Ellenberg. H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. Nueva York, EUA: John Wiley & Sons Inc.
- [22] Magurran, A.E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Oxford, Inglaterra: Blackwell Publishing Company.
- [23] Clifford, H.T. y Stephenson, W. (1975). *An introduction to numerical classification*. New York, EUA: Academic Press.
- [24] Shannon, C.E. y Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana, EUA: University of Illinois Press.
- [25] Bray, J.R. y Curtis, J.T. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27:325-349.
- [26] Mcaleece, N., Lamshead, P., Paterson, G. y Cage, J. (1997). *Biodiversity Professional .2.0. Natural History Museum; The Scottish Association for Marine Science*. Recuperado el 08 de mayo del 2012, de <http://www.sams.ac.uk/research/software/software/?searchterm=Biodiversity%20Pro>.
- [27] Aragón, E., Garza, A., González, M.S. y Luna, I. (2010). Composición y estructura de las comunidades vegetales del rancho El Duranguense, en la Sierra Madre Occidental, Durango, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81, 771-787.
- [28] Moreno C.E., Barragan, F., Pineda E. y Pavón, N.P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1249-1261.
- [29] Zacarías, L.E., Cornejo, G., Cortés, J., González, N., y Ibarra, G. (2011). Composición, estructura y diversidad del cerro El Águila, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 854-869.
- [30] Alanís, E., Jiménez, J., Valdecantos, A., González, M.A., Aguirre, O.A. y Treviño, E.J. (2012). Composición y diversidad de la regeneración natural en comunidades de *Pinus-Quercus* sometidas a una alta recurrencia de incendios en el noreste de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 1208-1214.
- [31] Canizales, P.A., Alanís, E., Aranda, R., Mata, J. M., Jiménez, J., Alanís, G., Uvalle, J. I. y Ruiz, M.G. (2009). Caracterización estructural del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental, Nuevo León, México. *Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 15(2), 115-120.
- [32] Andrade, J.L., De la Barrera, E., Reyes, C., Ricalde, M.F., Vargas, G. y Cervera, J.C. (2007). El Metabolismo Acido de las crasuláceas; diversidad, fisiología ambiental y productividad. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 81, 37-50.
- [33] Martorell C. y Ezcurra, E. (2009). Rosette scrub occurrence and fog availability in arid mountains of Mexico. *Journal of Vegetation Science*, 13, 651-662.
- [34] Barnes, P.W. y Archer, S. (2009). Tree-shrub interactions in a subtropical savanna parkland: competition or facilitation? *Journal of Vegetation Science*, 10, 525-536.
- [35] Archer S.R. (1995). Tree dynamics in a *Prosopis*-thorn scrub savanna parkland: Reconstructing the past and predicting the future. *Ecoscience*, 2, 83-99.
- [36] Eguiluz, T. (1982). Clima y distribución del género *Pinus* en México. *Revista Ciencia Forestal*, 38 (7), 30-44.