



Análisis estructural de dos áreas del matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México

Structural analysis of two Tamaulipan thornscrub areas in northeastern Mexico

Miguel Angel Pequeño-Ledezma¹, Eduardo Alanís-Rodríguez¹, Javier Jiménez-Pérez¹, Oscar Alberto Aguirre-Calderón¹, Marco Aurelio González-Tagle¹ y Víctor Manuel Molina-Guerra²

¹Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales. Linares, Nuevo León, México.

²RENAC, S.A. de C.V. Linares, Nuevo León, México.

* Autor de correspondencia. mikepequeno@hotmail.com

RESUMEN

Se evaluó la composición, estructura y diversidad vegetal de dos áreas del matorral espinoso tamaulipeco (loma y valle) para conocer sus principales diferencias o similitudes. El matorral de porte bajo se ubica en lomeríos, donde el suelo es somero, mayormente pedregoso y la disponibilidad de agua en la zona se limita a las temporadas de lluvia de la región, mientras que el matorral de porte alto se localiza en una zona de caudal intermitente el cual aparece en temporadas de lluvias y forma un cuerpo de agua temporal y los suelos son profundos. En cada área se establecieron 3 sitios de muestreo de 40 m x 40 m para evaluar la vegetación arbórea y arbustiva. Se estimó el índice de valor de importancia y la diversidad (alfa y beta) así como el índice de similitud de Sorensen Cuantitativo. En total se registraron 17 especies pertenecientes a 11 familias y 15 géneros. La familia con mayor presencia en el estudio fue Fabaceae con 7 especies. El área de matorral con porte alto presentó 14 especies, mientras el área de matorral en porte bajo presentó solamente 7 especies. Las comunidades evaluadas presentan una similitud baja (19%). Mediante la presente investigación se concluye que los dos tipos de matorrales presentes en la zona de estudio registran diferencias significativas entre sí en densidad, área de copa, riqueza y diversidad. Asimismo se concluye que comparten cuatro especies del total de 17 presentes en ambas zonas de estudio.

PALABRAS CLAVE: abundancia, dominancia, frecuencia, IVI, loma, Sorensen, valle.

ABSTRACT

The composition, structure and biological diversity in two areas in the Tamaulipan thornscrub of Northeast Mexico were evaluated (hill and plain) to assess the main differences or similarities. The lower height thornscrub is located on hillocks, where the soil is shallow, stony and the availability of water in the area is limited to the rainy season in the region, while the greater height thornscrub is located in an area of deep soil and has an intermittent water flow which appears in rainy seasons and forms a temporary body of water. To evaluate tree and shrub vegetation, three sampling plots of 40 m x 40 m were delimited in each area for the purpose of calculating the importance value index, diversity (alpha and beta) and the Sorensen similarity index. A total of 17 species, 11 families and 15 genera were registered. The most abundant family was Fabaceae with 7 spp. The greater high thornscrub area showed 14 species, while the lower height thornscrub showed 7 species only. The evaluated communities have low similarity (19%). Through this investigation it is concluded that the two types of thornscrub present in the study area show significant differences between them in density, canopy area, species richness and diversity. Likewise it is concluded that 4 species of all 17 present are shared in both study areas.

KEY WORDS: abundance, dominance, frequency, IVI, hill, Sorensen, plain.

INTRODUCCIÓN

Los matorrales son comunidades que se encuentran generalmente dominadas por plantas leñosas de 0.5 m a 5 m o más de altura con los tallos ramificados desde la base (Medrano, 2003). Estas comunidades se distribuyen principalmente en las zonas semiáridas, que componen aproximadamente 40% de la superficie del país, por lo tanto conforman el más vasto de todos los tipos de vegetación de México (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi], 2009).

El matorral espinoso tamaulipeco (MET) cubre una superficie de 200 000 km² del noreste de México y sur de Texas, desde Llera de Canales y los límites de la Sierra Azul en Tamaulipas (González, 1985) hasta el Altiplano Edwards (“Edwards Plateau”) en Texas (Diamond, Risking y Orzell, 1987), y de la Sierra Madre Oriental hasta el Golfo de México (Jurado y Reid, 1989). Esta vegetación está conformada por una alta riqueza (> 35) y densidad (> 15 000 individuos·ha⁻¹) de especies arbóreas y arbustivas. Su estructura vertical es muy diversa (Alanís *et al.*, 2008; Jiménez-Pérez, Alanís-Rodríguez, Aguirre-Calderón, Pando-Moreno y González-Tagle, 2009). Muchas especies son importantes para producción forestal y silvopastoril (Von Maydel, 1996; Molina-Guerra *et al.*, 2013). Autores como Battey (2000), Eviner (2003), Domínguez *et al.*, (2013) hacen referencia a que las variaciones en condiciones climáticas y edáficas dan como resultado comunidades vegetales diversas en cuanto a riqueza de especies, estructura, cobertura y densidad.

Existen algunos estudios en donde se observa la diversidad y distribución territorial del matorral espinoso tamaulipeco, así como su relación con los diversos factores que influyen y determinan la composición de las comunidades vegetales resultantes. Entre estos estudios se puede mencionar a Villegas (1972), quien describe un total de seis unidades de vegetación, y destaca como más importante el matorral alto subinermes cubriendo 35% de la superficie de Linares y Hualahuises (Nuevo León, México). Heiseke y Foroughbakhck (1985) caracterizaron la estructura de dos tipos de matorral en Linares, N.L., citando los datos más relevantes de las especies más comunes: frecuencia, abundancia, dominancia y valor de

importancia. Jurado (1986) analizó la influencia, asociación y correlación de las especies con respecto a los factores físicos del suelo, la topografía y el disturbio. Jurado y Reid (1989) caracterizaron un área del matorral espinoso tamaulipeco, analizando la influencia que el disturbio y los factores edáficos y topográficos tienen sobre la distribución de sus especies. Reid, Marroquín y Beyer (1990) realizaron un estudio sobre la variación florística y estructural en el matorral tamaulipeco en el noreste de México. Rodríguez (1994) determinó la composición florística y estructural de dos comunidades diferentes de matorral en el área de Linares, comparándolos a través del uso de diferentes índices de diversidad. Así como González (1996) quien analizó la vegetación secundaria del matorral espinoso tamaulipeco presente en el municipio de Linares, N.L.

