

Estado actual del conocimiento de la estructura arbórea y arbustiva del matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México

Eduardo Alanís Rodríguez¹, Javier Jiménez Pérez¹, Pamela A. Canizales Velázquez¹, Humberto González Rodríguez¹, Arturo Mora-Olivo²

Facultad de Ciencias Forestales¹, Instituto de Ecología Aplicada²
Universidad Autónoma de Nuevo León¹, Universidad Autónoma de Tamaulipas²
Linares, N. L.¹, Cd. Victoria, Tam.²; México

[eduardo.alanisrd, javier.jimenezp, humberto.gonzalezrd]@uanl.edu.mx, pamcanizales@hotmail.com, amorao@uat.edu.mx

Abstract—The objective of this study was to analyze the articles and scientific reports evaluating the structure of the Tamaulipan thornscrub of northeastern Mexico. Was performed a search of refereed articles, book chapters, technical and scientific reports, which included the years of 1985-2013; was carried out using seven web browsers. Were recorded 28 investigations, of which 16 were published in scientific journals Mexican, 9 papers in international journals, 3 scientific reports. We conclude that exists a clear increase in the number of published research in the last five years, a high percentage (86%) of the investigations have been conducted in the state of Nuevo Leon. According to the type of research, there have been descriptive and comparative research, but is needed generate experimental research. Evaluated plant communities are mature (65%), with only a working group that evaluates the regenerated communities after productive activities.

Keyword— *referred articles, descriptive research, plant communities*

Resumen— El objetivo de la presente investigación fue analizar los artículos y reportes científicos que evalúan la estructura arbórea y arbustiva del matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. Se efectuó una búsqueda de artículos arbitrados, así como reportes técnicos y científicos, que comprendió los años de 1985 a 2013. La indagación se realizó empleando siete buscadores web. Se registraron 28 investigaciones, de las cuales 16 fueron artículos científicos publicados en revistas mexicanas, 9 artículos en revistas internacionales y 3 reportes científicos. Se concluye que existe un claro aumento en el número de investigaciones publicadas en los últimos cinco años, un alto porcentaje (86%) de las investigaciones se han realizado en el estado de Nuevo León. De acuerdo al tipo de investigación, se han realizado investigaciones descriptivas y comparativas, pero aún falta generar investigaciones experimentales. Las comunidades vegetales evaluadas son maduras (65%), existiendo sólo un grupo de trabajo que evalúa las comunidades regeneradas después de actividades productivas.

Palabras claves— *artículos arbitrados, investigaciones descriptivas, comunidades vegetales*

I. INTRODUCCIÓN

Los matorrales constituyen formaciones vegetales caracterizadas por la presencia de arbustos de baja altura, ramificados desde la base y con una densidad usualmente escasa [1, 2]. Se distribuye en las zonas áridas y semiáridas de México, especialmente en el Altiplano y planicies costeras del norte [3]. De las 12 distintas comunidades vegetales que conforman los matorrales en México, el matorral espinoso tamaulipeco (MET) ocupa el cuarto lugar en superficie con 25,569 km², lo que corresponde a 1.30% de la cobertura vegetal de todo el país [4].

El matorral espinoso tamaulipeco se localiza desde en el sur de Texas en Estados Unidos, hasta el noreste de México en el los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas [5,6]. Aunque en la actualidad este matorral se encuentra muy fragmentado, su área de distribución continua alcanza entre

los 125,000 y los 200,000 km² [7]. Esto, si se considera toda la porción norte de la Llanura Costera del Golfo Norte y el extremo sur de la Gran Llanura de Norteamérica [4].

El MET es el ecosistema más abundante e históricamente más utilizado en las zonas áridas y semiáridas de México [8]. En este ecosistema se practican actividades silvoagropecuarias desde fines del siglo XVI, las cuales son importantes para la economía local del noreste de México. La principal actividad productiva es la ganadería, siendo el efecto más notable del pastoreo la substitución gradual de especies de plantas nativas [3,8]. Entre los años 1993 al 2002, el matorral sufrió una pérdida de 953 mil hectáreas por cambio de uso de suelo, siendo el segundo ecosistema más afectado en México después de las selvas [9]. De la misma manera, ha sufrido una continua deforestación para establecer zonas agrícolas, industriales y urbanas [10,11]

Los estudios que evalúan la estructura arbórea y arbustiva del matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México iniciaron desde hace décadas y se han centrado en evaluar comunidades maduras o regeneradas después de diversas actividades productivas. En los últimos años se han incrementado el número de investigaciones de esta temática, pero aún no se ha generado un documento de revisión que las recopile, organice y evalúe.

La divulgación de artículos de revisión son de suma importancia hoy en día, debido al incremento del número de las publicaciones científicas, lo que impide a los investigadores, alumnos (pregrado y posgrado) y gestores poder leer toda la información publicada por razones de accesibilidad, falta de tiempo y su excesivo costo [12,13]. Por ello, las revisiones son una solución que tienen los lectores para mantenerse actualizados acerca de los últimos conocimientos y tendencias sobre una determinada temática. En este sentido, se necesita una revisión para consolidar la información existente y dar una respuesta clara y actualizada sobre un tema [12].

