



Imagen de: Tania Isela Sarmiento Muñoz

Estructura y diversidad de la vegetación leñosa en un área de matorral espinoso tamaulipeco con actividad pecuaria en Nuevo León, México

Structure and diversity of the woody vegetation in a Tamaulipas thornscrub with livestock activity in Nuevo León, Mexico

Tania Isela Sarmiento-Muñoz^{1,2}, Eduardo Alanís-Rodríguez¹, José Manuel Mata-Balderas^{2*}, Arturo Mora-Olivo³

RESUMEN

En el noreste de México existe un incremento en el establecimiento de pastizales para la ganadería, lo cual ha ocasionado cambios en la estructura y diversidad florística. El objetivo de la presente investigación fue determinar algunos parámetros dasométricos y de diversidad de los elementos leñosos presentes en un área de matorral espinoso tamaulipeco (MET), con actividad pecuaria, en el estado de Nuevo León, México, para establecer si las modificaciones realizadas contribuyen o no a la conservación de la diversidad vegetal. La actividad pecuaria que se realizaba en el área de estudio era un aprovechamiento mixto de moderada intensidad, con aclareos por lo bajo ($d < 5$ cm). Se seleccionaron cuatro sitios de muestreo de 1 600 m² cada uno. Se recolectaron datos sobre variables dasométricas y se obtuvieron índices ecológicos. Los resultados permitieron un registro de 8 familias, 16 géneros y 17 especies arbóreas y arbustivas. La densidad absoluta reportada fue de 309 individuos/ha, mientras que el área de copa estimada fue de 9 521.83 m²/ha. La riqueza ($D_a = 3.03$) y diversidad ($H' = 2.31$) específicas, resultaron en valores similares a matorrales sin actividad productiva. Las especies con mayor importancia dentro del área de estudio fueron características del MET: *Prosopis laevigata* (IVI = 28.59), *Havardia pallens* (IVI = 13.41) y *Cordia boissieri* (IVI = 8.89), de las cuales, *Prosopis laevigata* tiene antecedentes de uso forrajero. Se concluye que la composición de especies arbóreas y arbustivas en este sistema pecuario conserva atributos deseables de las comunidades vegetales nativas, como la riqueza de especies, diversidad, densidad y área de copa.

PALABRAS CLAVE: aclareo, riqueza, ganadería, atributos de conservación.

ABSTRACT

In the northeastern region of Mexico, there is an increase in the establishment of grasslands for livestock, which has created changes in the structure and floristic diversity of ecosystem. The aim of this study was to determine the structure and diversity of the woody species vegetation of an area of Tamaulipas thornscrub (MET) which was modified for livestock rising in Nuevo Leon, Mexico, to establish whether or not the changes have contributed to the conservation of plant diversity. The livestock activity practiced in the researched area is mixed purpose use at a moderate intensity, with a thinning treatment at the lower vegetation layer ($d < 5$ cm) to create open areas for cattle grazing in the study area. Four sampling plots of 1 600 m² each were selected. Dasometric measures were recorded and ecological indexes were estimated. The results are a record of 8 families, 16 genus and 17 species of trees and shrubs. The absolute density was 309/ha, while the estimated canopy area was 9 521.83 m²/ha. Richness ($D_a = 3.03$) and species diversity ($H' = 2.31$) resulted in similar values to scrubs with nonproductive activity. Species with the greatest IVI are characteristic of the MET: *Prosopis laevigata* (IVI = 28.59), *Havardia pallens* (IVI = 13.41) and *Cordia boissieri* (IVI = 8.89), from which, *Prosopis laevigata* is considered as a species for forage use. We conclude that the composition of the tree and shrub species in this livestock rising system contributes to preserving the desirable attributes of the native vegetation communities, such as richness and species diversity, density and canopy area.

KEYWORDS: thinning, richness, livestock use, conservation attributes.

*Correspondencia: manuelmata792@gmail.com/ Fecha de recepción: 13 de octubre de 2017/ Fecha de aceptación: 5 de abril de 2019/ Fecha de publicación: 29 de julio de 2019

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, carretera Linares-Cd. Victoria km 145, Apartado Postal 41, Linares, Nuevo León, México, C. P. 67700. ²Gestión Estratégica y Manejo Ambiental, S. C. ³Universidad Autónoma de Tamaulipas, Instituto de Ecología Aplicada.

INTRODUCCIÓN

Estudios recientes en México indican que, el factor de mayor influencia en la degradación de los ecosistemas y la biodiversidad, es el cambio del uso de la tierra (Sarukhán y col., 2015). De igual forma, la destrucción del hábitat y la fragmentación han tenido un gran impacto en los ecosistemas terrestres y acuáticos (Williams-Linera, 2002; Santos y Tallería, 2006; Rodríguez-Estrella y col., 2016). Por ejemplo, en 1976, la cobertura original de la vegetación primaria terrestre en el país se redujo en un 54 %, mientras que para 2011, la extensión original de la vegetación cubierta, en su condición primaria y secundaria, se menguó a 72 % según información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2013). Sin embargo, recientemente, las tasas de deforestación han disminuido en muchas regiones del país, en parte debido a que las áreas restantes son inaccesibles, consideradas de bajo valor comercial o bien se encuentran bajo algún régimen de protección (Rosete-Vergés y col., 2014; FAO, 2016). Más allá de esto, actualmente, una parte significativa de la vegetación restante se compone de pequeños fragmentos aislados o está representada por el crecimiento secundario, es decir, vegetación en proceso de regeneración, después de ser sometida a perturbación de acuerdo a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2009).

Un factor importante en el cambio del uso del suelo es la actividad pecuaria (Arriaga-Cabrera, 2009). De las 1 960 189 ha del territorio continental, a nivel nacional, aproximadamente 81 758 631 ha se identifican con uso de agostadero, enmontado o de otro tipo (INEGI, 2017). Esta situación se refleja en el norte de México, con el constante incremento de las actividades pecuarias y agrícolas (Návar-Chaidez, 2008; Cantú-Silva y col., 2017). Dichas prácticas han ocasionado cambios en la estructura del ecosistema y en su diversidad florística, con la consecuente pérdida de especies y material genético, invasión de especies generalistas y la alteración de las

funciones, como la polinización y dispersión de semillas, entre otros (Jiménez-Pérez y col., 2012; Moreno-Medina y col., 2017).

Actualmente se busca integrar el uso y la conservación de los recursos naturales con las necesidades productivas de la población (Maass y col., 2005; Jose, 2012; SAGARPA, 2013). Desde hace 30 años, en el sector agropecuario, han surgido prácticas, en las que se integra y combina el manejo de árboles o arbustos con ganado (Musálem, 2002; Sánchez y col., 2003). Constituyen actividades agroforestales, que se han empezado a utilizar por ganaderos, con el fin de incrementar la productividad de sus tierras y promover la conservación de los recursos naturales (CONAFOR, 2010; SAGARPA, 2013).