La amplia diversidad de plantas nativas del matorral espinoso tamaulipeco es un ejemplo típico de una gran plasticidad en la respuesta a factores físicos extremos (Reid *et al.*, 1990), en especial, a las sequías que se presentan año con año en la región. En particular, las características del clima y suelo del noreste de Nuevo León no son uniformes (Moya, Ramírez, Foroughbakhch, Hauad y González, 2002).

La planicie costera del noreste en México (Rzedowski, 1978) abarca casi la totalidad de Tamaulipas, los dos tercios nororientales de nuevo león, además de pequeñas áreas de Coahuila, de San Luis Potosí y del extremo norte de Veracruz. La vegetación está constituida en su mayor parte por el bosque espinoso y por matorrales xerófilos. Existen investigaciones dirigidas a identificar las comunidades vegetales presentes dentro de la planicie costera del noreste en donde se considera el gradiente altitudinal existente en la zona. Muller (1939) definió para el norte del estado de Nuevo León el matorral espinoso tamaulipeco, Edwards (1939) señaló que hacia la parte norte de la Sierra Madre Oriental se presenta una asociación desértica arbustiva de *Acacia-Prosopis* en la planicie y una vegetación arbustiva dominada por *Helietta parvifolia* en las colinas bajas. Rojas-Mendoza (1965), en su trabajo sobre la vegetación de Nuevo León, indicó que en



la zona se presentan matorrales bajos subperennifolios con *Acacia-Leucophyllum-Cordia*, matorrales micrófilo-suculentos con *Prosopis-Bouteloua-Opuntia*, matorrales bajos subcaducifolios con *Cordia-Acacia-Karwinskia* y matorrales altos subperennifolios con *Acacia-Havardia-Helietta*. Sin embargo existe escasa investigación enfocada a conocer las diferencias y similitudes en comunidades vegetales en condiciones de loma y valle del matorral espinoso tamaulipeco.

OBJETIVO

Identificar las diferencias y similitudes de la estructura de dos comunidades vegetales en diferentes áreas (loma y valle) del matorral espinoso tamaulipeco en el noreste de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo de campo se desarrolló en el municipio de Pesquería, Nuevo León (Noreste de México, Fig. 1). Dentro de la reserva ecológica de flora y fauna de la empresa Ternium. Las coordenadas de ubicación son 25°45'17" de latitud Norte y 99° 58'01" de longitud Oeste; a 330 m snm. El clima predominante es muy seco semicálido (BWhw), con una temperatura media anual entre 20 °C y 21 °C (García, 1964). La precipitación anual oscila entre 500 mm y 700

mm (Inegi, 2010). Los tipos de suelos presentes son Kastañozem, Vertisol, Calcisol, Leptosol, Chernozem y Fulisol (Inegi, 2010).

Inventario florístico

Se establecieron tres sitios de muestreo en dos localidades diferentes (loma y valle) del matorral espinoso tamaulipeco. Lo que equivale a 1.5% y 3.4% respectivamente dentro del área de estudio. El matorral de porte bajo se ubica en lomeríos, donde el suelo es somero, más pedregoso, la disponibilidad de agua en la zona se limita a las temporadas de lluvia de la región y tiene una superficie de 32 ha. Mientras que el matorral de porte alto se localiza en una zona de caudal intermitente el cual aparece en temporadas de lluvias y forma un cuerpo de agua temporal, los suelos son profundos y tiene una superficie de 14 ha. Las parcelas de muestreo fueron cuadros de 1600 m² (40 m × 40 m) apropiados para vegetación densa (Canizales *et al.*, 2009). En los sitios de muestreo se realizó un censo de todas las especies arbóreas y arbustivas ($d_{0.10} > 5$ cm). A cada individuo se le efectuaron mediciones dendrométricas de altura total (h) y diámetro de copa (d_{copa}).

Análisis de datos

Para cada especie se determinó su abundancia, de acuerdo con el número de individuos, su cobertura, en función del área de copa, y su frecuencia con base en su presencia en los sitios de muestreo. Las variables relativas 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 de 0 a 100 (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Para la estimación de la abundancia relativa se empleó la siguiente ecuación:

$$AR_i = \left(\frac{A_i}{\sum A_i} \right) * 100 \quad (\text{Ec. 1})$$

$$i = 1 \dots n$$

donde AR_i es la abundancia relativa de la especie i respecto a la abundancia total y A_i es la abundancia absoluta

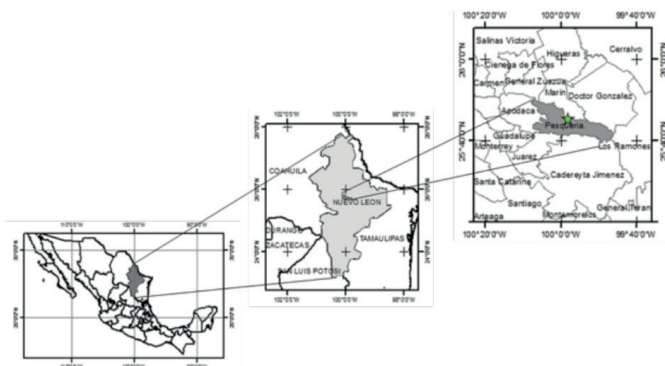


FIGURA 1. Ubicación del área de estudio.