Por lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo analizar los artículos y reportes científicos que evalúan la estructura arbórea y arbustiva (algunos estudios además de evaluar las especies arbóreas y arbustivas también evalúan herbáceas y suculentas) del matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. Para ello se tomaron en consideración el año de publicación, tipo de investigación, localidad y estado sucesional de la comunidad vegetal evaluada y las principales variables estructurales (riqueza de especies, densidad, altura total, Índice de Valor de Importancia, diversidad alfa y diversidad beta). Con este documento se pretende que el lector: 1) cuente con una lista de las investigaciones realizadas en el tema, 2) tenga una perspectiva cualitativa y cuantitativa de la estructura, dinámica y funcionamiento de esta comunidad vegetal y 3) conozca las áreas de oportunidad para futuras investigaciones.

II. METODOLOGÍA

Se efectuó una búsqueda de artículos científicos arbitrados con indizaciones internacionales, así como reportes técnicos, que comprendió los años de 1985 a 2013. La indagación se realizó empleando siete buscadores web: ISI Web of Knowledge, EBSCO, SCOPUS, Journal Storage (JSTOR), Google académico, Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (LATINDEX) y Scientific Electronic Library Online (SciELO). Se exploraron palabras claves en inglés y español, como: “matorral espinoso tamaulipeco”, “estructura”, “composición”, “diversidad”, “vegetación” y “noreste de México”, en las secciones de título, resumen y palabras clave. Se consideraron todas las investigaciones que tuvieran como objetivo generar información cuantitativa o cualitativa de la estructura, composición y diversidad biológica arbórea y arbustiva del matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México.

Las investigaciones registradas se presentan resumidas en la Tabla 1. Ahí se muestra el autor y año de publicación, el (los) municipio(s) y estado(s) donde se desarrolló la investigación. Así mismo se indica el tipo de investigación ecológica, dividiéndolas en estudios descriptivos (sin hipótesis a priori), comparativos (con hipótesis a priori pero sin manipulación) y experimentales (con hipótesis a priori y manipulación). También se indica el estado sucesional de la comunidad vegetal evaluada, clasificándola en comunidades maduras y regeneradas. Finalmente, se muestran las formas de vida (arbóreas y arbustivas, herbáceas y suculentas) y las principales variables estructurales estudiadas como riqueza de especies, densidad, altura total, Índice de Valor de Importancia, diversidad alfa y diversidad beta).

III. RESULTADOS

La tabla 1 muestra un listado, indicando el Autor, año de publicación, municipio y estado donde se realizó la investigación, tipo de investigación (D = Descriptiva, C = Comparativa), estado sucesional de la comunidad vegetal evaluada (M = Madura, R= Regenerada, MP = Manejo pecuario), formas de vida de las especies evaluadas (arbóreas y arbustivas, herbáceas y suculentas) y las variables estructurales estudiadas de densidad (N/ha), altura total (h), Índice de Valor de Importancia (IVI), riqueza de especies (S), diversidad alfa (α) y diversidad beta (β).

Tabla I. Investigaciones de la estructura del matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México.

Autor y año de publicación	Municipios	Estado	Tipo de investigación	Estado sucesional	Forma de vida			Variables evaluadas						
					arbóreas y arbustivas	herbáceas	suculentas	N/ha	h	IVI	S	α	β	
Heiseke y Foroughbakhch, 1985	Linares	N.L.	C	M	+			+	+	+	+			
Jurado y Reid, 1989	Linares	N.L.	C	M	+			+			+			
Reid et al., 1990	Linares	N.L.	C	M	+			+			+			
Estrada y Marroquín, 1991	Centro y Sur de Nuevo León	N.L.	D	M	+	+					+			
González et al., 1997	Linares	N.L.	C	R	+			+	+	+	+	+	+	+
Manzano y Návar, 2000	Linares	N.L.	C	R	+						+			
Briones y Quintanilla, 2001	Lampazos	N.L.	D	M	+			+	+		+			
Treviño et al., 2001	Diversos	N.L. Tamps.	C	M	+			+	+		+			
Foroughbakhch et al., 2003	General Terán	N.L.	C	M	+			+	+	+	+			
Estrada et al., 2004	Centro de Nuevo León	N.L.	D	M	+	+					+			
Espinoza y Navar, 2005	Linares	N.L.	C	M	+			+	+	+	+	+	+	+
Estrada et al., 2005	Norte de Nuevo León	N.L.	D	M	+	+					+			
Alanís et al., 2008	Linares	N.L.	C	R	+			+		+	+	+	+	+
Jiménez et al., 2009	Linares	N.L.	C	R	+			+	+	+	+	+	+	
González et al., 2010	Ramones, Linares y China	N.L.	C	M	+	+		+	+	+	+	+	+	+
Estrada et al., 2010	Diversos	N.L.	D	M	+	+					+			
Foroughbakhch et al., 2010	Diversos	N.L., Tamps. y Coah.	D	M	+						+			
Velasco et al., 2011	Diversos	N.L., Tamps. y Coah.	D	M	+	+	+				+			
Jiménez et al., 2012	Linares	N.L.	D	R	+			+		+	+	+		
Pequeño-Ledezma et al., 2012	Linares	N.L.	D	R	+			+		+	+	+		
Mora et al., 2013a	Linares	N.L.	D	M	+			+		+	+	+		
Molina et al., 2013	Anáhuac	N.L.	C	MP	+			+		+	+	+	+	+
Alanís et al., 2013	Linares	N.L.	C	R	+			+			+			+
Mora et al., 2013b	Linares	N.L.	C	R y M	+			+		+	+	+	+	+
Domínguez et al., 2013	Ramones, Linares y China	N.L.	C	M	+			+	+	+	+	+	+	+
Guzmán et al., 2013	Norte de Nuevo León	N.L.	D	M	+						+			
Foroughbakhch et al., 2013	Diversos	N.L. Tamps.	C	M	+			+		+	+	+	+	+
Ramírez-Lozano et al., 2013	Iturbide, Ramones, Linares y China	N.L.	C	M	+			+	+	+	+	+	+	+
Jiménez et al., 2013	Linares	N.L.	C	R	+			+			+	+		

