

Análisis de la vegetación secundaria del matorral espinoso tamaulipeco, México

Analysis of the secondary vegetation of the tamaulipan thornscrub, Mexico

Alanís Rodríguez¹ E, J Jiménez Pérez¹, MA González Tagle¹, JI Yerena Yamallel¹, G Cuellar Rodríguez¹, A Mora-Olivo²

Resumen. El matorral espinoso tamaulipeco (MET) del noreste de México ha sido expuesto a diferentes actividades productivas, las cuales han causado una disminución de la cobertura vegetal y cambios en su estructura. El objetivo de la presente investigación fue cuantificar la variación de la composición de especies vasculares (diversidad beta) y sus rangos de abundancia en cinco áreas del matorral espinoso tamaulipeco con diferente historial de uso silvoagropecuario (ganadería extensiva, ganadería intensiva, agricultura, matarrasa, plantación forestal). En las cinco áreas se establecieron 4 sitios de muestreo (20 en total) para evaluar la regeneración de la vegetación. Se registraron 30 especies pertenecientes a 26 géneros y 15 familias de plantas vasculares. La familia más representativa fue Fabaceae con 9 especies. De acuerdo al modelo de ordenación Bray-Curtis (diversidad beta) se determinó que las áreas evaluadas presentaron una baja similitud. En todas las comparaciones hubo una similitud menor al 28.6%, con excepción del área de plantación y matarrasa que presentaron un 60.6%. La curva de rarefacción mostró que para alcanzar la riqueza máxima esperada, las áreas con historial de uso de ganadería extensiva y matarrasa necesitaron mayor esfuerzo de muestreo en relación a las dos áreas restantes. Sin embargo, las cinco áreas necesitaron en general 60 individuos para lograr la riqueza máxima teórica de especies. Los resultados generados en la presente investigación incrementan el conocimiento de la regeneración de las especies vasculares del MET en áreas con distinto historial de uso silvoagropecuario.

Palabras clave: Diversidad beta; Rangos de abundancia; Silvoagropecuario.

Abstract. Productive activities, such as agriculture and animal husbandry, undergone by the Tamaulipan thornscrub have been the cause of a decreasing vegetal cover and changes in vegetation structure. The main goal of this research was to quantify the changes in species composition of vascular plants (beta diversity) and their abundance in 5 sampling areas exposed to different agroforestry systems (intensive and extensive livestock farming, agriculture, clear-cutting and forest plantation). Four plots (20 in totals) were established in these sampling sites to evaluate vascular plant regeneration. We registered 30 species belonging to 26 genera and 15 families. The Fabaceae family has the highest number of species (9 species). Low similarity indexes between the 5 sampling areas were detected by the Bray-Curtis model (beta diversity). The similarity index was less than 28.6%, except for the forest plantation and the clear cutting area that showed an index of 60.6%. In accordance with the rarefaction curve, the sampling effort needed to reach the expected species richness in the extensive livestock farming and clear-cutting area was higher than that in the others. However, the five areas needed 60 individuals to achieve the theoretical maximum species richness. This study contributes to the knowledge of tamaulipan thornscrub species regeneration under different agroforestry systems.

Keywords: Beta diversity; Abundance ranges; Agroforestry systems.

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

² Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas. División del Golfo 356, Ciudad Victoria 87019, Tamaulipas, México.

Address Correspondence to: Eduardo Alanís Rodríguez, e-mail: eduardo.alanisrd@uanl.edu.mx, eduardoforestal@gmail.com

Recibido / Received 20.VIII.2012. Aceptado / Accepted 12.II.2013.

INTRODUCCIÓN

El matorral espinoso tamaulipeco (MET) se distribuye en el noreste de México y sur de Texas, EE.UU, con una superficie de 125000 km² (Foroughbakhch et al., 2005, 2009). Este ecosistema presenta una alta riqueza específica y diversidad de especies arbóreas y arbustivas (Heiseke y Foroughbakhch, 1985; Alanís et al., 2008; Jiménez et al., 2013; Mora et al., 2013). Muchas de ellas son importantes para la actividad silvopastoril (madera, postes, leña, carbón, forraje, etc.), que constituye una de las actividades productivas más comunes en la zona (Foroughbakhch et al., 2009).