Se señala de izquierda a derecha: México, Nuevo León, municipio de Pesquería y con una estrella el área de estudio.

de la especie i (N/ha). La dominancia se evaluó mediante la ecuación 2 (Romahn and Ramírez, 2006).

$$DR_i = \left(\frac{D_i}{\sum D_i} \right) * 100 \quad (\text{Ec. 2})$$

$$i = 1 \dots n$$

donde DR_i es la dominancia relativa de la especie i respecto a la dominancia total y D es la dominancia absoluta de la especie i ($m^2 \text{ ha}^{-1}$). Las frecuencias absoluta y relativa se obtuvieron con las ecuaciones 3 y 4.

$$F_i = \left(\frac{f_i}{N} \right) * 100 \quad (\text{Ec. 3})$$

$$FR_i = \left(\frac{F_i}{\sum F_i} \right) * 100 \quad (\text{Ec. 4})$$

$$i = 1 \dots n$$

donde F_i es la frecuencia absoluta (porcentaje de presencia en los sitios de muestreo), f_i es el número de sitios en la que está presente la especie i , N es el número de sitios de muestreo y FR_i es la frecuencia relativa de la especie i respecto a la frecuencia total. El índice de valor de importancia (IVI) se define a través de la ecuación 5 (Whittaker, 1972).

$$IVI = \frac{AR_i + DR_i + FR_i}{3} \quad (\text{Ec. 5})$$

Para estimar la diversidad alfa se utilizó el índice de Margalef (D_{Mg}) y el índice de Shannon & Weiner (H'), mediante las ecuaciones 6 y 7 (Magurran, 2004).

$$D_{Mg} = \frac{(s-1)}{\ln(N)} \quad (\text{Ec. 6})$$

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i * \ln(p_i) \quad (\text{Ec. 7})$$

$$p_i = n_i / N$$

donde S es el número de especies presentes, N es el número total de individuos y n_i es el número de individuos de la especie i .

La similitud entre los matorrales se determinó mediante el método de Sørensen cuantitativo (IS), el cual está basado en la relación presencia-ausencia del número de especies compartidas en cada sitio y el número total de especies de los dos sitios que están siendo comparados. Se expresa mediante la ecuación 8 (Magurran, 1988).

$$I_s = \frac{2pN}{aN + bN} \quad (\text{Ec. 8})$$

Donde:

aN = número total de individuos en el sitio A,

bN = número total de individuos en el sitio B,

pN = sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios.

Para determinar las diferencias en las variables de abundancia, dominancia, índice de Margalef e índice de Shannon entre los matorrales se estimaron los valores promedio de los sitios de muestreo. Una vez que los datos cumplieron con los criterios de normalidad y homocedasticidad se realizó una prueba de t con un factor ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se realizó un análisis de componentes principales (PCA) con los datos de abundancia y dominancia absoluta de cada especie de cada área. Los análisis mencionados se realizaron mediante el paquete estadístico SPSS 15.0 (SPSS Inc., 2006).

RESULTADOS

En los dos tipos de matorral se registraron 17 especies pertenecientes a 11 familias y 15 géneros. La familia con mayor presencia en el estudio fue Fabaceae con siete especies, el resto de las familias presentó solamente una especie. El género con más especies fue *Acacia* con tres especies registradas. De acuerdo con su forma de vida, cinco fueron arbóreas, 11 arbustivas y una palma (Tabla 1).

Del total de las 17 especies registradas en el estudio, 14 fueron identificadas en el matorral de porte alto y siete



TABLA 1. Nombre científico, común, familia y forma de vida de las especies presentes en los dos sitios de estudio.

Nombre científico	Nombre común	Familia	Forma de Vida
<i>Acacia amentacea</i> DC	Gavia	Fabaceae	Arbustiva
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Huizache	Fabaceae	Arbustiva
<i>Acacia schaffneri</i> (S. Watson) F.J. Herm.	Huizache Chino	Fabaceae	Arbustiva
<i>Celtis pallida</i> Torr.	Granjeno	Cannabaceae	Arbustiva
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	Anacahuita	Boraginaceae	Arbustiva
<i>Diospyros palmeri</i> Eastw.	Chapote Blanco	Ebenaceae	Árborea
<i>Ebenopsis ebano</i> (Berland.) Barneby & J.W. Grimes	Ébano	Fabaceae	Árborea
<i>Eysenhardtia texana</i> Scheele	Vara dulce	Fabaceae	Arbustiva
<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	Panalero	Oleaceae	Arbustiva
<i>Guaiacum angustifolium</i> Engelm.	Guayacán	Zygophyllaceae	Arbustiva
<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	Tenaza	Fabaceae	Arbustiva
<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berland.) I.M. Johnst.	Cenizo	Scrophulariaceae	Arbustiva
<i>Parkinsonia texana</i> (A. Gray) S. Watson	Palo verde	Caesalpiniaceae	Árborea
<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	Mezquite	Fabaceae	Árborea
<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D. Penn.	Coma	Sapotaceae	Árborea
<i>Yucca filifera</i> Chabaud	Palma china	Asparagaceae	Palma
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Colima	Rutaceae	Arbustiva

en el matorral de porte bajo. Cuatro especies tuvieron presencia en ambos tipos de matorral.

En la tabla 2 se puede observar que en el matorral de porte bajo las especies con los valores más altos en abundancia, dominancia e importancia fueron *Leucophyllum frutescens*, *Cordia boissieri* y *Acacia amentacea*, sumando 79.92% de importancia de la comunidad. Las cuatro especies restantes suman 20.08% de importancia. En el matorral de porte alto las especies que presentan los mayores valores registrados en abundancia dominancia e importancia fueron *Prosopis glandulosa*, *Acacia amentacea*, *Havardia pallens*, *Acacia farnesiana*, *Parkinsonia texana* y *Celtis pallida*, las cuales en conjunto suman 69.17% de importancia de la comunidad. Las restantes ocho especies concentran 30.83%.

Las especies están ordenadas de manera decreciente de acuerdo al Índice de Valor de Importancia (IVI). IVI= Índice de Valor de Importancia, Max= Máxima, Min= Mínima.