Se registraron 28 investigaciones, de las cuales 16 fueron artículos científicos publicados en revistas mexicanas, 9 artículos en revistas internacionales, 3 reportes científicos (Figura 1). Más del cincuenta por ciento de la información generada en el periodo de estudio ha sido publicada en revistas nacionales (55.17%).

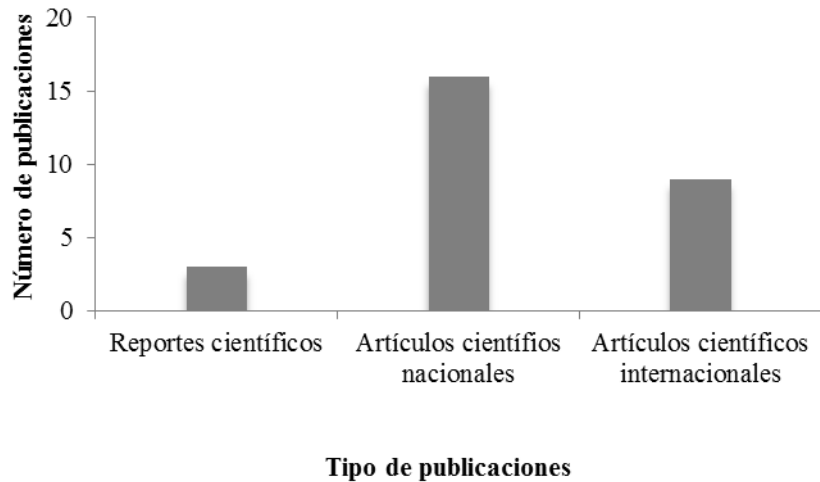


Fig. 1. Tipo de publicaciones realizadas.

A. Año de publicación

La Figura 2 muestra el número de investigaciones que se han generado en los últimos 28 años, donde se aprecia que existe un incremento conforme avanza la línea del tiempo. Del año 1985 al 1996 se generó un artículo cada tres años, mientras que durante los años 2009-2011 se publicaron cinco artículos por año y durante el 2012-2013 11 artículos. Esta última etapa destaca por la publicación de artículos del tipo comparativo tanto en comunidades vegetales maduras como regeneradas.

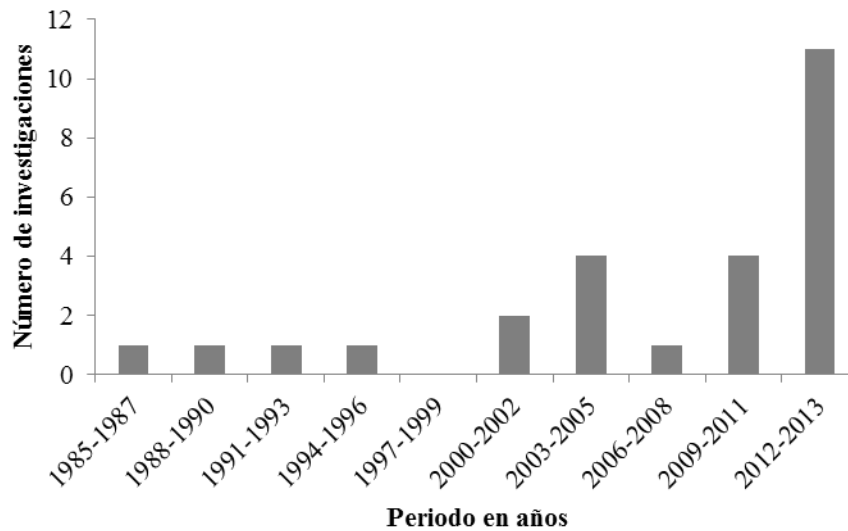


Fig. 2. Número de investigaciones por años de publicación.