Durante los últimos 350 años la ganadería extensiva a gran escala ha sido practicada en el MET (Jiménez et al., 2012). Esto ha ocasionado la pérdida de la calidad y cantidad de especies forrajeras, seguido de una disminución de la cobertura vegetal que cubre y protege el suelo (Eviner, 2003; González et al., 2009). En las últimas décadas, la vegetación arbórea y arbustiva del MET ha sido expuesta a diferentes actividades silvoagropecuarias, las cuales han causado una pérdida de la cobertura vegetal original (Palacio-Prieto et al., 2000) y producido cambios en su estructura y funcionamiento (Alanís et al., 2008; Jiménez et al., 2009; Foroughbakhch et al., 2009).

Cuando disminuye la capacidad de producción vegetal del suelo en las áreas bajo aprovechamiento silvoagropecuario del MET se deja de practicar la actividad, abandonando el área y dejando que la vegetación nativa se regenere naturalmente (Pequeño-Ledezma et al., 2013). En estas áreas se forman espacios abiertos por la eliminación o disminución de la vegetación nativa, los cuales favorecen la germinación y rebrote de individuos de especies preexistentes o presentes en el banco de semillas del suelo (Weiguo et al., 2008). Como consecuencia, el paisaje se presenta como un mosaico de áreas en regeneración con un historial diferente de uso productivo (Alanís et al., 2008; Jiménez et al., 2009).

Las comunidades de vegetación secundaria resultantes presentan diferentes dinámicas sucesionales, dependiendo de la severidad de la perturbación, la dispersión de semillas de árboles padres en localidades cercanas y la capacidad de rebrote de especies preexistentes antes de la perturbación, y dan como resultado áreas con distinta composición vegetal (Pincheira-Ulbrich et al., 2008; Boccanelli, 2011).

En estas áreas con vegetación secundaria del MET se han desarrollado múltiples investigaciones que evalúan las principales características dasométricas de los individuos arbóreos y arbustivos, y la riqueza específica y diversidad alfa de la comunidad vegetal (Heiseke y Foroughbakhch, 1985; González et al., 1997; Espinoza y Navar, 2005; Alanís et al., 2008; González et al., 2010; Jiménez et al., 2009; Jiménez et al., 2012; Pequeño-Ledezma et al., 2013; Jiménez et al., 2013). Sin embargo, no se han desarrollado investigaciones que cuantifiquen la diversidad beta y los rangos de abundancia de las especies. La diversidad beta se define como la variación en la compo-

sición de especies entre dos o más áreas distintas (Whittaker, 1972). La diversidad beta es un concepto clave para analizar la composición de la vegetación secundaria de los mosaicos dentro de un paisaje y así obtener información cuantitativa de su similitud (Castillo-Campos et al., 2008). Esta información es clave para desarrollar correctamente planes de conservación, restauración y manejo sustentable (Legendre et al., 2005).

El objetivo de la presente investigación es cuantificar la variación de la composición de especies (diversidad beta), y sus rangos de abundancia, en cinco áreas del matorral espinoso tamaulipeco con diferente historial de uso silvoagropecuario (ganadería extensiva, ganadería intensiva, agricultura, matorras, plantación forestal) en el noreste de México. La hipótesis de trabajo es que las áreas con diferente historial de uso silvoagropecuario presentarán diferencias notables en su composición de especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. La presente investigación se desarrolló en la reserva ecológica del Matorral-Escuela de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Fig. 1), en el municipio de Linares, N. L. (Noreste de México). Las coordenadas de ubicación son 25° 09' y 24° 33' de la latitud norte, y 99° 54' y 99° 07' de longitud oeste, con una altitud de 350 msnm. Las especies leñosas que se destacan por su abundancia y cobertura son: *Acacia amentacea* DC., *Acacia farnesiana* (L) Willd., *Havardia pallens* (Benth.) Britton & Rose, *Cordia boissieri* A. DC., *Karwinskia humboldtiana* (Schult.) Zucc. y *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst. (González et al., 1997; Espinoza y Navar, 2005; Alanís et al., 2008).