En la tabla 2 se observa que las especies que se ven favorecidas en ambientes propicios son *Prosopis glandulosa*, *Acacia amentacea*, *Havardia pallens*, *Acacia farnesiana*, *Parkinsonia texana* y *Celtis pallida* ya que se desarrollan en áreas con suelos más profundos, ricos en nutrientes y con regímenes favorables de agua, pues en la zona de matorral de porte alto existen arroyos intermitentes, los cuales se activan en temporadas de lluvia. Mientras que las especies más tolerantes a ambientes hostiles registradas son *Leucophyllum frutescens*, *Cordia boissieri* y *Acacia amentacea*, ya que concentran el mayor valor de importancia en el matorral de porte bajo donde los suelos son menos profundos y la disponibilidad de agua es relativamente limitada a época de lluvias. De igual manera se observa que las especies que registran los mayores valores en altura promedio para ambos tipos de matorral son *Parkinsonia texana* y *Acacia amentacea*, seguida de *Forestiera angustifolia* y *Cordia boissieri*. Asimismo se

TABLA 2. Datos de abundancia, dominancia, frecuencia, IVI y alturas para ambos tipos de matorrales.

Especie	Matorral de porte alto									
	Abundancia		Dominancia		Frecuencia			Alturas		
	Abs N/ha	Rel %	Abs m ² ha ⁻¹	Rel %	Abs	Rel	IVI	Prom	Max	Min
<i>Prosopis glandulosa</i>	42	11.2	1735.94	26.3	100	10.34	15.95	6.07	8.62	3.20
<i>Acacia amentacea</i>	85	22.67	692.79	10.5	100	10.34	14.5	5.99	8.62	3.55
<i>Havardia pallens</i>	73	19.47	857.7	13	100	10.34	14.27	6.28	9.00	2.57
<i>Acacia farnesiana</i>	35	9.33	1149.99	17.42	66.67	6.9	11.22	6.26	8.45	4.05
<i>Parkinsonia texana</i>	27	7.2	656.01	9.94	33.33	3.45	6.86	5.76	7.85	4.01
<i>Celtis pallida</i>	17	4.53	507.73	7.69	66.67	6.9	6.37	4.71	5.78	3.01
<i>Diospyros palmeri</i>	21	5.6	177.04	2.68	66.67	6.9	5.06	4.58	5.71	3.86
<i>Cordia Boissieri</i>	13	3.47	83.59	1.27	100	10.34	5.03	3.65	5.81	2.30
<i>Sideroxylon celastrinum</i>	10	2.67	110.17	1.67	100	10.34	4.89	4.02	5.65	2.62
<i>Zanthoxylum fagara</i>	21	5.6	260.09	3.94	33.33	3.45	4.33	4.62	5.21	3.87
<i>Acacia shaffneri</i>	19	5.07	156.9	2.38	33.33	3.45	3.63	4.35	6.73	3.40
<i>Forestiera angustifolia</i>	6	1.6	104.86	1.59	66.67	6.9	3.36	2.75	3.67	2.13
<i>Guaiaacum angustifolium</i>	4	1.07	46.74	0.71	66.67	6.9	2.89	3.29	4.11	2.46
<i>Ebenopsis ebano</i>	2	0.53	60.16	0.91	33.33	3.45	1.63	6.79	6.79	6.79
Especie	Matorral de porte bajo									
	Abs N/ha	Rel %	Abs m ² ha ⁻¹	Rel %	Abs	Rel	IVI	Prom	Max	Min
<i>Leucophyllum frutescens</i>	435	53.87	1144.94	42.02	100	17.65	37.84	2.36	3.18	1.28
<i>Cordia boissieri</i>	204	25.26	1123.08	41.22	100	17.65	28.04	2.2	3.54	1.2
<i>Acacia amentacea</i>	108	13.4	301.53	11.07	100	17.65	14.04	2.1	3.16	0.85
<i>Yucca filifera</i>	29	3.61	45.3	1.66	100	17.65	7.64	2.17	6.27	0.6
<i>Forestiera angustifolia</i>	18	2.32	58.46	2.15	100	17.65	7.37	2.07	2.86	1.7
<i>Parkinsonia texana</i>	8	1.03	45.38	1.67	33.33	5.88	2.86	2.52	2.99	2.00
<i>Eysenhardtia texana</i>	4	0.52	6.03	0.22	33.33	5.88	2.21	1.95	2.25	1.64

Las especies están ordenadas de manera decreciente de acuerdo al Índice de Valor de Importancia (IVI). IVI= Índice de Valor de Importancia, Max= Máxima, Min= Mínima.

puede observar la influencia que tiene las condiciones de suelo, humedad y nutrientes en el matorral con porte alto ya que en él se encuentran las mayores alturas promedio observadas en comparación con las registradas en el matorral en monte de porte bajo.

En el matorral de porte alto se registró una altura promedio de $5.56 \text{ m} \pm 1.48 \text{ m}$, observando que la mayoría de individuos están concentrados en un intervalo de 4 m a 6 m de altura, mientras existe un poca cantidad de indivi-

duos que su altura sea superior a los 8 m. Por otra parte, en el matorral de porte bajo se registró una altura promedio de $2.25 \text{ m} \pm 0.51 \text{ m}$, se aprecia que la mayoría de los individuos registrados se encuentran en un intervalo de 2 m a 4 m, mientras que un escaso número de individuos son los que superan una altura de 6 m en este tipo de comunidad vegetal.

La mayor densidad de individuos registrada en el área de matorral de porte bajo fue de $808 \text{ individuos ha}^{-1} \pm 67$



individuos ha^{-1} (media y error estándar) mientras que el área de matorral de porte alto presentó una densidad menor, registrando valores de $375 \text{ individuos } \text{ha}^{-1} \pm 128 \text{ individuos } \text{ha}^{-1}$ (Fig. 2a). La diferencia es estadísticamente significativa ($P = 0.006$). El área de copa presente en el matorral de porte bajo fue de $2725 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \pm 656 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ y para el matorral de porte alto fue de $6580 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \pm 1307 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$. La diferencia es estadísticamente significativa ($P = 0.010$; Fig. 2b).