B. Área de estudio

De acuerdo a la entidad federativa, el 89% de las investigaciones se han generado exclusivamente en Nuevo León, el 7% incluye Nuevo León y Tamaulipas y el restante 4% comprende los tres estados (Nuevo León, Tamaulipas y Coahuila; Figura 3). De las investigaciones realizadas en el estado de Nuevo León, el 52% han sido realizadas en el sur del estado, específicamente en el municipio de Linares. Mientras que para el estado de Tamaulipas se observa que sólo hubo cuatro publicaciones con un periodo amplio de tiempo entre la primera (2001) y la segunda publicación (2010). En el estado de Coahuila solamente se registraron dos publicaciones de tipo descriptivo en los años 2010 y 2011.

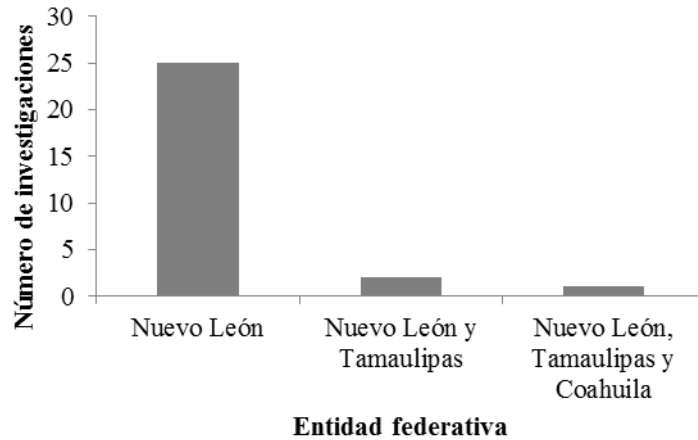


Fig. 3. Número de investigaciones por entidad federativa.

C. Tipo de estudio

El 61% de las investigaciones fueron comparativas y el 39% descriptivas. Se observa que se han desarrollado un porcentaje alto de trabajos para ambos tipos de estudio; sin embargo, no se registran investigaciones de tipo experimental (Figura 4). Todos los estudios que se han realizado hasta el momento se han enfocado en describir las comunidades vegetales de la región, o bien en comparar comunidades con algún tipo de disturbio y sin disturbio del matorral espinoso tamaulipeco.

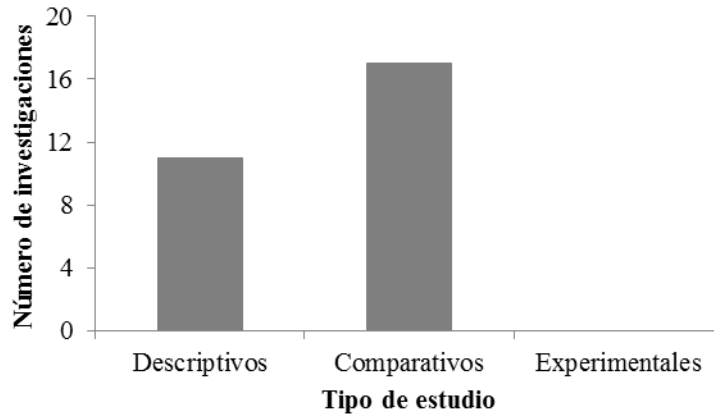


Fig. 4. Número de investigaciones por tipo de estudio.

D. *Comunidad vegetal*

El 64% de las investigaciones evaluaron comunidades vegetales maduras del matorral espinoso tamaulipeco, el 32% fueron comunidades regeneradas de actividades silvoagropecuarias y el 4% áreas regeneradas y maduras (Figura 5). En los últimos cinco años se han publicado el mismo número de estudios en comunidades maduras que en regeneración.

Las investigaciones que se desarrollaron de 1985 al 2005 se enfocaron principalmente a conocer la estructura y diversidad florística de las comunidades maduras de matorral. Lo anterior denota la importancia ecológica que los investigadores depositaban en este tipo de trabajos por la escasa información existente. Del año 2008 al 2013, las publicaciones se han visto casi a la par tanto en comunidades maduras como en regeneración, debido al intenso cambio de uso del suelo que han sufrido las comunidades vegetales en los últimos años. Por lo tanto es evidente que las investigaciones cada vez más involucren comunidades vegetales en regeneración y se han incrementado también los estudios comparativos, ya que gran parte de la superficie potencial del MET ha sido modificada para realizar actividades silvícolas (matarrasa), agrícolas, pecuarias y urbanas.

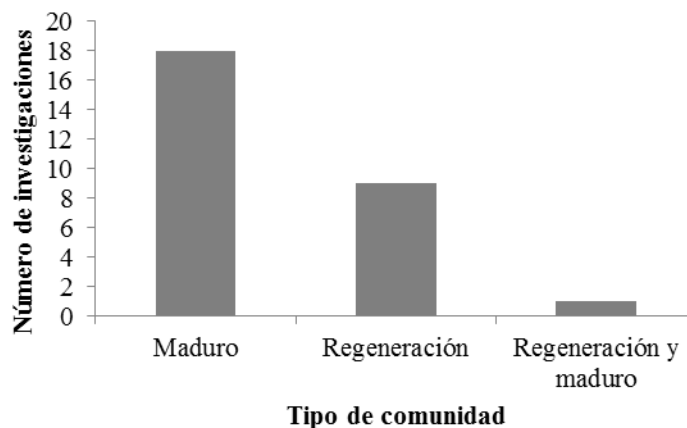


Fig. 5. Número de investigaciones por tipo de comunidad.