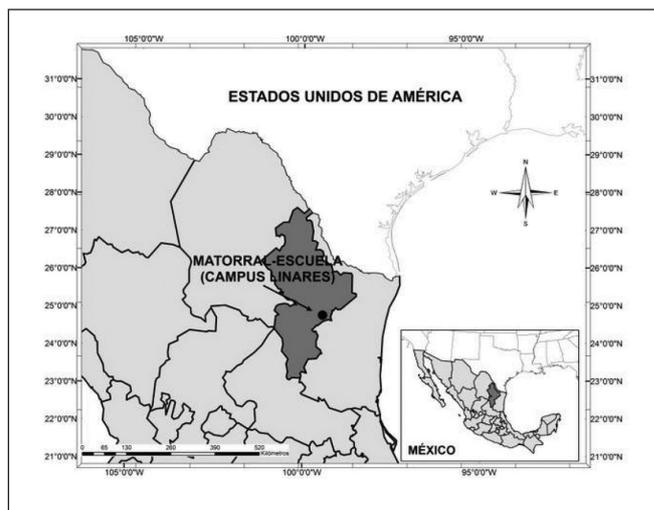


Fig. 1. Ubicación del Matorral-Escuela de la Facultad de Ciencias Forestales, UANL.

Fig. 1. Location of the Scrub-School of the Faculty of Forest Sciences, UANL.

Selección de las áreas. En el verano de 1984 se creó la reserva ecológica de la Facultad de Ciencias Forestales UANL, y se delimitó el perímetro para excluirlo de actividades pecuarias y antrópicas. En la reserva ecológica se encontraban áreas de vegetación secundaria donde se practicaba ganadería extensiva, áreas de pastizales para producción de ganado intensivo y áreas agrícolas. Con la creación de la reserva ecológica, en el otoño de 1984 se finalizaron las actividades productivas. Con fines de investigación, el mismo año se seleccionó una sección del MET con vegetación secundaria para realizar un desmonte a matarrasa y otra sección para establecer una plantación de *Eucalyptus* sp.

El área de ganadería extensiva fue influenciada por la extracción selectiva de sus componentes leñosos y la acción del ramoneo y pisoteo de ganado caprino durante décadas. En el área de ganadería intensiva se eliminó la vegetación secundaria mediante maquinaria agrícola, se estableció un pasto exótico (*Pennisetum ciliare*) en 1977, y se utilizó para pastoreo de ganado vacuno durante 6 años (1978-1984). El área de agricultura se desmontó con maquinaria agrícola, removiendo el suelo y cultivando maíz y sorgo de temporada durante un periodo de 5 años (1979-1984). El área de matarrasa se desmontó con maquinaria agrícola en el año 1984 y no presentó ninguna actividad silvoagropecuaria. El área para establecer la plantación de *Eucalyptus* sp. también se desmontó con maquinaria agrícola y después se establecieron las plántulas con una densidad de 4766 individuos por hectárea en el año 1984. Las áreas se ubicaban a una distancia máxima de 1,8 kilómetros entre ellas, presentando similitud en sus características geográficas (Tabla 1) y pendiente (<6°).

Evaluación de la vegetación. En abril del año 2005 (21 años después) se evaluaron la vegetación arbórea y arbustiva de las cuatro áreas con historial diferente de uso, y en junio del año 2011 (27 años después) se evaluó la regeneración de la vegetación bajo la plantación. En las cinco áreas se establecieron 4 sitios de muestreo (20 en total) para evaluar la regeneración de la vegetación leñosa (Alanís et al., 2008; Jiménez et al., 2009). Los sitios de muestreo fueron rectangulares de 250 m² (10 x 25 m). La forma rectangular de los sitios se utilizó debido a su facilidad de delimitación y medición en vegetación densa, con respecto a la forma circular (Alanís et al., 2008). La

distribución de las parcelas fue sistemática, teniendo una distancia de 50 m entre ellas. En los sitios de muestreo se realizó un censo de todas las especies arbóreas y arbustivas. Se evaluaron los individuos con un diámetro $d_{0,10} \geq 1$ cm, para obtener una mayor representatividad de las especies.

Análisis de la información. A partir de los datos de los sitios de muestreo, se calculó la densidad de individuos de cada especie por hectárea (N/ha). Para estimar la diversidad alfa se generó una curva de rarefacción. Esta curva además de tomar en consideración el número de especies presentes toma en consideración la abundancia relativa de cada uno de ellas en la comunidad. La rarefacción implica construir una curva suavizada de acumulación de especies mediante un remuestreo al azar de los datos. Se usó como variable independiente el número de individuos del conjunto de especies, y como variable dependiente su riqueza (Gotelli y Colwell, 2001). Para mostrar gráficamente las áreas que presentan especies con alta abundancia relativa se generó un gráfico de rango de abundancia, empleando la densidad absoluta de muestreo (1000 m²) para las cinco áreas evaluadas.