El índice de Margalef mostró diferencia significativa entre ambos matorrales ($P < 0.001$). El matorral con menor valor fue el matorral con porte bajo registrando 0.96 ± 0.13 mientras que el matorral con porte alto registró valores de 2.13 ± 0.13 (Fig. 2c). El índice de Shannon registró valores de 1.20 ± 0.05 para el área de matorral con porte bajo y 1.81 ± 0.16 para el matorral con porte alto, mostrando también diferencias significativas ($P = 0.003$, Fig. 2d).

De igual manera se evaluó el índice de Sorensen cuantitativo para conocer la similitud existente entre el área de

matorral de porte alto y el área de matorral de porte bajo. Se determinó que la similitud entre las comunidades vegetales es baja, presentando un valor de 19% de similitud. Este bajo porcentaje de similitud está influenciado por que tan solo comparten cuatro de las 17 especies registradas.

Los dos primeros componentes del PCA realizado a la matriz de datos de abundancia explicaron 71.6% de la varianza (47.7% el primer eje y 23.9% el segundo componente). Las especies que más peso tienen en el primer componente son, por este orden, *Celtis pallida*, *Guaiacum angustifolium*, *Sideroxylon celastrinum*, *Prosopis glandulosa*, *Diospyros palmeri* y *Havardia pallens*. (Tabla 3). Por su parte, el segundo componente está principalmente condicionado por la abundancia de *Acacia schaffneri* y *Zanthoxylum fagara* y en menor medida y con peso negativo, *A. farnesiana*. La representación gráfica de los puntos de muestreo tras este análisis muestra dos grupos bien definidos en donde se aprecia que hay diferencias entre los dos tipos de matorrales (Fig. 3). Así, las parcelas del matorral de porte alto presentan valores positivos del primer

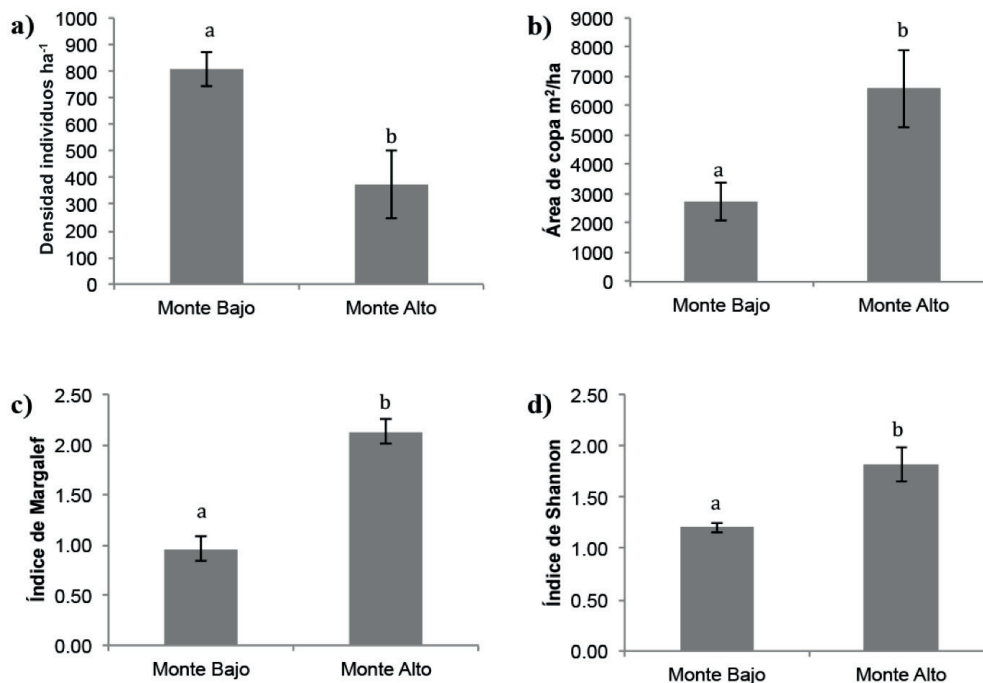


FIGURA 2. Diferencias entre el matorral de porte alto (monte alto) y porte bajo (monte bajo) evaluados.

(a) Densidad, (b) área de copa, (c) índice de Margalef, (d) índice de Shannon. Valores promedio \pm desviación estándar. Letras diferentes indican diferencia significativa ($p = 0.05$).

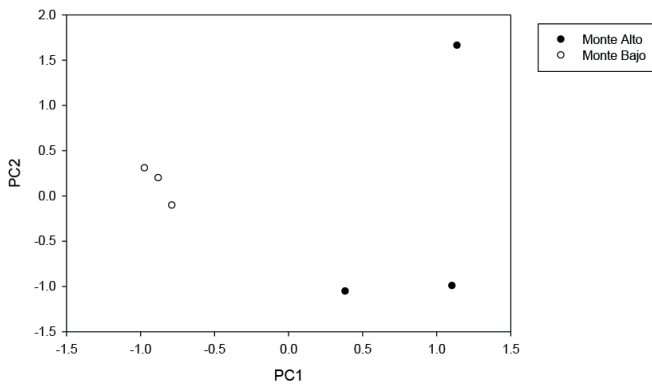


FIGURA 3. Representación gráfica de los dos tipos de matorrales en los dos primeros componentes del PCA de la abundancia de especies presentes.

TABLA 3. Peso de las abundancias de las distintas especies sobre los dos primeros componentes del PCA.