E. Variables evaluadas

La Figura 6 muestra las distintas variables consideradas en las investigaciones. El 100% de las investigaciones consideraron la riqueza de especies, siendo el atributo estructural más básico. Los resultados de la riqueza específica de las investigaciones varían notablemente, en áreas alteradas con escaso tiempo de regeneración las especies varían entre unas cuantas (de 5 a 10), mientras en comunidades donde se consideran diferentes condiciones ambientales o de historial de uso se han registrado hasta 30 ó 40 especies.

El 72.4% de las investigaciones estimaron la densidad de individuos (N/ha), mientras las restantes 27.6% fueron investigaciones que generaron listados florísticos. La densidad de individuos varía dependiendo de estado sucesional de la comunidad vegetal. En comunidades alteradas se presenta una densidad desde ($d0.10 \geq 1\text{cm}$) de 1750 N/ha, mientras en comunidades maduras más de 16,900 N/ha.

El índice de valor de importancia fue calculado en el 51.7% de las investigaciones. Es importante mencionar que este índice considera las variables de densidad (N/ha), cobertura de copa (m^2/ha) o área basal (m^2/ha) y la frecuencia. Este índice es popular en estas investigaciones debido a que muchas de ellas son referentes a ecología de comunidades vegetales y evalúan a nivel especies como se comportan. Los resultados de las investigaciones varían dependiendo las áreas y condiciones, en comunidades vegetales alteradas domina una sola o unas pocas especies, mientras en comunidades maduras existe mayor equidad en las especies que son altamente presentes.

El 48.3% de las investigaciones consideran índices de diversidad alfa. La diversidad alfa se refiere a la diversidad dentro de las comunidades [14]. Los índices utilizados se dividen en dos grandes grupos: 1) Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica) y 2) Métodos basados en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie. Los índices más comunes que fueron estimados en las investigaciones fueron para el número de especies presentes, el índice de Margalef y para los basados en la estructura de la comunidad el índice de Shannon. Las investigaciones mencionan que las comunidades vegetales maduras o escasamente alteradas son diversas, presentando valores de ambos índices de 2.5. Las comunidades alteradas presentan valores menores de 1.3 para ambos índices.

El 34.5% de las investigaciones estimaron la variable altura total (h). Esta variable ha sido escasamente evaluada y cuando es considerada, únicamente se presentan valores promedios. La única investigación que estima un índice de distribución vertical de especies y lo describe detalladamente es Jiménez et al. [15], donde se menciona que las comunidades vegetales regeneradas son multicohortales. Las alturas máximas registradas son de árboles de 6.8 m, pero en general el matorral presenta una altura promedio de 2.5 m (loma) a 3.5 m (planicie).

El 34.5% de las investigaciones consideran la diversidad beta. La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazamiento de especies [14]. Las investigaciones que determinaron esta variable fueron algunas comparativas, con el objetivo de determinar la similitud/disimilitud de las comunidades vegetales en diferentes condiciones (historial de perturbación, localidades, suelo y altitud). Los resultados indican que la comunidad vegetal del matorral espinoso tamaulipeco es sensible a las diferentes variables, y que existe un mosaico de asociaciones vegetales dependiendo de las condiciones biológicas, físicas y de historial de uso productivo.

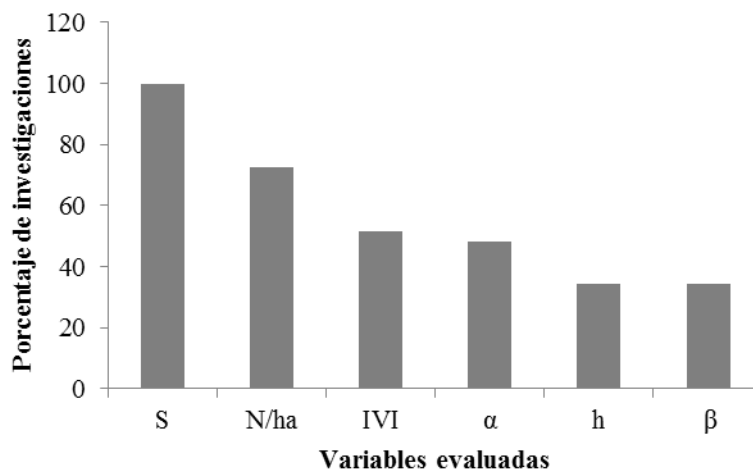


Fig. 6. Porcentaje de investigaciones que evalúan distintas variables. S= riqueza de especies, N/ha= densidad, IVI= Índice de Valor de Importancia, α = diversidad alfa, h= altura total, β = diversidad beta.