Los sistemas agroforestales brindan beneficios múltiples, como la dispersión de especies vegetales y la conservación de animales silvestres y el paisaje conjunto (Mahecha y Zoot, 2002; Barrance y col., 2009). En términos de productividad, se ha descrito que los árboles presentes en ellos, además de proveer madera para cercas y combustible, generan un microclima mediante la sombra, que el ganado aprovecha (Mitlohner y col., 2002). Estas prácticas han sido tema de estudio, principalmente en los trópicos y ecosistemas templados del continente y del país, enfocándose primordialmente a la productividad de los mismos (Sánchez y col., 2003; Ramírez y col., 2012; Rosales-Adame y col., 2014). Aunque, se ha preconcebido la importancia y el potencial ecológico que sostienen las especies arbóreas que los integran, la evidencia científica que comprueba estas afirmaciones es aún escasa, en particular en las comunidades vegetales áridas y semiáridas.

El matorral espinoso tamaulipeco (MET) es una comunidad vegetal semiárida, caracterizada por la presencia de una alta diversidad de plantas, con elevados valores de densidad en su estrato arbóreo-arbustivo (Cram y col., 2006; Alanís-Rodríguez y col., 2008; González-Rodríguez y col., 2010; Alanís-Rodríguez y col., 2015; Pequeño-Ledezma y col., 2017). Sin

embargo, es una de las comunidades en donde la ganadería extensiva ha sido practicada durante los últimos 350 años (Foroughbakhch y col., 2009), siendo esta una de las causas principales de su deforestación (Arriaga-Cabrera, 2009; Alanís-Rodríguez y col., 2015), por lo que resulta importante encontrar y aplicar nuevas prácticas de aprovechamiento que conserven las características mencionadas. En el MET se han reportado aproximadamente 80 especies maderables, de las cuales, 9 han sido destacadas con potencial agroforestal (Pando-Moreno y Villalón-Mendoza, 2001).

El objetivo de esta investigación fue evaluar algunos parámetros dasométricos y de diversidad de los elementos leñosos presentes en un matorral espinoso tamaulipeco (MET), sometido a la actividad pecuaria en el estado de Nuevo León, ubicado en la región noreste de México, para determinar si las modificaciones realizadas para este uso, contribuyen o

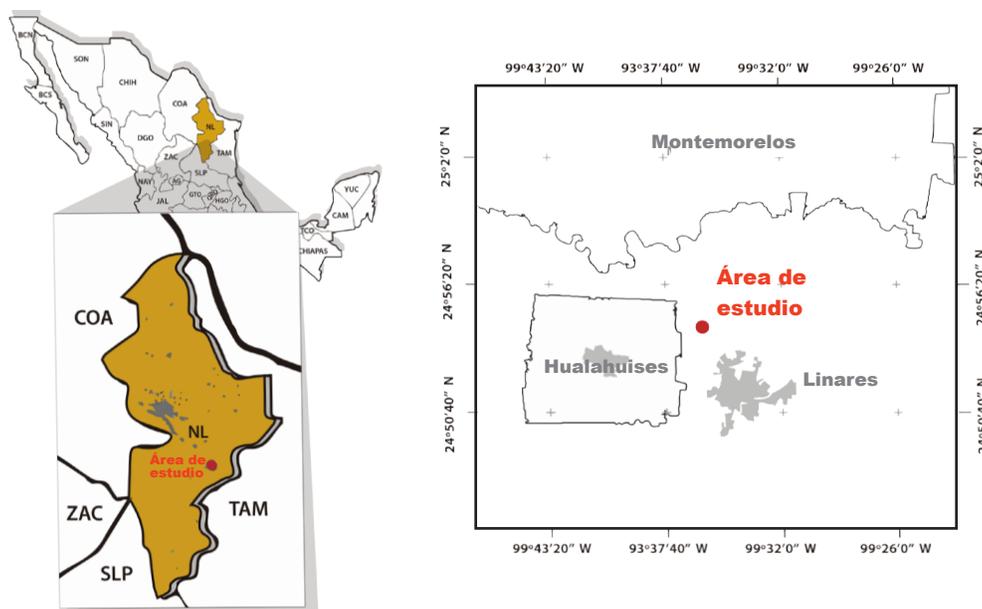
no, a la conservación de la diversidad vegetal, con base en estudios recientes del MET.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área se ubica en el ejido Emiliano Zapata, municipio de Linares, Nuevo León, en el noreste de México (Figura 1). Las coordenadas registradas están dentro del rango de los 24°54' N y los 99°35' W, en el suroeste de la región fisiográfica Llanura Costera del Golfo Norte (INEGI, 1986). El clima dominante en esta región es semicálido subhúmedo, con precipitación mayor a los 800 mm. El sistema de topografías pertenece a lomerío suave con bajada, con predominancia de suelos regosoles. Las posibilidades de uso pecuario son de pastoreo extensivo sobre vegetación natural distinta del pastizal (INEGI, 1986).

La vegetación principal es el MET, en el cual predominan las asociaciones de estratos ar-



■ Figura 1. En la imagen superior izquierda se destaca la ubicación del estado de Nuevo León en el mapa de México. En la imagen inferior izquierda se muestra la ubicación del área de estudio, dentro del estado de Nuevo León. A la derecha se destaca el área de estudio, dentro del municipio de Linares

Figure 1. On the upper left image, the location of the state of Nuevo Leon in Mexico is highlighted. The lower left image shows the location of the survey area in the state of Nuevo Leon. The Image at the right side shows the area under study in the Linares municipality.

bustivos altos o medianos y arbóreos altos, caracterizados en su mayoría por especies espinosas, con hojas compuestas (García-Hernández y Jurado, 2008; Alanís-Rodríguez y col., 2013). Las especies más representativas son *Castela texana* (Torr. & A. Gray) y Rose, *Celtis pallida* Torr., *Cordia boissieri* A. DC., *Ebenopsis ebano* (Berland.) Barneby & J.W. Grimes, *Parkinsonia texana* var. *macra* (I.M. Johnst.) Iseley, *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Wild.) M.C. Johnst., *Randia obcordata* S. Watson, *Sideroxylon celastrinum* (Kunth) T.D. Penn. y *Vachellia rigidula* (Benth.) Seigler & Ebinger, entre otras (Alanís-Flores, 1996; Jiménez-Pérez y col., 2013).

Análisis de la vegetación

En una superficie de 19 249 m² se realizaron aclareos por lo bajo en los años 2011 y 2012, eliminando la mayoría de los individuos con $d < 5$ cm. La intención de este manejo fue modificar la estructura de la comunidad vegetal existente, creando espacios abiertos para el establecimiento de pastos y permitir el desplazamiento del ganado. Sin embargo, se conservan los árboles y arbustos de diámetros mayores. Las copas de los árboles brindan sombra que favorece el resguardo del ganado en temporadas de calor y proporcionan una fuente de alimento para el ganado y las aves, en variadas épocas del año.