Especie	PC1	PC2
<i>Celtis pallida</i>	0.87	0.257
<i>Guaiaecum angustifolium</i>	0.87	0.257
<i>Sideroxylon celastrinum</i>	0.839	-0.497
<i>Prosopis glandulosa</i>	0.739	-0.447
<i>Diospyros palmeri</i>	0.708	0.704
<i>Havardia pallens</i>	0.666	0.446
<i>Acacia farnesiana</i>	0.578	-0.567
<i>Acacia schaffneri</i>	0.559	0.813
<i>Zanthoxylum fagara</i>	0.559	0.813
<i>Ebenopsis ebano</i>	0.189	-0.517
<i>Parkinsonia texana</i>	0.071	-0.541
<i>Acacia amentacea</i>	-0.156	0.554
<i>Eysenhardtia texana</i>	-0.475	0.149
<i>Forestiera angustifolia</i>	-0.714	0.429
<i>Yucca filifera</i>	-0.919	0.182
<i>Cordia boissieri</i>	-0.942	0.165
<i>Leucophyllum frutescens</i>	-0.959	0.16

Valores próximos a +1 y -1 indican un elevado peso directa e inversamente proporcional respectivamente, de la especie sobre el componente, mientras que valores próximos a 0 indican escasa importancia de esa especie.

componente, indicando una mayor abundancia de las estas especies que el matorral de porte bajo. Por su parte, a lo largo del segundo componente, el matorral con porte bajo presenta valores en su mayoría positivos, asociados a *A. schaffneri* y *Zanthoxylum fagara*; mientras que el matorral con porte alto presenta en su mayoría valores negativos que se relacionan con alta abundancia de *A. farnesiana*.

En el análisis realizado sobre los datos de dominancia, los dos primeros ejes explicaron 71.4% de la varianza (44.3% el primer eje y 27.1% el segundo). La representación de los resultados muestra bien definido el grupo del matorral con monte alto, mientras que en el grupo de matorral de monte bajo los resultados se muestran dispersos. En este caso, la dominancia de *Diospyros palmeri*, *Guaiaecum angustifolium*, *Acacia amentacea*, *Celtis pallida*, *Havardia pallens*, *Acacia schaffneri* y *Zanthoxylum fagara* condicionan de manera positiva el primero de los componentes, mientras que *Forestiera angustifolia*, *Acacia schaffneri* y *Zanthoxylum fagara*, son las que determinan la distribución de las especies a lo largo del segundo componente (Tabla 4). Los dos tipos de matorrales se distribuyen en estos dos ejes registrando en su mayoría valores positivos, con la única diferencia que una minoría de los valores observados en el matorral con

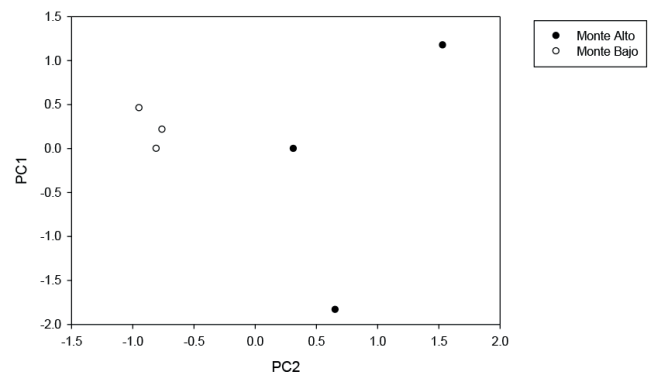


FIGURA 4. Representación gráfica de los dos tipos de matorrales en los dos primeros componentes del PCA de la dominancia de especies presentes.



TABLA 4. Peso de las dominancias de las distintas especies sobre los dos primeros componentes del PCA.

Especie	PC1	PC2
<i>Diospyros palmeri</i>	0.892	0.097
<i>Guaiaecum angustifolium</i>	0.888	0.159
<i>Acacia amentacea</i>	0.796	0.49
<i>Celtis pallida</i>	0.781	-0.432
<i>Havardia pallens</i>	0.775	0.443
<i>Acacia schaffneri</i>	0.752	0.575
<i>Zanthoxylum fagara</i>	0.752	0.575
<i>Sideroxylon celastrinum</i>	0.539	-0.825
<i>Forestiera angustifolia</i>	0.446	0.842
<i>Prosopis glandulosa</i>	0.418	-0.893
<i>Acacia farnesiana</i>	0.353	-0.917
<i>Ebenopsis ebano</i>	0.155	-0.003
<i>Parkinsonia texana</i>	0.124	0.013
<i>Eysenhardtia texana</i>	-0.394	-0.002
<i>Yucca filifera</i>	-0.677	0.265
<i>Cordia boissieri</i>	-0.867	0.353
<i>Leucophyllum frutescens</i>	-0.887	0.267

Valores próximos a +1 y -1 indican un elevado peso directa e inversamente proporcional, respectivamente, de la especie sobre el componente, mientras que valores próximos a 0 indican escasa importancia de esa especie.

monte alto a lo largo del primer componente presenta valores negativos (Fig. 4).

En la Tabla 4 se encuentra el valor de la dominancia de cada especie por los dos tipos de matorrales. En general, se comparten cinco especies que condicionan de manera positiva en los dos componentes para dominancia y abundancia registrando valores similares en ambos análisis.

DISCUSIÓN

El total de las especies registradas en las dos áreas de matorral espinoso tamaulipeco para este estudio fue de 17, pertenecientes a 11 familias y 15 géneros. Estos valores son inferiores comparados con la riqueza específica registrada por Molina, Rechy, Alcalá y Alanís (2014), quienes

en un estudio de composición y diversidad vegetal del matorral mediano subinermé aledaño al área de estudio, registraron un total de 32 especies pertenecientes a 19 familias y 29 géneros en una zona de matorral espinoso tamaulipeco. También son inferiores a los valores registrados por Jiménez, Alanís, González, Aguirre y Treviño (2013) quienes registraron una riqueza específica de 29 especies, pertenecientes a 14 familias y 29 géneros en un estudio de regeneración de especies maderables en áreas con diferentes historiales de uso silvoagropecuario en el matorral espinoso tamaulipeco. De igual manera, los valores registrados en este estudio resultan bajos comparados con los registrados por Domínguez *et al* (2013), quienes realizaron un estudio de diversidad estructural del MET durante la época seca y húmeda, registrando para la primera un total de 38 especies pertenecientes a 17 familias y 20 géneros, mientras que durante la época húmeda registraron 53 especies pertenecientes a 24 familias y 28 géneros. Es importante mencionar que en su trabajo de investigación tomaron en cuenta todos los tipos de vida de las especies vegetales mientras que en la presente investigación solo fueron consideradas arbóreas y arbustivas ($d_{0.10} \text{ m} > 5 \text{ cm.}$)