F. Conclusiones

De acuerdo con los resultados de la presente investigación, se destacan que se han generado 28 estudios, de las cuales la mitad han sido publicados en revistas nacionales. Esto refleja la necesidad que las futuras investigaciones difundan sus resultados en revistas con mayor circulación, para que la comunidad científica internacional tenga mayor acceso a ellas. Existe un claro aumento en el número de investigaciones publicadas en los últimos años, debido a la importancia del conocimiento del tema en esta comunidad vegetal y a la consolidación de grupos de investigación que trabajan esta temática.

Un alto porcentaje (89%) de las investigaciones se han realizado en el estado de Nuevo León, debido a que los grupos de trabajo más productivos que trabajan esta temática se encuentran en esta entidad federativa. Sin embargo, debido a la heterogeneidad de condiciones geográficas que se encuentran en el matorral espinoso tamaulipeco, es importante desarrollar investigaciones en diversas localidades, para tener un mejor entendimiento de esta comunidad vegetal en sus diversas condiciones.

Sólo se han realizado investigaciones descriptivas y comparativas, sin haberse registrado experimentales (con hipótesis a priori y manipulación del ambiente). Es importante mencionar que existe una tendencia en el incremento de las investigaciones comparativas, por ejemplo, en el último año el 78% de las investigaciones fueron comparativas y el 22% descriptivas. Es importante fomentar la generación de investigaciones experimentales que incorporen y/o modifiquen la estructura vegetal (mediante técnicas de revegetación) o edáfica (obras de conservación de suelo) para un fin específico.

La mayoría de las comunidades vegetales evaluadas son maduras (65%), existiendo sólo un grupo de trabajo que evalúa las comunidades regeneradas después de actividades productivas. Es importante que se sigan desarrollando investigaciones en áreas regeneradas y se comience a trabajar en áreas donde se desarrollen actividades productivas, ya que son las que ocupan la mayor extensión territorial.

G. Áreas de oportunidad

Si bien, en las últimas décadas y específicamente en los últimos cinco años se ha avanzado en la generación del conocimiento sobre la estructura arbórea y arbustiva del matorral espinoso tamaulipeco

del noreste de México, es evidente que aún faltan áreas de investigación por abordar. Los trabajos realizados se han orientado a describir comunidades vegetales maduras sin disturbios aparentes o bien, áreas regeneradas después de las principales actividades productivas de la localidad. Aun así, siguen sin evaluarse aspectos como la regeneración de las comunidades vegetales después de perturbaciones importantes en la región noreste, como la minería. Actualmente se realizan actividades mineras en el MET para la obtención de plomo, zinc, plata, arcillas, arena sílicas, dolomita, entre otros materiales [16], por lo que es necesario tomar esta actividad en cuenta.

Aunque es necesario evaluar cómo responden las comunidades vegetales después de los disturbios por actividades productivas, también es importante considerar cómo responde la vegetación después del fuego. Esto es fundamental ya que este es un elemento natural que está presente en esta comunidad vegetal, pero aún se desconoce la capacidad de regeneración que se tiene a nivel especie y comunidad.

Otra línea de investigación que se tiene que atender es la evaluación de las trayectorias sucesionales de las comunidades vegetales a lo largo del tiempo. Estos estudios servirán para conocer qué especies son las que se establecen en las primeras fases sucesionales y cuáles se establecen gradualmente en una línea de tiempo. Así se podrá determinar a nivel comunidad cuánto tiempo tiene que transcurrir para que se reestablezcan algunos atributos, como la riqueza específica, diversidad, densidad, área de copa, entre otros.

Por último, otra área de oportunidad para realizar investigaciones sobre la estructura arbórea y arbustiva, son las zonas con actividades productivas que contribuyan a conservar estos elementos vegetales, como la cinegética y agroforestal. Ambas actividades son comunes en el norte de Nuevo León y en Tamaulipas [17, 18, 19], siendo las actividades pastorilsilvícola y silvopastoril las que más se desarrollan. Es importante mencionar que estas actividades no impactan fuertemente la cubierta vegetal nativa, sino por el contrario promueven su conservación, aunque aún no se ha cuantificado su efectividad en términos de densidad, cobertura y diversidad.

La presente investigación recopiló información de los artículos y reportes científicos que evalúan la estructura arbórea y arbustiva del matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. Con este documento los lectores contarán con una lista de las investigaciones realizadas en el tema, tendrán una perspectiva cualitativa y cuantitativa de la estructura, dinámica y funcionamiento de esta comunidad vegetal y conocerán algunas áreas de oportunidad para futuras investigaciones.

REFERENCIAS

- [1] F. González, "Las comunidades vegetales de México", Instituto Nacional de Ecología, México, D.F. 77 p, 2003.
- [2] A. Challenger y J. Soberón, "Los ecosistemas terrestres. En: Capital natural de México", vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad, CONABIO, México, pp. 87-108, 2008.
- [3] J. Rzedowski, "La vegetación de México", Limusa, México, D.F. 432 p, 1978.
- [4] INEGI, "Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso del suelo y vegetación: escala 1: 250 000", Serie III (continuo nacional), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes, 2005.
- [5] D., Diamond, D. Riskind y S. Orzell, "A framework for plant community classification and conservation in Texas", Texas Journal of Science, vol. 39, pp. 202-221, 1987.
- [6] J.L. Palacio, G. Bocco, A. Velásquez, J.F. Mas, F. Takaki-Takaki, L. Luna, et al., "La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000", Investigaciones Geográficas, Bol. Instit. Geograf., UNAM, vol. 43, pp. 183-203, 2000.
- [7] González M., "El límite sur de la provincia biótica tamaulipeca", II Simposio Internacional sobre la provincia biótica tamaulipeca, UAT y UNAM. Resúmenes, 1985.