Para evaluar la diversidad beta, se generó un modelo de ordenación Bray-Curtis, el cual es una representación gráfica de la variación de la composición vegetal. El análisis se basa en un algoritmo que permite analizar la similitud de las muestras calculando el porcentaje de similitud (0-100%) en una medida de distancia (Beals, 1984). Este análisis es uno de los más apropiados para el análisis multivariado fitosociológico. Todos los análisis se desarrollaron mediante el programa BioDiversity Pro 2.0 (McAleece et al., 1997).

RESULTADOS

Se registraron un total de 30 especies de plantas vasculares pertenecientes a 26 géneros y 15 familias. La familia más representativa fue *Fabaceae* con nueve especies. El género más representativo fue *Acacia* con cuatro especies. Las áreas evaluadas presentaron diferencias en la composición vegetal, ya que únicamente cuatro especies se establecieron en las cinco áreas evaluadas (*C. boissieri*, *Forestiera angustifolia*, *P. laevigata* y *Zanthoxylum fagara*; Tabla 2).

Tabla 1. Características geográficas de las cinco áreas evaluadas.
Tabla 1. Geographical characteristics of the five study areas.

	Agricultura	Ganadería extensiva	Ganadería intensiva	Matarrasa	Plantación
Latitud (N)	24° 47'15''	24° 47'03''	24° 48'01''	24° 47'56''	24° 48'01''
Longitud (O)	99° 35'02''	99° 30'54''	99° 32'32''	99° 32'42''	99° 32'25''
Elevación (m snm)	403	365	381	382	384
Pendiente (°)	2	4	3	1	2

Tabla 2. Densidad (N/ha) de las especies arbóreas y arbustivas de las cinco áreas evaluadas.
Tabla 2. Density (N/ha) of the tree and shrub species at the five study areas.

Nombre científico	Nombre común	Familia	Agricultura	Ganadería extensiva	Ganadería intensiva	Matarrasa	Plantación
<i>Acacia berlandieri</i> Benth.	Huajillo	Fabaceae	110	286	0	0	0
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Huizache	Fabaceae	350	11	720	0	30
<i>Acacia amentacea</i> DC.	Gavia	Fabaceae	270	1909	0	1060	430
<i>Acacia wrightii</i> Benth.	Uña de gato	Fabaceae	10	0	30	290	0
<i>Amyris texana</i> (Buckley) P. Wilson	Barretilla china	Rutaceae	10	229	0	0	0
<i>Bernardia myricifolia</i> (Sheele) Benth. & Hook. f.	Oreja de ratón	Euphrobiaceae	0	7349	0	0	0
<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D. Penn.	Coma	Sapotaceae	20	217	20	150	0
<i>Celtis pallida</i> Torr.	Granjeno	Cannabaceae	20	80	0	310	20
<i>Parkinsonia texana</i> (A. Gray) S. Watson	Palo verde	Fabaceae	0	46	10	30	0
<i>Condalia hookeri</i> M.C. Johnst.	Brasil	Rhamnaceae	10	331	0	110	30
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	Anacahuita	Boraginaceae	70	251	10	210	30
<i>Croton incanus</i> Kunth	Salvia	Euphorbiaceae	300	183	0	220	10
<i>Diospyros palmeri</i> Eastw.	Chapote manzano	Ebenaceae	0	0	0	30	0
<i>Diospyros texana</i> Sheele	Chapote	Ebenaceae	660	731	0	330	130
<i>Ebretia anacua</i> (Terán & Berland.) I.M. Johnst.	Anacua	Boraginaceae	0	0	10	0	0
<i>Eysenhardtia texana</i> Scheele	Vara dulce	Fabaceae	270	1520	0	90	0
<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	Panalero	Oleaceae	60	823	10	20	110
<i>Guaiacum angustifolium</i> Engelm.	Guayacan	Zygophyllaceae	10	526	0	0	0
<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	Tenaza	Fabaceae	40	1634	0	160	60
<i>Helietta parvifolia</i> (A. Gray) Benth.	Barreta	Rataceae	50	91	0	20	250
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.	Coyotillo	Rhamnaceae	0	0	0	0	10
<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berland.) I.M. Johnst.	Cenizo	Scrophulariaceae	0	171	0	0	0
<i>Malpighia glabra</i> L.	Manzanita	Malpighiaceae	20	0	0	140	50
<i>Mimosa monancistra</i> Benth.	Raspadillo	Fabaceae	0	23	610	1790	1850
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	Mezquite	Fabaceae	20	11	280	50	10
<i>Randia obcordata</i> S. Watson	Cruceto	Rubiaceae	0	46	0	30	10
<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D. Penn.	Coma	Sapotaceae	0	0	0	0	60
<i>Yucca filifera</i> Chabaud	Palma china	Liliaceae	0	34	0	0	0
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Colima	Rutaceae	70	423	30	1050	310
<i>Ziziphus obtusifolia</i> (Hook. ex Torr. & A. Gray) A. Gray	Abrojo	Rhamnaceae	0	57	20	140	0
			2370	16982	1750	6230	3400