Para el matorral con porte bajo, la especie con mayor índice de valor de importancia fue *Leucophyllum frutescens* registrando 37.84%, seguida de *Cordia boissieri* y *Acacia amentacea* quienes en conjunto concentran un total de 79.92% de IVI. En el matorral con porte alto *Prosopis glandulosa* es la especie con el valor máximo registrado de índice de valor de importancia (15.95%), seguida por *Acacia amentacea*, *Havardia pallens* y *Acacia farnesiana* concentrando un total de 55.94%, mientras que el restante 44.06% es dividido en las 10 especies restantes presentes. Este comportamiento es común en las comunidades vegetales maduras del matorral espinoso tamaulipeco, donde pocas especies son altamente importantes y un elevado número de especies presentan poca importancia (Mora *et al.*, 2013a). Cuatro de las 14 especies registradas en el matorral con porte alto fueron observadas en un estudio similar realizado por Heiseke y Foroughbakhch (1985), para un matorral en planicie con condiciones simi-

lares a las áreas de estudio de esta investigación, siendo *Forestiera angustifolia* la especie con mayor valor de IVI (18.7%), mientras que en esta investigación en el área de monte con porte alto *Forestiera angustifolia* registró un valor de IVI de 3.36%.

De igual manera, Heiseke y Foroughbakhch (1985) observaron dentro del mismo estudio en *Diospyros palmeri* el menor valor registrado de IVI, mientras que en la presente investigación el valor registrado fue superior, concentrando 5.06% en el matorral con porte alto.

Referente a la abundancia, los valores registrados son bajos comparados con los registrados por Jimenez *et al.* (2013) en los 4 historiales de uso silvoagropecuarios, presentando valores máximos de 16 810 individuos ha⁻¹ ± 3,429 individuos ha⁻¹ en el área de pastoreo con producción extensiva y valores mínimos de 1760 individuos ha⁻¹ ± 704 individuos ha⁻¹ para el área de pastoreo con producción intensiva, mientras que los valores de abundancia registrados en este estudio son 808 individuos ha⁻¹ ± 67 individuos ha⁻¹ en el matorral con porte bajo y 375 individuos ha⁻¹ ± 128 individuos ha⁻¹ en el matorral con porte alto. Las diferencias de las abundancias de los estudios se deben a que en que en el presente estudio se consideraron todos los individuos mayores a cinco centímetros de diámetro basal y Jiménez *et al.* (2013) consideraron los individuos mayores a un centímetro de diámetro basal.

La dominancia presenta valores registrados de 2725 m² ha⁻¹ ± 656 m² ha⁻¹ en el matorral de porte bajo y 6580 m² ha⁻¹ ± 1307 m² ha⁻¹ en el matorral de porte alto. Estos valores son bajos comparados con los registrados por Mora *et al.* (2013a), quienes realizaron un estudio sobre la estructura y la composición florística del matorral espinoso tamaulipeco y registraron una cobertura de 13 973 m² ha⁻¹.

El matorral con menor valor de índice de Margalef fue el de porte bajo, registrando 0.96 ± 0.13; mientras que el matorral con porte alto registró valores de 2.13 ± 0.13. El valor del matorral con porte alto coincide con lo registrado por Mora *et al.* (2013b), quienes observaron valores de 2.16 ± 0.17 en un matorral de referencia en el matorral espinoso tamaulipeco.

El índice de Shannon registró valores de 1.20 ± 0.05 para el área de matorral con porte bajo y 1.81 ± 0.16 para el área con matorral con porte alto. Estos valores son similares a los registrados por Mora *et al.* (2013a), quienes evaluaron tres áreas del matorral espinoso tamaulipeco, un área de referencia (1.95±0.17), un área de regeneración (1.31±0.02) y un área regenerada postganadería (1.21±0.06). También son similares a los valores registrados por Pequeño *et al.* (2012), quienes registraron valores de H' = 1.27 en un estudio de regeneración pasiva postpecuaria. Sin embargo, son bajos comparados con los valores registrados por Molina-Guerra *et al.* (2013), quienes estudiaron la composición y diversidad vegetal de dos sistemas de pastoreo en el MET del noreste de México y obtuvieron valores de diversidad alfa H' = >2.22 y 2.11.

Las áreas de este estudio presentan una similitud baja (19%), ya que solo comparten cuatro de las especies presentes en ambos tipos de matorrales. Autores como Jurado y Reid (1989) mencionan que los factores relacionados con la humedad del suelo son los más importantes en la distribución de la vegetación. De esta manera, la coincidencia de la vegetación más alta con un arroyo temporal concuerda con lo observado en las partes cercanas a cuerpos de agua en la región, donde se encuentra una vegetación más alta, densa y de composición diferente comparada con la de un matorral aledaño donde no se presentan este tipo de condiciones.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados de la presente investigación, se concluye que las comunidades vegetales desarrolladas en lomas y valles presentan diferencias significativas en densidad, área de copa, riqueza y diversidad. El matorral presente en la loma presenta menor altura, área de copa, riqueza y diversidad de especies, pero mayor densidad. La comunidad vegetal presente en el valle registra mayores valores de altura, área de copa, riqueza y diversidad de especies. Esto puede deberse al contraste en las condiciones de profundidad, nutrientes y humedad del suelo; ya que en temporada de lluvia en la zona de matorral en monte bajo se crea un arroyo intermitente, el cual puede



propiciar las condiciones favorables para el desarrollo de más variedad de especies en la zona. También se concluye que las comunidades presentan una baja similitud florística, compartiendo únicamente cuatro especies, de las cuales solo *Acacia amentacea* es abundante en ambos matorrales.