- [8] J. García y E. Jurado, "Caracterización del matorral con condiciones prístinas en Linares N. L., México", *Ra Ximhai*, vol. 4, pp. 1-21, 2000.
- [9] J.J. Návar, "Carbon fluxes resulting from land-use changes in the Tamaulipan thornscrub of northeastern Mexico", *Carbon Balance and Management*, vol. 3, pp. 1-11, 2008.
- [10] E. Alanís, J. Jiménez, O.A. Aguirre, E.J. Treviño, E. Jurado y M.A. González, "Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco", *Ciencia UANL* vol. 11, pp. 56-62, 2008.
- [11] L. Arriaga, "Implicaciones del cambio de uso de suelo en la biodiversidad de los matorrales xerófilos: un enfoque multiscalar", *Investigación ambiental*, vol. 1, pp. 6-16, 2009.
- [12] M., Cué, G. Díaz, A.G. Díaz y M.C. Valdés, "El artículo de revisión", *Revista Cubana de Salud Pública*, vol. 34, pp. 1-11, 2008.
- [13] P. Mayer, "Guidelines for writing a Review Article. Zurich-Basel, Plant Science Center, 2009 (http://www.plantscience.ethz.ch/education/Masters/courses/Scientific_Writing).
- [14] A.E. Magurran, "Ecological diversity and its measurement", Princeton University Press, New Jersey, 179 p, 1988.
- [15] J. Jiménez, E. Alanís, O.A. Aguirre, M. Pando, M.A. González, "Análisis sobre el efecto del uso del suelo en la diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco", *Madera y Bosques*, vol. 15, pp. 5-20, 2009.
- [16] Panorama Minero del estado de Nuevo León, Servicio geológico mexicano. Coordinación general de minería, 57 p, 2011.
- [17] M. Pando y H. Villalón, "Especies arbustivas del matorral tamaulipeco con potencial agroforestal", Reporte Científico No.37, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2000.
- [18] A.J. Contreras, J.A. García, M.A. Guzmán y J.I. González, "Aprovechamiento de las aves cinegéticas, de ornato y canoras de Nuevo León, México", *Ciencia UANL*, vol. 4, pp. 462-470, 2001.
- [19] J. Fernández, "Análisis comparado de la actividad cinegética en el ecosistema de matorral espinoso del noreste de México (Cuenca de Burgos, Tamaulipas) y del sureste de Texas. Estudio de casos de desarrollo turístico sostenible", Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, 2012.
- [20] D. Heiseke y R. Foroughbakhch, "El matorral como recurso forestal", Reporte Científico No. 1, Facultad de Silvicultura y Manejo de Recursos Renovables, Linares, N.L., México, pp. 1-31, 1985.
- [21] E. Jurado y N. Reid, "Influencia de factores edáficos, topográficos y perturbaciones sobre el matorral espinoso tamaulipeco en Linares N.L.", Reporte Científico No. 10, Facultad de Ciencias Forestales, UANL, pp. 4-5, 17-18, 1989.
- [22] N. Reid, S. Smith, P. Beyer-Münzel y J. Marroquin, "Floristic and structural variation in the Tamaulipan Thornscrub, Northeastern México", *Journal of Vegetation Science*, vol. 1, pp. 529-538, 1990.
- [23] E. Estrada y J. Marroquín, "Leguminosas en el centro-sur de Nuevo León", Facultad de Ciencias Forestales, UANL, Linares. Reporte Científico Especial No. 10, 258 p., 1991.
- [24] M. González, E.J. Treviño y E. Jurado, "Diversidad florística de la vegetación secundaria en un área de matorral del noreste de México", *Journal International of Phytologia*, vol. 83, pp. 280-281, 1997.
- [25] M. Manzano y J. Návar, "Processes of desertification by goats overgrazing in the Tamaulipan thornscrub (matorral) in north-eastern Mexico", *Journal of Arid Environments*, vol. 44, pp. 1-17, 2000.
- [26] O. Briones y J.A. Villarreal, "Vegetación y flora de un ecotono entre las provincias del altiplano y de la planicie costera del noreste de México", *Acta Botanica Mexicana*, vol. 55, pp. 39-67, 2001.
- [27] E.J. Treviño, C. Cavazos y O.A. Aguirre, "Distribución y estructura de los bosques de galería en dos ríos del centro sur de Nuevo León", *Madera y Bosques*, vol. 7, pp. 13-25, 2001.
- [28] R. Foroughbakhch, M.A. Alvarado-Vázquez, A. Núñez-González, J. Hernández-Piñero y A. Rocha-Estrada, "Structural analysis and performance of *Helietta parvifolia* (Gray) Benth. in southeastern Nuevo Leon, Mexico", *Interciencia*, vol. 28, pp. 651-655, 2003.
- [29] A.E. Estrada, C. Yen, A. Delgado y J.A. Quintanilla, "Leguminosas del centro del estado de Nuevo León, México", *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México: Serie Botánica*, vol. 75, pp. 73-85, 2004.
- [30] R.B. Espinoza y J.J. Návar, "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*, vol. 11, pp. 25-31, 2005.