De acuerdo al modelo de ordenación Bray-Curtis se determinó que las áreas evaluadas presentan una baja similitud florística. En todas las comparaciones hubo una similitud menor al 28,6%, con excepción del área de plantación y matarrasa que presentaron un 60,6% (Fig. 2).

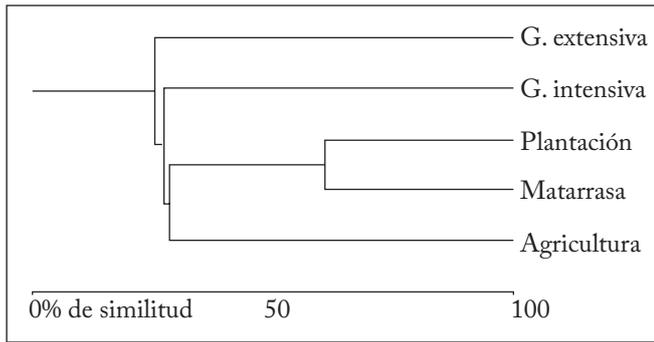


Fig. 2. Modelo de ordenación Bray-Curtis de las áreas evaluadas.
Fig. 2. Ordination model of Bray-Curtis of the study areas.

La curva de rarefacción mostró que para alcanzar la riqueza máxima esperada, las áreas con historial de uso de agricultura, plantación y matarrasa necesitaron en general 280 individuos para lograr la riqueza máxima teórica de especies. Esta información muestra que las especies evaluadas muestran una cierta equidad en la abundancia relativa. Las curvas de las áreas de ganadería (extensiva e intensiva) mostraron comportamientos distintos al resto. El área de ganadería intensiva no presentó asintonía debido a que existen una alta proporción de especies que tienen una baja abundancia relativa en la comunidad, y teóricamente se requiere mayor esfuerzo de muestreo. Sin embargo, la zona de ganadería extensiva mostró la asintonía al registrar 1000 individuos para lograr la riqueza máxima teórica de especies (Fig. 3).

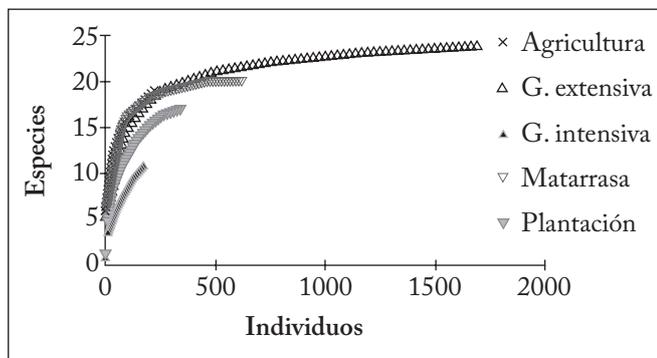


Fig. 3. Curva de rarefacción de las especies de árboles y arbustos en las cinco áreas evaluadas.

Fig. 3. Rarefaction curve of the tree and shrub species at the five study areas.

La Figura 4 muestra el rango de abundancia de las cinco áreas. El área de ganadería extensiva presentó una especie altamente dominante (*Bernardia myricifolia*) con que representó el 43% del total. Las cuatro especies más abundantes de esta área (*Bernardia myricifolia*, *A. amentacea*, *H. pallens* y *Eysenhardtia texana*) representaron el 73% de la abundancia total de esta área. Las restantes cuatro áreas se hallaron conformadas por especies con abundancias absolutas más equitativas. Es importante mencionar que las cinco áreas estuvieron constituidas por especies con abundancias absolutas bajas.