REFERENCIAS

- 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. *Ciencia UANL*, 11(1), 56-62.
- Batthey, N. H. (2000). Aspects of seasonality. *Journal of Experimental Botany*, 51, 1769-1780.
- 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.
- Diamond, D., Riskind, D. y Orzell, S. (1987). A framework for plant community classification and conservation in Texas. *Texas Journal of Science*, 39, 202-221.
- Domínguez G., T. G., González R., H., Ramírez L., R. G., Estrada C., A. E., Cantú S., I., Gómez M., M. V., Villarreal Q., J. A., del Socorro A., M. y Alanís F., G. (2013). Diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco durante las épocas seca y húmeda. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 4(17), 106-122.
- Edwards, M. T. (1939). *An ecological and vegetational study of Sierra Madre Oriental, México*. Disertación doctoral no publicada, University of Texas, Austin, EUA.
- Eviner, V. T. (2003). Functional matrix: a conceptual framework for predicting multiple plant effects on ecosystem processes. *Annual Review Ecology, Evolution and Systematics*, 34, 455-485.
- García, E. (1964). *Clasificación Climática Köppen, Modificada por Enriqueta, García*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- González, M. (1985). El límite sur de la provincia biótica tamaulipeco. Documento presentado en el II Simposio Internacional sobre la provincia biótica tamaulipeco, Universidad Autónoma de Tamaulipas y Universidad Nacional Autónoma de México.
- González, M. (1996). *Análisis de la Vegetación Secundaria de Linares, N. L., México*. Tesis de maestría no publicada, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, N. L., México.
- Heiseke D. y Foroughbakhch R. (1985). *El matorral como recurso forestal: evaluación de dos tipos de matorral en la región de Linares, Nuevo León* (Reporte científico 1). Linares, Nuevo León, México: Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2009). Guía para la interpretación de cartografía uso del suelo y vegetación escala 1:250 000 Serie III. Aguascalientes, México: Inegi.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi]. (2010). Compendio de información geográfica municipal 2010 Pesquería. Aguascalientes, México: Inegi.
- Jiménez-Pérez, J., Alanís-Rodríguez, E., Aguirre-Calderón, O., Pando-Moreno, M. y González-Tagle, M. (2009). Análisis sobre el efecto del uso del suelo en la diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco. *Madera y Bosques*, 15(3), 5-20. doi:10.21829/myb.2009.1531183
- Jiménez J., Alanís, E., González, M.A., Aguirre, O. y Treviño, E.J. (2013). Characterizing Regeneration of woody species in areas with different land-history tenure in the Tamaulipian thornscrub, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 58(3), 299-304. doi: 10.1894/0038-4909-58.3.299
- Jurado, E. (1986). *Asociación entre especies, factores edáficos, topográficos y perturbación en la vegetación remanente del terreno universitario, U.A.N.L.- Linares, N. L.* Tesis de licenciatura no publicada, Universidad del Noreste, Tampico, Tamaulipas, México.
- Jurado, E. y Reid, N. (1989). *Influencia de factores edáficos, topográficos y perturbaciones sobre el matorral espinoso tamaulipeco en Linares N.L.* (Reporte Científico No. 10). Linares, Nuevo Leon, Mexico: Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Nueva Jersey: Princeton University Press.

- Magurran, A. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Oxford, UK: Blackwell Publishing Company.
- Medrano, F. G. (2003). *Las comunidades vegetales de México: propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México*. México, D. F.: Instituto Nacional de Ecología.
- Moya R., J. G., Ramírez L., R. G., Foroughbackhch P., R., Hauad M., L. y González R., H. (2002). Variación estacional de minerales en las hojas de ocho especies arbustivas. *Ciencia UANL*, 5, 59-65.
- 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(2), 361-371.
- Molina, V., Rechy, L., Alcalá, A. y Alanís, E. (2014). Composición y diversidad vegetal del matorral mediano subinermé del noreste de México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 1(5), 111-119.
- Mostacedo, B. y Fredericksen, T. S. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Santa Cruz, Bolivia: Editora El País.
- Mora D., C. A., Alanís R., E., Jiménez P., J., González T., M. A., Yerena Y., J. I. y Cuéllar R., 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. A., 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.
- Muller, C. H. (1939). Relation of the vegetation and climatic types in Nuevo Leon, Mexico. *The American Midland Naturalist*, 21(3), 687-729.
- Pequeño-Ledezma, M. A., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., González-Tagle, M. A., Yerena-Yamallel, J. I., Cuellar-Rodríguez, G., Mora-Olivo, A. (2012). Análisis de la restauración pasiva pospecuaria en el matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. *Ciencia UAT*, 7(1), 48-53.
- Reid, N., Marroquín, J. y Beyer, P. (1990). Utilization of shrubs and trees for browse, fuelwood and timber in the Tamaulipan thornscrub, northeastern Mexico. *Forest Ecology and Management*, 36, 61-79.
- Rodríguez, G. A. (1994). *Análisis de la fitodiversidad (sinusias: arbórea y arbustiva) de dos comunidades de matorral espinoso tamaulipeco en Linares, N.L., México*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León, México.
- Rojas-Mendoza, P. (1965). *Generalidades sobre la vegetación del Estado de Nuevo León y datos acerca de su flora*. Tesis doctoral no publicada, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., México.
- Romahn, C. y Ramírez, H. (2006). *Dendrometría*. México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. México, D.F.: Limusa.
- SPSS Inc. (2006). Manual del usuario de SPSS Base 15.0. Chicago, Illinois, EUA: SPSS Inc.
- Villegas, G. (1972). *Tipos de vegetación en los municipios de Linares y Hualahuises, Nuevo León; sus características, aprovechamiento y condiciones ecológicas en que se desarrollan*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.
- Von Maydel, H. J. (1996). Appraisal of practices to manage woody plants in semiarid environment. En S. J. Bruns, O. Luukonen y P. Woods (Eds.). *Dry land forestry research*. Estocolmo, Suecia: International Foundation for Science.
- Whittaker, R. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21, 213-251.

Manuscrito recibido el 17 de mayo de 2016.
Aceptado el 23 de febrero de 2017.

Este documento se debe citar como:
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. doi:10.21829/myb.2017.2311125