- [31] A.E. Estrada, J.A. Villarreal y E. Jurado, "Leguminosas del norte del Estado de Nuevo León, México", *Acta Botanica Mexicana*, vol. 73, pp. 1-18, 2005.
- [32] H. González, R.G. Ramírez, I. Cantú, M. Gómez y J.I. Uvalle, "Composición y estructura de la vegetación en tres sitios del estado de Nuevo León, México", *Polibotánica*, vol. 29, pp. 91-106, 2010.
- [33] A.E. Estrada, A. Delgado-Salinas, A. Villarreal, L. Scott, C. Cantú y J. García, "Diversity and Distributional Patterns of Legumes in Northeastern Mexico", *The Southwestern Naturalist*, vol. 55, pp. 427-434, 2010.
- [34] C.G. Velasco, G. Alanís, M.A. Alvarado, L. Ramírez y R. Foroughbakhch, "Flora endémica de Nuevo León, México y estados colindantes", *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, vol. 5, pp. 275-289, 2011.
- [35] J. Jiménez, E. Alanís, J.L. Ruiz, M.A. González, J.I. Yerena, G.J. Alanís, "Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola en el NE de México", *Ciencia UANL*, vol. 15, pp. 66-71, 2012.
- [36] M.A. Pequeño-Ledezma, E. Alanís-Rodríguez, J. Jiménez-Pérez, M.A. González-Tagle, J.I. Yerena-Yamallel, L.G. Cuellar-Rodríguez y A. Mora-Olivo, "Análisis de la restauración pasiva post-pecuaria en el matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México", *Ciencia UAT*, vol. 24, pp. 48-53, 2012.
- [37] C.A. Mora, E. Alanís, J. Jiménez, M.A. González, J.I. Yerena y L.G. Cuellar, "Estructura, composición florística y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco, México", *Ecología Aplicada*, vol. 12, pp. 29-34, 2013.
- [38] V.M. Molina-Guerra, M. Pando-Moreno, E. Alanís-Rodríguez, P.A. Canizales-Velázquez, H. González-Rodríguez y J. Jiménez-Pérez, "Composición y diversidad vegetal de dos sistemas de pastoreo en el matorral espinoso tamaulipeco del Noreste de México", *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, vol. 4, pp. 361-371, 2013.
- [39] E. Alanís, J. Jiménez, M.A. González, J.I. Yerena, L.G. Cuellar y A. Mora-Olivo, "Análisis de la vegetación secundaria del matorral espinoso tamaulipeco, México", *Phyton International Journal of Experimental Botany*, vol. 82, pp. 185-192, 2013.
- [40] C.A. Mora, J. Jiménez, E. Alanís, E. Rubio, J.I. Yerena y M.A. González, "Efecto de la ganadería en la composición y diversidad arbórea y arbustiva del matorral espinoso tamaulipeco", *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, vol. 17, pp. 124-137, 2013.
- [41] T.G. Domínguez, H. González, R.G. Ramírez, A.E. Estrada, I. Cantú, V. Gómez, J.A. Villarreal, M. Socorro y J.G. Alanís, "Diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco durante las épocas seca y húmeda", *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, vol. 17, pp. 106-122, 2013.
- [42] M.A. Guzmán, T.L. Wendt, B. Simpson, M.A. Alvarado, R. Foroughbakhch, M. González y A. Rocha, "Listado florístico de especies anuales de floración invernal en el noreste de Nuevo León, México", *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol. 84, pp. 884-893, 2013.
- [43] R. Foroughbakhch, M.A. Alvarado-Vázquez, A. Carrillo-Parra, J.L. Hernández-Piñero y M.A. Guzmán, "Floristic diversity of a shrubland in northeastern Mexico", *Phyton International Journal of Experimental Botany*, vol. 82, pp. 175-184, 2013.
- [44] R. Ramírez-Lozano, T.G. Domínguez-Gómez, H. González-Rodríguez, I. Cantú-Silva, M.V. Gómez Meza, J.I. Sarquís-Ramírez y E. Jurado, "Composición y diversidad de la vegetación en cuatro sitios del noreste de México", *Madera y Bosques*, vol. 19, pp. 59-72, 2013.
- [45] J. Jiménez, E. Alanís, M.A. González, O.A. Aguirre y E.J. Treviño, "Characterizing woody species regeneration in areas with different land history tenure in the tamaulipan thornscrub, Mexico", *The Southwestern Naturalist*, vol. 58, pp. 299-304, 2013.