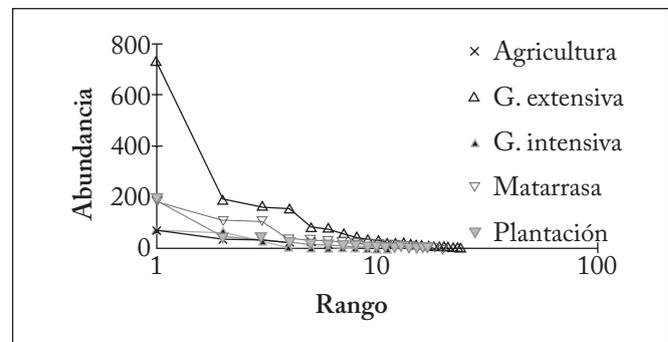


Fig. 4. Gráfico de rango de abundancia obtenido al emplear la densidad absoluta de muestreo (1000 m²) en las cinco áreas evaluadas.
Fig. 4. Figure of abundance range obtained after employing the absolute density of sampling (1000 m²) at the five study sites.

DISCUSIÓN

Durante los últimos años se han registrado importantes avances en el conocimiento de la riqueza específica y diversidad de la vegetación arbórea y arbustiva del MET del noreste de México (Heiseke y Foroughbakhch, 1985; González et al., 1997; Espinoza y Navar, 2005; Alanís et al., 2008; González et al., 2010; Jiménez et al., 2009; Jiménez et al., 2012; Jiménez y Alanís, 2014; Jiménez et al., 2013). Estos avances fueron efectuados utilizando aproximaciones ecológico-explicativas. Sin embargo, aún no se conocían los niveles de intercambio de especies entre áreas con distinto historial de uso agropecuario (diversidad beta).

En la presente investigación se registraron 30 especies, cantidad similar a lo registrado por Alanís et al. (2008), González et al. (2010) y Jiménez et al. (2013) en áreas de vegetación secundaria del MET. Mora et al. (2013) evaluaron un área de referencia del MET, donde registraron 21 especies arbóreas y arbustivas, siendo las más abundantes *Acacia amentacea*, *Dyospiros texana*, *Havardia pallens* y *Cordia boissieri*. Estas cuatro especies se hallaron representadas en esta investigación, lo que indica que las comunidades evaluadas están constituidas por especies que son altamente densas en áreas de referencia.

La curva de rarefacción mostró que las áreas con historial de uso de agricultura, plantación y matarrasa necesitaron 280

individuos para lograr la riqueza máxima teórica de especies, mientras las áreas de ganadería (extensiva e intensiva) mostraron comportamientos distintos al resto. Esto indica que las áreas de ganadería presentan una alta proporción de especies con abundancias relativas bajas. El gráfico de rangos de abundancia muestra claramente que el área de ganadería extensiva presenta una especie altamente dominante.

Los resultados generados en la presente investigación incrementan el conocimiento de la regeneración de las especies arbóreas y arbustivas del MET en áreas con distinto historial de uso silvoagropecuario. De manera cuantitativa se pone de manifiesto que áreas con similitud de condiciones edáficas, topográficas, altitudinales y ambientales presentan diferencias en la composición de especies. Estas diferencias en la composición de especies pueden ser debida a diferentes factores.

Una causa probable de la similitud de la composición vegetal entre el área de matarrasa y plantación es que ambas áreas fueron desmontadas con la técnica del cadeneo. Esta técnica consiste en eliminar la vegetación mediante una cadena ancla jalada por dos tractores de oruga. Mediante esta técnica no se elimina la totalidad de individuos, ya que algunos son inclinados o podados pero se mantiene el sistema radical. Estos individuos que son podados rebrotan con vigorosidad y tienen mayor crecimiento que los individuos que germinan. La especie con mayor densidad en estas áreas fue *Mimosa monancistra*, resultado que coincide con Camargo y García (2001) y Flores et al. (2006). Estos autores mencionaron que *M. monancistra* es una especie oportunista y típicamente secundaria que coloniza áreas abiertas resultantes de diversas actividades antrópicas. Esto es debido principalmente a que la semilla germina en pocos días y el crecimiento es rápido; además, dicha especie tiene el potencial de regenerarse vegetativamente a partir de tocones y raíces.