En junio del año 2013, se realizó la evaluación de la comunidad vegetal, mediante el establecimiento de 4 sitios de muestreo de 1 600 m² cada uno (33 % del área de estudio), distribuidos al azar. En los sitios de muestreo se evaluaron todas las especies arbóreas y arbustivas. Se registró la nomenclatura taxonómica de cada individuo y se realizaron mediciones de altura total (h), diámetro basal ($d_{0.5}$) y cobertura de copa, en sentido nort-sur y este-oeste.

El $d_{0.5}$ se midió a partir de las bifurcaciones que presentaron los individuos a mayor altura, ya que resulta más práctico y económico realizar una sola medición (Alanís-Rodríguez y col., 2008).

Análisis de la información

Para evaluar el significado ecológico de las especies arbóreas se estimaron los indicadores relativos de densidad (ARi), dominancia (DRi), frecuencia (FRi) e índice de valor de importancia (IVI) (Müeller-Dombois y Ellenberg, 1974; Magurran, 2004), calculados a partir de las siguientes ecuaciones. La densidad relativa se obtuvo por medio de la densidad absoluta, y el cálculo de su valor relativo. Se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$Ai = Ni/S \quad (1)$$

Donde: Ai es la densidad absoluta de la especie i , Ni es el número de individuos de la especie i , y S la superficie muestral en ha.

$$ARi = (Ai/\sum Ai) * 100 \quad (2)$$

Donde: ARi es la densidad relativa de la especie i , Ai con respecto a la densidad total $\sum Ai$.

Para estimar la dominancia relativa también se empleó el uso de dos ecuaciones, la dominancia absoluta y el cálculo de su valor relativo. Se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$Di = Abi/S \quad (3)$$

Donde: Di es la dominancia absoluta de la especie i , Abi el área basal de especie i , y S la superficie muestral (ha).

$$DRi = (Di/\sum Di) * 100 \quad (4)$$

Donde: DRi es la dominancia relativa de la especie i , Di con respecto a la dominancia total $\sum Di$.

La frecuencia relativa se obtuvo calculando la frecuencia absoluta y posteriormente su valor relativo. Se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$Fi = Pi/NS \quad (5)$$

Donde: Fi es la frecuencia absoluta de la especie i , Pi es la frecuencia de la especie i en los sitios de muestreo, y NS el número total de sitios de muestreo.

$$FRi = (Fi/\Sigma Fi) * 100 \quad (6)$$

Donde: FRi es la frecuencia relativa de la especie i , con respecto a la frecuencia total ΣFi .

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

$$IVI = \frac{ARi + DRi + FRi}{3} \quad (7)$$

Donde: ARi es la densidad relativa de la especie i , DRi es la dominancia relativa de la especie i , y FRi es la frecuencia relativa de la especie i .

Para estimar la diversidad alfa y la riqueza de especies se utilizaron, el índice de Shannon-Wiener (H') (Shannon y Weaver, 1949) y el índice de Margalef (Clifford y Stephenson, 1975), respectivamente. El índice de Shannon-Wiener se estimó mediante la siguiente ecuación:

$$H' = - \sum_{i=1}^s pi * \ln(pi) \quad (8)$$

Donde: S es el número de especies presentes, \ln es logaritmo natural y pi es la proporción de las especies, la cual se calcula con la siguiente ecuación:

$$pi = Ni/N \quad (9)$$

Donde: Ni es el número de individuos de la especie i y N es el número total de individuos.

Con el mismo significado de las variables en común, el índice de diversidad de Margalef (DMg) se estimó con la ecuación:

$$DMg = \frac{(S - 1)}{\ln N} \quad (10)$$

La distribución de las especies en tres diferentes zonas de altura se calculó mediante el índice de distribución vertical de Pretzsch (Pretzsch, 1996), el cual toma tres zonas de altura: zona I: 80 a 100 % de la altura máxima

de la población; zona II: 50 % a 80 %; zona III: 0 % a 50 %.

Posteriormente, se calculó el índice de distribución vertical de especies (A), el cual cuantifica la diversidad de especies y su ocupación en el espacio vertical en la población (Estrada-Castillón y col., 2005). El índice de distribución vertical se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$A = - \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^z pij * \ln(pij) \quad (11)$$

Donde: S es el número de especies presentes; Z el número de zonas de altura y pij la proporción de especies en cada zona de altura, la cual se calcula con la siguiente ecuación:

$$pij = nij/N \quad (12)$$

Donde: nij es el número de individuos de la misma especie (i) en la zona (j) y N el número total de individuos.

Del índice A se derivan el $Amax$, que corresponde al valor máximo de A , dado por el número de especies (S) y zonas de altura (Z); y el $Arel$, que es la estandarización en porcentaje del índice A . Estos son indicativos de la distribución de las especies en los estratos de altura, de manera que, entre más cercano sea el valor de $Amax$ al índice de A , más se acerca el valor de $Arel$ al 100 %, lo cual se presenta cuando el número total de individuos se encuentra equitativamente distribuido entre estratos y especies (Rubio-Camacho y col., 2014).

$$Amax = \ln(S * Z) \quad (13)$$

Donde: \ln es el logaritmo natural, S el número de especies y Z zonas de altura.

$$Arel = \left(\frac{A}{\ln(S * Z)} \right) * 100 \quad (14)$$

Para describir la estructura de la comunidad en términos de la densidad de cada especie, se utilizó un modelo que describe la relación gráfica entre el valor de la densidad (en una escala logarítmica) y las especies, en función de un arreglo secuencial de la más a la menos abundante (Martella y col., 2012).

RESULTADOS

Se registraron 17 especies arbóreas y arbustivas, distribuidas en 16 géneros y 8 familias de plantas vasculares (Tabla 1). La familia con mayor riqueza específica fue Fabaceae, con 8 especies.

Parámetros ecológicos

Densidad

La densidad absoluta, para el total del área de estudio, fue de 309 individuos/ha. Las 3 especies más abundantes fueron *Prosopis leavigata* (Humb. & Bonpl. ex Wild.) M. C. Johnst., *Havardia pallens* (Benth.) Britton & Rose y *Celtis pallida* Torr. (Tabla 2). La forma de la curva de la densidad de las especies (en una escala logarítmica) fue una Log-normal típica, con una línea de tendencia exponencial, la cual es muy útil cuando los valores de los datos aumentan o disminuyen a intervalos cada vez

■ **Tabla 1. Nombre científico y común, familia y forma biológica de las especies arbustivas y arbóreas registradas en un área de matorral espinoso tamaulipeco con actividad pecuaria en el noreste de México.**
Table 1. Common and scientific name, family and life form of the tree and shrub species recorded in a Tamaulipas thornscrub area with livestock activity in Northeastern, Mexico.

Nombre científico	Nombre común	Familia	Forma biológica*
<i>Celtis pallida</i> Torr.	Granjeno	Ulmaceae	Arbustiva
<i>Condalia hookeri</i> M. C. Jhonst.	Brasil	Rahmnaceae	Arbórea
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	Anacahuita	Boraginaceae	Arbustiva
<i>Diospyros texana</i> Scheele	Chapote	Ebenaceae	Arbórea
<i>Ebenopsis ebano</i> (Berland.) Barneby & J. W. Grimes	Ébano	Fabaceae	Arbórea
<i>Ehretia anacua</i> (Berland.) Barneby & J. W. Grimes	Anacua	Boraginaceae	Arbórea
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	Vara dulce	Fabaceae	Arbórea
<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	Tenaza	Fabaceae	Arbustiva
<i>Helietta parvifolia</i> Benth.	Barreta	Rutaceae	Arbórea
<i>Parkinsonia texana var. macra</i> (I. M. Johnst.) Isely	Palo verde	Fabaceae	Arbustiva
<i>Porlieria angustifolia</i> A. Gray	Guayacán	Zygophyllaceae	Arbustiva
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Wild.) M. C. Johnst.	Mezquite	Fabaceae	Arbórea
<i>Senegalia greggii</i> Britton. & Rose	Uña de gato	Fabaceae	Arbustiva
<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D. Penn.	Coma	Sapotaceae	Arbórea
<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight & Arn.	Huizache	Fabaceae	Arbustiva
<i>Vachellia rigidula</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	Gavia	Fabaceae	Arbustiva
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Colima	Rutaceae	Arbustiva

*Especies con un solo fuste y diámetro promedio mayor a 10 cm se consideraron arbóreas.

■ Tabla 2. Densidad, dominancia, frecuencia e índice de valor de importancia (IVI) de las especies arbustivas y arbóreas registradas en un área de matorral espinoso tamaulipeco con actividad pecuaria en el noreste de México (ordenadas de acuerdo al IVI).

Table 2. Density, dominance, frequency and importance value index (IVI) of the tree and shrub species recorded in a Tamaulipan thornscrub area with livestock activity in Northeastern Mexico (ranked by IVI).

Nombre científico	Densidad absoluta (Ni/ha)	Densidad relativa (%)	Dominancia absoluta (m ² /ha)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
<i>Prosopis laevigata</i>	63	20.39	5 341.21	56.09	9.30	28.59
<i>Havardia pallens</i>	59	19.09	1 128.20	11.85	9.30	13.41
<i>Cordia boissieri</i>	33	10.68	639.22	6.71	9.30	8.89
<i>Celtis pallida</i>	34	11.00	382.72	4.02	9.30	8.11
<i>Condalia hookeri</i>	31	10.03	439.95	4.62	6.98	7.21
<i>Vachellia rigidula</i>	22	7.12	442.90	4.65	6.98	6.25
<i>Ehretia anacua</i>	9	2.91	142.58	1.50	9.30	4.57
<i>Sideroxylon celastrinum</i>	20	6.47	195.20	2.05	4.64	4.39
<i>Senegalia greggii</i>	11	3.56	246.91	2.59	6.98	4.38
<i>Vachellia farnesiana</i>	5	1.62	168.24	1.77	4.65	2.68
<i>Ebenopsis ebano</i>	3	0.97	154.73	1.63	4.65	2.42
<i>Porlieria angustifolia</i>	5	1.62	34.90	0.37	4.65	2.21
<i>Zanthoxylum fagara</i>	3	0.97	41.23	0.43	4.65	2.02
<i>Parkinsonia texana var. macra</i>	5	1.62	118.22	1.24	2.33	1.73
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	2	0.65	27.62	0.29	2.33	1.09
<i>Diospyros texana</i>	2	0.65	14.98	0.16	2.33	1.05
<i>Helietta parvifolia</i>	2	0.65	3.02	0.03	2.33	1.00
Total	309	100.00	9 521.83	100.00	100.00	100.00

mayores (Figura 2). Se observa que el valor R^2 es 0.951 4, cercano a 1, lo cual indica un buen ajuste de la curva a los datos.

Dominancia

La cobertura de copa en el área fue de 9 521.83 m²/ha, lo que indica que, en general, existe un 95 % de la superficie cubierta por el dosel, y únicamente el 5 % se encuentra desprovista (asumiendo mínimo traslape de copas). *Prosopis leavigata* fue la especie dominante, con 56.09 % de la cobertura de copa de todas las especies en el área de estudio. La segunda especie en dominancia fue *Havardia pallens*, seguida de *Cordia boissieri*.

Frecuencia

Se registró la presencia de 5 especies en todos los sitios de muestreo, *Celtis pallida*, *Cordia boissieri*, *Ehretia anacua* (Berland.) Barneby & J. W. Grimes, *Harvardia pallens* y *Prosopis leavigata*, cada una con 9.3 % de frecuencia relativa (Tabla 2). Le siguen *Condalia hookeri* M. C. Jhonst., *Vachellia rigidula* y *Se-*

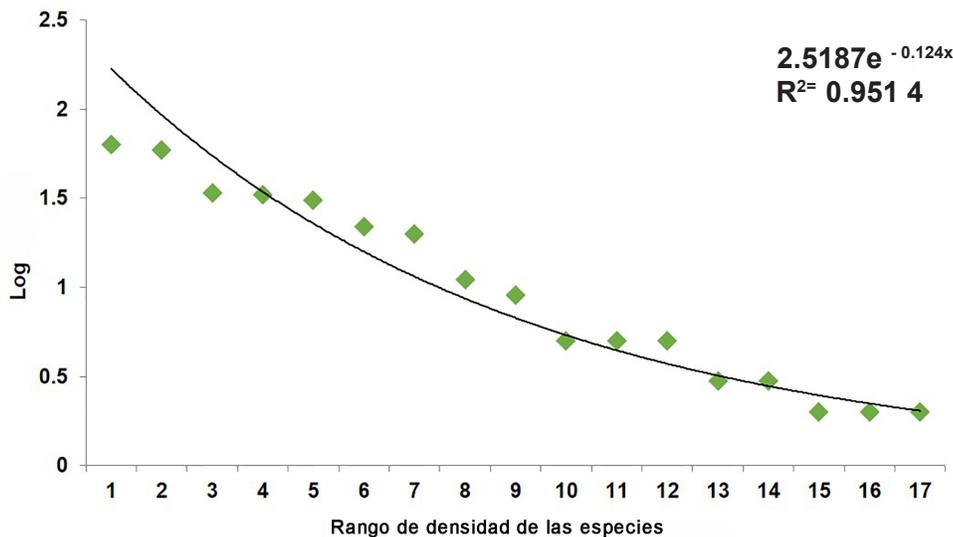
negalia greggii Britton. & Rose, con presencia en cuatro de los 5 sitios de muestreo.