La disimilitud de la composición vegetal del resto de las áreas (ganadería intensiva, ganadería extensiva y agricultura) se debe posiblemente a las alteraciones producidas por las actividades productivas. El área de ganadería intensiva fue la que presentó menor densidad y riqueza de especies, debido a que fue la más perturbada. En esta área se eliminó la vegetación secundaria mediante maquinaria agrícola, se estableció un pasto exótico (*Pennisetum ciliare*) y se compactó el suelo por el pisoteo del ganado vacuno durante 6 años. Por lo tanto, al ser excluida esta área en el año 1984 se encontraba con una cobertura vegetal exótica y un suelo compactado. En esta área, *Acacia farnesiana* y *Prosopis laevigata* fueron las especies con mayor densidad. Esta información concuerda con los resultados de Estrada et al. (2004) y de Jiménez et al. (2013) quienes informaron que las áreas que han sufrido algún tipo de disturbio por la actividad antropogénica, en este caso el sobrepastoreo, tienden a reflejar una baja disponibilidad de nitrógeno en el suelo, resultando en el establecimiento de especies fijadoras de nitrógeno.

El área de ganadería extensiva es la que presentó mayor densidad y riqueza de especies, debido probablemente a que fue la única donde no se eliminó la vegetación secundaria

del MET. Al tener vegetación secundaria, el suelo presenta un banco de semillas viable y los individuos sexualmente maduros son una fuente semillera. Es importante mencionar que la especie con mayor densidad en esta área fue *Bernardia myricifolia* debido a que es una especie frecuentemente consumida y dispersada por el ganado (Ramírez et al., 2006), y al tener condiciones favorables para su germinación presenta alta densidad.

Es importante continuar generando más investigaciones que evalúen otros elementos de áreas con diferente historia de uso agropecuario, como las especies herbáceas y la composición y fertilidad del suelo.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca de manutención otorgada al primer autor. A los estudiantes de ingeniería forestal que colaboraron en las actividades de campo y a la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León por las facilidades otorgadas en la ejecución de la investigación.

REFERENCIAS

- Alanís, E., J. Jiménez, O.A. Aguirre, J.E. Treviño, E. Jurado y M.A. González (2008). Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL* 11: 56-62.
- Beals, E.W. (1984). Bray-Curtis ordination: An effective strategy for analysis of multivariate ecological data. *Advances in Ecological Research* 14: 1-56.
- Boccanelli, S.I. (2011). Dinámica de la vegetación luego del abandono de campos agrícolas en el sur de la Provincia de Santa Fe, Argentina. *Phyton Revista Internacional de Botánica Experimental* 80: 227-229.
- Camargo S.L. y V. García (2001). El género *Mimosa* L. (Fabaceae) y la restauración ecológica. *Contactos (UAMI)* 39: 34-42.
- Castillo-Campos, G., G. Halffter, C.E. Moreno (2008). Primary and secondary vegetation patches as contributors to floristic diversity in a tropical deciduous forest landscape. *Biodiversity and Conservation* 17: 1701-1714.
- Espinoza, R.B. y J.J. Nívar (2005). Producción de biomasa, diversidad y ecología de especies en un gradiente de productividad en el matorral espinoso tamaulipeco del nordeste de México. *Revista Chapingo Serie de Ciencias Forestales y del Ambiente* 11: 25-31.
- Estrada, E., A.D. Yen, y J. Villarreal (2004). Leguminosas del centro del estado de Nuevo León, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* 75: 73-85.
- Eviner, V.T. (2003). Functional matrix: a conceptual framework for predicting multiple plant effects on ecosystem processes. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34: 455-485.
- Flores E., J. Frías, P. Jurado, J. Figueroa, V. Olalde y A. Valdivia (2006). Influencia del gatuño (*Mimosa monancistra* Benth) en la infiltración de agua y la cantidad de forraje en pastizales con diferente grado de disturbio en el altiplano central mexicano. *Técnica Pecuaria de México* 33: 27-40.