Índice de valor de importancia (IVI)

La especie con mayor peso ecológico, según el índice de valor de importancia fue *Prosopis leavigata* (28.59 %), le siguen *Havardia pallens* y *Cordia boissieri*. Las especies con menor peso ecológico fueron *Helietta parvifolia* Benth. y *Diospyros texana* Scheele (Tabla 2).

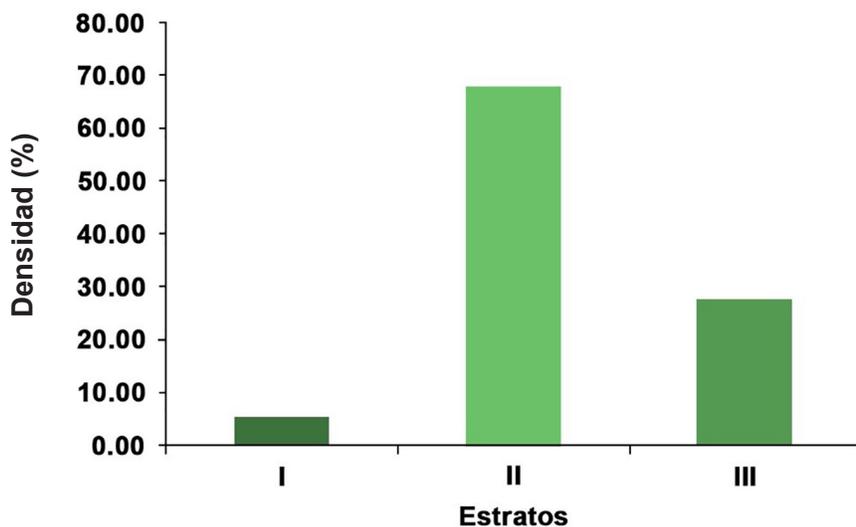
Distribución vertical de las especies

Las especies del estrato I registraron una densidad de 16 individuos/ha, del estrato II de 208 individuos/ha y del estrato III de 85 individuos/ha; lo que indicó que la comunidad vegetal era cohortal, es decir, que predominaba un solo estrato (II) (Figura 3). De acuerdo al índice de distribución vertical de especies (A), el estrato I (alto, de 9.85 m a 12.3 m) se encontraba conformado por las especies *Prosopis leavigata*, *Havardia pallens* y *Vachellia farnesiana* (L.) Wight & Arn. En el estrato II (medio, de 6.16 m a 9.84 m), que fue el mejor re-



■ Figura 2. Curva de densidad de especies (escala logarítmica). En la esquina superior derecha se observa la ecuación que representa a la curva respecto al eje y, así como el ajuste de los datos a la curva.

Figure 2. Density curve (on a logarithmic scale) of the number of species. The upper right corner shows the equation that represents the curve referenced to y-values, as well as the adjustment of the data to the curve.



■ Figura 3. Distribución vertical de especies de un área de matorral espinoso tamaulipeco con actividad pecuaria en el noreste de México.

Figure 3. Vertical distribution of species in a Tamaulipas thornscrub area with livestock activity in Northeastern, Mexico.

presentado, más del 50 % de las especies fueron *Havardia pallens*, *Prosopis laevigata*, *Condalia hookeri* y *Vachellia rigidula*, entre otras, con menor presencia. *Havardia pallens* fue la especie predominante en este estrato. Por otro lado, el estrato III (bajo, menor a 6.16 m) se encontraba conformado casi en un 60 % por *Cordia boissieri*, *Celtis pallida* y *Sideroxylon celastrinum*, entre otras, con menor presencia; *Sideroxylon celastrinum* alcanzó la altura máxima de 6.14 m.

El índice de distribución vertical (A) fue de 2.88, con un A_{max} de 3.93 y un A_{rel} de 73 %, lo que indica uniformidad alta, en cuanto a la diversidad de altura.

Densidad de los individuos por clase diamétrica

Al analizar la densidad de individuos por ha, de acuerdo a las clases diamétricas, mediante un gráfico de barras, se observó una línea logarítmica, con tendencia negativa en la densidad de individuos, conforme aumenta el diámetro de los mismos (Figura 4). Las densidades mayores de individuos (≥ 60 individuos/ha), se concentraron en las clases diamétricas I y II.

Diversidad

El índice de Margalef (DM_g) fue de 3.03 y el índice de Shannon–Wiener (H') de 2.31.

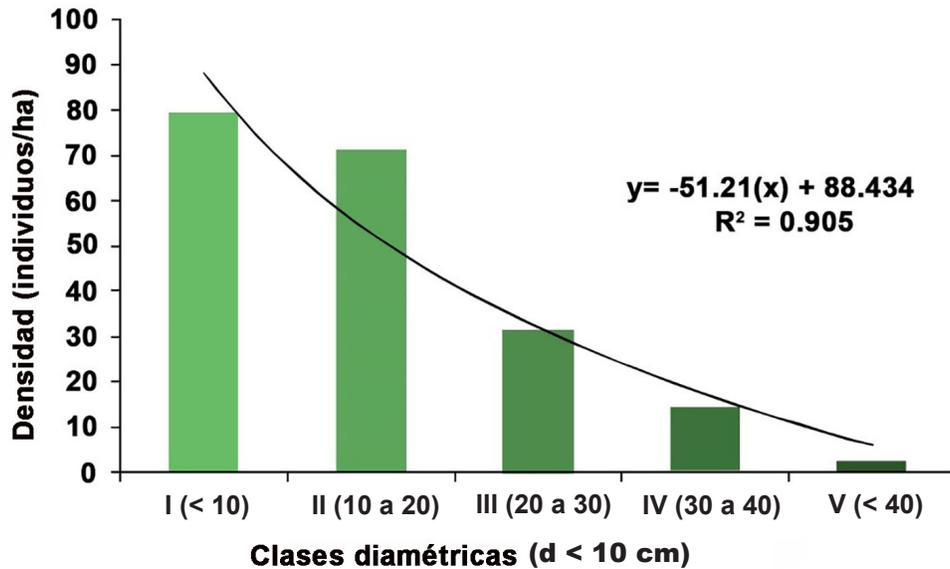
DISCUSIÓN

La familia con mayor número de especies fue Fabaceae, lo cual coincide con estudios recientes realizados en el MET, bajo diversas condiciones (Estrada-Castillón y col., 2005; González-Rodríguez y col., 2010; Jiménez-Pérez y col., 2012; Molina y col., 2013; Mora-Donjuán y col., 2013a; 2013b; Pequeño-Ledezma y col., 2017). Comparando con otras evaluaciones del MET, en donde se aplicó la misma metodología (igual número y dimensiones de los sitios de muestreo), la riqueza específica registrada fue mayor, que en áreas con regeneración pasiva e historial de pastoreo intensivo (Pequeño-Ledezma y col., 2012; Yerena-Yamallel y col., 2014), pero menor que en áreas sin disturbio reciente (Alanís-Rodríguez y col., 2011; Mora-Donjuán y col., 2013a; Yerena-Yamallel y col., 2014).

Parámetros ecológicos

Densidad

Havardia pallens, la segunda especie de mayor densidad relativa, en este estudio, ha sido re-



■ Figura 4. Densidad de individuos de acuerdo a clases diamétricas en el área de estudio.
Figure 4. Density of individuals according to diametric classes in the survey area.

portada como una de las tres especies con mayor densidad relativa en áreas de MET sin disturbio (García-Hernández y Jurado, 2008; Yereña-Yamallel y col., 2014) y en terrenos con historial de ganadería extensiva (Pequeño-Ledezma y col., 2012). Por el contrario, *Prosopis leavigata* y *Celtis pallida*, las cuales fueron también dos de las especies más abundantes en este trabajo, presentaron menor densidad en los estudios referidos, así como en el trabajo de Jiménez-Pérez y col. (2013), quienes analizaron áreas del MET con diferentes tipos de alteraciones.

La forma de la curva de densidad estuvo determinada por la densidad por especie, la cual sigue una distribución normal (Figura 2), con muchas especies con valores intermedios y pocas con valores mínimos o máximos de densidad. Este tipo de distribución se encuentra en la mayoría de las comunidades vegetales (Martella y col., 2012), como el MET en el presente estudio, donde las especies *Prosopis leavigata* y *Havardia pallens* fueron las que dominaron con valores máximos de densidad, mientras que *Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg., *Diospyros texana* y *Helietta parvifolia* registraron los valores mínimos (Tabla 2).

Dominancia

Frecuentemente, las especies reportadas como más dominantes en el MET, con historial pecuario y agrícola, son *Vachellia farnesiana* y *Vachellia rigidula* (Alanís-Rodríguez y col., 2008; Pequeño-Ledezma y col., 2012; Jiménez-Pérez y col., 2013; Mora-Donjuán y col., 2013b); Diferente a lo que reportaron Mora-Donjuán y col. (2013a; 2013b) en un área sin disturbio reciente, donde las especies dominantes fueron *Vachellia amentacea*, *Diospyros texana* y *Cordia boissieri*, con esta última presente en el sistema pastoreado. La suma total de la dominancia absoluta de las especies en el área de estudio (Tabla 2) es mayor a los registros de dominancia absoluta documentadas por Mora-Donjuán y col. (2013b), en sus tres áreas de estudio del MET (dos con historial pecuario y una sin disturbio).

Frecuencia

Los resultados del presente estudio, para este parámetro, difieren de los reportados por Alanís-Rodríguez y col. (2008); Jiménez-Pérez y col. (2012) y Pequeño-Ledezma y col. (2012), quienes evaluaron áreas del MET con algún grado de disturbio, ya que registraron no más de tres especies presentes en todos los sitios

de muestreo. Sin embargo, los resultados de este trabajo, concuerdan con los de Mora-Donjuán y col. (2013a), estudio de un área sin alteración reciente, donde se registraron que siete especies se encontraban en todos los sitios de muestreo. Lo anterior, prueba que, conforme más especies se encuentren en todos los sitios de muestreo, menos disturbio muestra el área evaluada, ya que, al no haber afectaciones graves en la comunidad vegetal, más especies tienen posibilidad de establecerse en diversos sitios, evitando que predominen un número reducido de especies en toda el área.

Índice de valor de importancia (IVI)

En el presente estudio, *Prosopis leavigata* fue la especie con mayor IVI (28.59 %), con una diferencia porcentual de 15.18 %, respecto a la siguiente especie *Havardia pallens*. Este estudio es el segundo que registra a *Prosopis leavigata* como la especie con el mayor IVI en el MET con uso ganadero (Alanís-Rodríguez y col., 2008; Jiménez-Pérez y col., 2012; Pequeño-Ledezma y col., 2012; Mora-Donjuán y col., 2013a; 2013b).

Prosopis leavigata presentó una densidad relativa (20.39 %) ligeramente superior a la de *Havardia pallens* (19.09 %). Sin embargo, su dominancia relativa (56.09) fue mucho mayor, con una diferencia de 44.24 % (Tabla 2). Esto indica una alta preferencia del manejador para conservar dicha especie, ya que, si se compara con otros estudios, que se han llevado a cabo para el MET, se observa que son otras las especies con mayor densidad, entre ellas, *Diospyros texana* y las del género *Vachellia* (Alanís-Rodríguez y col., 2008; Pequeño-Ledezma y col., 2012; Jiménez-Pérez y col., 2013; Mora-Donjuán y col., 2013a). Esta preferencia se adjudica al conocimiento sobre los múltiples usos del *Prosopis leavigata* (mejor conocido como mezquite) en la región, tales como leña, fuente de carbón, uso artesanal y de forraje (Estrada-Castillón y col., 2005), siendo el último de especial interés para la producción ganadera (Ríos-Saucedo y col., 2012).

Distribución vertical de las especies

Aunado a los resultados y siendo que el diámetro menor registrado fue de 4 cm (datos no mostrados), se tiene una comunidad vegetal que no se encontraba en regeneración, como otros matorrales (Alanís-Rodríguez y col., 2011; Jiménez-Pérez y col., 2012; Mora-Donjuán y col., 2013b), pero que tampoco tiene las condiciones óptimas de un matorral primario (Mora-Donjuán y col., 2013b; Yereña-Yamallel y col., 2014); sino que sus componentes conforman una masa irregular joven e incoetánea, en la cual, los árboles crecen principalmente en diámetro (Araujo e Iturre, 2006).

Diversidad

El valor de DMg , registrado en este estudio, fue superior al evaluado por Alanís-Rodríguez y col. (2008), en un área con historial de uso de ganadería intensiva y extensiva. También el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), reportado en este trabajo, fue superior a los obtenidos en áreas con diferente historial de uso productivo (Alanís-Rodríguez y col., 2008; Jiménez-Pérez y col., 2012; Pequeño-Ledezma y col., 2012; Mora-Donjuán y col., 2013b; Molina-Guerra y col., 2013) e incluso comparado con áreas de MET sin alteración reciente (Mora-Donjuán y col., 2013a; 2013b). Una explicación de que los valores reportados en el estudio fueron superiores, con respecto a los reportados en las investigaciones mencionadas, sería que la comunidad evaluada se encontraba en un estado joven, donde la constante selección de especies crea nuevos espacios, que permiten que se establezcan otras especies o nuevos individuos.