- Foroughbakhch, R., G. Reyes-Reyna, M.A. Alvarado-Vázquez, J.L. Hernández-Piñero y A. Rocha (2005). Use of quantitative methods to determine leaf biomass on 15 woody shrub species in northeastern Mexico. *Forest Ecology and Management* 216: 359–366.
- Foroughbakhch, R., J.L. Hernández-Piñero, M.A. Alvarado-Vázquez, E. Céspedes-Cabriales, A. Rocha-Estrada y M.L. Cárdenas-Ávila (2009). Leaf biomass determination on woody shrub species in semiarid zones. *Agroforestry System* 77: 181–192.
- García, J. y E. Jurado (2008). Caracterización del matorral con condiciones prístinas en Linares N.L., México. *Ra Ximhai* 4: 1–21.
- González, A., N. Mouquet y M. Loreau (2009). Biodiversity as spatial insurance: the effects of habitat fragmentation and dispersal on ecosystem functioning. En: Naem, S., D.A. Bunker, A. Hector, M. Loreau (eds.). Biodiversity, ecosystem functioning, and human wellbeing, an ecological and economic perspective. Oxford University press.
- González, H., R.G. Ramírez, I. Cantú, M. Gómez y J.I. Uvalle (2010). Composición y estructura de la vegetación en tres sitios del estado de Nuevo León, México. *Polibotánica* 29: 91–106.
- González, M., E. Treviño y E. Jurado (1997). Diversidad florística de la vegetación secundaria en un área de matorral del noreste de México. *Journal International of Phytologia* 83: 280–281.
- Gotelli, N.J. y R.K. Colwell. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379–391.
- Heiseke, D. y R. Foroughbakhch (1985). El matorral como recurso forestal. Reporte científico No. 1. Facultad de Silvicultura y Manejo de Recursos Renovables. Universidad Autónoma de Nuevo León. 31 p.
- Jimenez, J., E. Alanis, M.A. Gonzalez, O.A. Aguirre y E.J. Trevino (2013). Characterizing woody species regeneration in areas with different land history tenure in the tamaulipan thornscrub, Mexico. *The Southwestern Naturalist*. In press.
- Jimenez, J. y E. Alanis (2014). Situación actual de los recursos forestales maderables en la region citricola. En: Lopez, A. y Pando, M. (eds.). Region Citricola de Nuevo León: Su complejidad territorial en el marco global.
- Jimenez, J., E. Alanis, J.L. Ruiz, M.A. Gonzalez, J.I. Yerena y G.J. Alanis (2012). Diversidad de la regeneracion lenosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agricola en el NE de Mexico. *Ciencia UANL* 15: 66–71.
- Jimenez, J., E. Alanis, O.A. Aguirre, M. Pando y M.A. González (2009). Análisis sobre el efecto del uso del suelo en la diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco. *Madera y Bosques* 15: 5–20.
- Legendre, P., D. Borcard y P.R. Peres-Neto (2005). Analyzing beta diversity: partitioning the spatial variation of community composition data. *Ecological Monographs* 75: 435–450.
- Mcaleece, N., P. Lambshead, G. Paterson y J. Cage (1997). Biodiversity Professional (V.2.0). Natural History Museum and Scottish Association for Marine Science. <http://www.sams.ac.uk/research/software/software/?searchterm=Biodiversity%20Pro>
- Mora, C.A., E. Alanis, J. Jiménez, M.A. González, J.I. Yerena y L.G. Cuellar (2013). Estructura, composición florística y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Ecología Aplicada* 12: 29–34.
- Palacio-Prieto, J.L., G. Bocco, A. Velázquez, J. Mas, F. Takaki-Takaki, A. Victoria, L. Luna-González, G. Gómez-Rodríguez, J. López García, M. Palma-Muñoz, I. Trejo-Vázquez, A. Peralta-Higuera, J. Prado-Molina, A. Rodríguez-Aguilar, R. Mayorga-Saucedo y F. González-Medrano (2000). La condición actual de los recursos forestales en México. Resultados del Inventario Nacional Forestal 2000. *Investigaciones Geográficas* 43: 183–203.
- Pequeño-Ledezma, M.A., E. Alanis-Rodríguez, J. Jiménez-Pérez, M.A. González-Tagle, J.I. Yerena-Yamallel, G. Cuellar-Rodríguez y A. Mora-Olivo (2013). Análisis de la restauración pasiva post-pecuaria en el matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. *Ciencia UAT* 24: 48–53.
- Pincheira-Ulbrich J., J.R. Rau y E. Hauenstein (2008). Diversidad de árboles y arbustos en fragmentos de bosque nativo en el sur de Chile. *Phyton Revista Internacional de Botánica Experimental* 77: 321–326.
- Ramírez, R., H. González, R. Ramírez, M.A. Cerrillo y A.S. Juárez (2006). Seasonal trends of macro and micro in 10 browse species that grow in northeastern Mexico. *Animal Feed Science and Technology* 128: 155–164.
- Weiguo S., C. Sha y L. Guangqi (2008). Dynamics of leaf area index and canopy openness of three forest types in a warm temperate zone. *Frontiers of Forestry in China* 3:416–421.
- Whittaker, R.H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 213–251.