CONCLUSIONES

La composición de especies arbóreas y arbustivas en el área de estudio conserva atributos cercanos a las comunidades de matorral espinoso tamaulipeco (MET) sin alteraciones, como la riqueza de especies, diversidad, densidad y área de copa. Sin embargo, en el manejo de selección de las especies destaca la preferencia por conservar individuos de altura distribuidas en el estrato II (6.16 m a

9.84 m), con diámetros de 10-20 cm, características de una comunidad vegetal irregular e incoetánea. La especie de preferencia fue *Prosopis laevigata*, deseable por ser multipropósito (fuente de leña y carbón, uso artesanal y forrajera). Se considera importante aumentar la investigación de los aprovechamientos mixtos en el noreste de México.

AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) por el financiamiento de la investigación mediante el proyecto “Análisis de la regeneración natural del matorral espinoso tamaulipeco en el noreste de México (PROMEP/103.5/12/3585)”. A Guadalupe Pérez, Mario Moreno y Juan Garza por su colaboración en el trabajo de campo.

REFERENCIAS

- Alanís-Flores, G. J. (1996). *Vegetación y flora de Nuevo León, una guía botánico-ecológica*. San Nicolás de los Garza: Impresora Monterrey, S.A. de C.V. 251 Pp.
- Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Aguirre-Calderón, O. A., Treviño-Garza, E. J., Jurado-Ybarra, E. y González-Tagle, M. A. (2008). Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL*. 11(1): 56-62.
- Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Canizales-Velázquez, P. A., González-Rodríguez, H., Mora-Olivo, A. (2015). 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-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., González-Tagle, M. A., Yerena-Yamallel, J. I., Cuellar-Rodríguez, L. G. y Mora-Olivo, A. (2013). Análisis de la vegetación secundaria del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Phyton*. 82(2): 185-191.
- Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Valdecantos-Dema, A., Pando-Moreno, M., Aguirre-Calderón, O. y Treviño-Garza, E. J. (2011). Caracterización de regeneración leñosa postincendio de un ecosistema templado del Parque Ecológico Chipinque, México. *Revista Chapin-go Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 17(1): 31-39.
- Araujo, P. A. e Iturre M. C. (2006). *Ordenación de Bosques Irregulares*. Cátedra de Ordenación Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. [En línea]. Disponible en: <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-28-Ordenacion-bosques-irregulares-ARAUJO.pdf>. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2013.
- Arriaga-Cabrera, L. (2009). Implicaciones del cambio de uso de suelo en la biodiversidad de los matorrales xerófilos: un enfoque multiescalar. *Investigación ambiental*. 1(1): 6-16.
- Barrance, A., Schreckenberg, K., and Gordon J. (2009). *Conservation through use: lessons from the Mesoamerican dry forest*. Londres: Overseas Development Institute. 124 Pp.
- Cantú-Silva, I., Estrada-Castillón, E., González-Rodríguez, H. y Delgado-Villalobos, J. A. (2017). Estructura y diversidad del matorral desértico rosetófilo rehabilitado con rodillo aireador, Coahuila, México. *Polibotánica*. (44): 95-107.
- Clifford, H. y Stephenson W. (1975). *An Introduction to Numerical Classification*. Nueva York: Academic Press. 229 Pp.
- CONABIO, Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2009). *Estado de Conservación y Tendencias de Cambio, en Capital Natural de México, vol. 2*. [En línea]. Disponible en: http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/II00_Preliminares%20Guia%20de%20lectura%20Indice%20Siglas.pdf. Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2013.
- CONAFOR, Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2010). *Paquete tecnológico: Sistemas silvopastoriles*. [En línea]. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/SISTEMAS-SILVOPASTORIL.pdf>. Fecha de consulta: 13 de diciembre de 2013.
- Cram, S., Sommer, I., Morales, L. M., Oropeza, O., Carmona, E., and González-Medrano, F. (2006). Suitability of the vegetation types in Mexico's Tamaulipas state for the siting of hazardous waste treatment plants. *Journal of Environmental Management*. 80(1): 13-24.
- Estrada-Castillón, E., Villarreal-Quintanilla, J. y Jurado, E. (2005). Leguminosas del norte del estado de Nuevo León, México. *Acta Botanica Mexicana*. (73):1-18.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). *Global Forest Resources Assessment 2015, How are the world's forests changing?* (Second edition). Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 44 Pp.
- Foroughbakhch, R., Hernández-Piñero, J. L., Alvarado-

- Vásquez, M. A., Céspedes-Cabriales, E., Rocha-Estrada, A., and Cárdenas-Ávila, M. L. (2009). Leaf biomass determination on woody shrub species in semiarid zones. *Agroforestry Systems*. 77(3): 181-192.
- García-Hernández, J. y Jurado, E. (2008). Caracterización del matorral con condiciones prístinas en Linares, N. L., México. *Ra Ximhai*. 4(1): 1-21.
- González-Rodríguez, H., Ramírez-Lozano, R. G., Cantú-Silva, I., Gómez-Meza, M. V. y Uvalle-Sauceda, J. I. (2010). Composición y estructura de la vegetación en tres sitios del estado de Nuevo León, México. *Polibotánica*. (29): 91-106.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (1986). Síntesis Geográfica de Nuevo León. [En línea]. Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825220747>. Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2013.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2013). Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación, escala 1:250 000, serie V. [En línea]. Disponible en: <http://catalogo.datos.gob.mx/dataset/mapas-de-uso-del-suelo-y-vegetacion-escala-1-250-000-serie-v-nuevo-leon>. Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2013.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2017). Encuesta Nacional Agropecuaria ENA 2017: Conociendo el campo de México, Resultados. [En línea]. Disponible en: http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2017/doc/ena2017_pres.pdf. Fecha de consulta: 28 de febrero de 2019.
- Jiménez-Pérez, J., Alanís-Rodríguez, E., González-Tagle, M. A., Aguirre-Calderón, O. A., and Treviño-Garza, E. J. (2013). Characterizing regeneration of woody species in areas with different land history tenure in the tamaulipan thornscrub, Mexico. *The Southwestern Naturalist*. 58(3): 299-304.
- Jiménez-Pérez, J., Alanís-Rodríguez, E. A., Ruíz-González, J. L., González-Tagle, M. A., Yerena-Yamallel, J. I. y Alanís-Flores, G. J. (2012). Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola en el noreste de México. *Ciencia UANL*. 15(58): 66-71.
- Jose, S. (2012). Agroforestry for conserving and enhancing biodiversity. *Agroforestry Systems*. 85(1): 1-8.
- Maass, J. M., Balvanera, P., Castillo, A., Daily, G. C., Mooney, H. A., Ehrlich, P., ..., and Martínez-Yrizar, A. (2005). Ecosystem services of tropical dry forests: insights from long-term ecological and social research on the Pacific Coast of Mexico. *Ecology and Society*. 10(1): 1-23.
- Magurran, A. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Oxford: Blackwell Publishing Company. 264 Pp.
- Mahecha, L. y Zoot, M. S. (2002). El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 15(2): 226-231.
- Martella, M., Trumper, E., Bellis, L., Renison, D., Giordano, P., Bazzano, G. y Raquel, M. (2012). Manual de Ecología: Evaluación de la biodiversidad. *Reduca (Biología) Serie Ecología*. 5(1): 71-115.
- Mitlohner, F. M., Galyean, M. L., and McGlone, J. J. (2002). Shade effects on performance, carcass traits, physiology, and behavior of heat-stressed feedlot heifers. *Journal of Animal Science*. 80(8): 2043-2050.
- Molina-Guerra, V. M., Pando-Moreno, M., Alanís-Rodríguez, E., Canizales-Velázquez, P. A., González-Rodríguez, H. y Jiménez-Pérez, J. (2013). Composición y diversidad vegetal de dos sistemas de pastoreo en el matorral espinoso tamaulipeco del Noreste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 4(3): 361-371.
- Mora-Donjuán, C. A., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., González-Tagle, M. A., Yerena-Yamallel, J. I. y Cuellar-Rodríguez, L. G. (2013a). Estructura, composición florística y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Ecología Aplicada*. 12(1): 29-34.
- Mora-Donjuán, C. A., Jiménez-Pérez, J., Alanís-Rodríguez, E., Rubio-Camacho, E., Yerena-Yamallel, J. I. y González-Tagle, M. A. (2013b). Efecto de la ganadería en la composición y diversidad arbórea y arbustiva del matorral espinoso tamaulipeco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 4(17): 124-137
- Moreno-Medina, S., Ibarra-Flores, F. A., Martín-Rivera, M. H., Moreno-Álvarez, C. y Retes-López, R. (2017). Impacto económico del deterioro de los recursos naturales asociados con la eficiencia de la reproducción ganadera. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 21(40): 649-659.
- Müeller-Dombois, D. and Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. Nueva York: John Wiley & Sons Inc. 547 Pp.
- Musálem, M. A. (2002). Sistemas agrosilvopastoriles: Una alternativa de desarrollo rural sustentables para el trópico mexicano. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 8(2): 91-100.
- Návar-Chaidez, J. (2008). Carbon fluxes resulting from land-use changes in the Tamaulipan thornscrub of north-eastern Mexico. *Carbon Balance Management*. 3(1): 6.
- Pando-Moreno, M. and Villalón-Mendoza, H. (2001). Potential agroforestry species identified in the Tamaulipan thornscrub of north-eastern Mexico. *Agroforestry*

Today. 13(1-2): 14-15.

Pequeño-Ledezma, M. A., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Aguirre-Calderón, O. A., González-Tagle, M. A. y Molina-Guerra, V. M. (2017). Análisis estructural de dos áreas del matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. *Madera y Bosques*. 23(1): 121-132.

Pequeño-Ledezma, M. A., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., González-Tagle, M. A., Yerena-Yamallel, J. I., Cuellar-Rodríguez, G. y Mora-Olivo, A. (2012). Análisis de la restauración pasiva postpecuaria en el matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. *CienciaUAT*. 24(2): 42-47.

Pretzsch, H. (1996). *Strukturvielfalt als Ergerbnis Waldbaulichen Handels*. Nehresheim: Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten. Sekt. Ertragskunde. 849 Pp.

Ramírez-Marcial, N., Rueda-Pérez, M. L., Ferguson, B. G. y Jiménez-Ferrer, G. (2012). Caracterización del sistema agrosilvopastoril en la Depresión Central de Chiapas. *Avances de Investigación Agropecuaria*. 16(2): 7-22.

Ríos-Saucedo, J. C., Valenzuela-Nuñez, L. M., Rivera-González, M., Trucíos-Caciano, R. y Sosa-Pérez, G. (2012). Diseño de un sistema sil-vopastoril en zonas degradadas con mezquite en Chihuahua, México. *Tecnociencia Chihuahua*. 6(3): 174-180.

Rodríguez-Estrella, R., Benítez-Malvido, J., Del-Val-De-Gortari, E. y Santos-Barrera, G. (2016). Impacto de las actividades humanas en la biodiversidad y en los ecosistemas. En P. Balvanera, E. Arias, R. Rodríguez-Estrella, L. Almeida-Leñero, J. J. Schmitter-Soto (Eds.), *Una mirada al conocimiento de los ecosistemas de México* (pp. 57-189). Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Rosales-Adame, J. J., Cuevas-Guzmán, R., Gliessman, S. R., and Benz, B. F. (2014). Estructura y diversidad arbórea en el Sistema agroforestal de piña bajo sombra en el Occidente de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 17(1): 1-18.

Rosete-Vergés, F. A., Pérez-Damián, J. L., Villalobos-Delgado, M., Navarro-Salas, E. N., Salinas-Chávez, E. y Remond-Noa, R. (2014). El avance de la deforestación en México 1976-2007. *Madera y Bosques*. 20(1): 21-35.

Rubio-Camacho, E. A., González-Tagle, M. A., Jiménez-Pérez, J., Alanís-Rodríguez, E. y Ávila-Flores, D. (2014). Diversidad y distribución vertical de especies vegetales mediante el índice de Pretzsch. *Ciencia UANL*. 17(65): 34-41.

SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2013). *Sistemas Silvopastoriles*. México: Subsecretaría de desarrollo rural,

SAGARPA. [En línea]. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Sistemas%20silvopastoriles.pdf>. Fecha de consulta: 15 de diciembre de 2013.

Sánchez, M. D., Rosales, M. y Murgueitio E. (2003). Agroforestería en América Latina. En M. D. Sánchez y D. Rosales-Méndez (Eds.), *Agroforestería para la producción animal en América Latina II* (pp. 1-12). Roma, Italia: FAO.

Santos, T., y Tallería, J. L. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*. 15(2): 3-12.

Sarukhán, J., Urquiza-Haas, T., Koleff, P., Carabias, J., Dirzo, R., Ezcurra, E., and Soberón, J. (2015). Strategic Actions to Value, Conserve, and Restore the Natural Capital of Megadiversity Countries: The Case of Mexico. *BioScience*. 65(2): 164-173.

Shannon, C. E. and Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Illinois, EUA: University of Illinois Press. 144 Pp.

Williams-Linera, G. (2002). Tree species richness complementarity, disturbance and fragmentation in a Mexican tropical montane cloud forest. *Biology and Conservation*. 11(10): 1825-1843.

Yerena-Yamallel, J. I., Jiménez-Pérez, J., Alanís-Rodríguez, E., Aguirre-Calderon, O. A., González-Tagle, M. A., and Treviño-Garza, E. J. (2014). Dinámica de la captura de carbono en pastizales abandonados del noreste de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 17: 113-121.