







## Estructura y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco en el sitio Ramsar 1981, Nuevo León, México

### Structure and diversity of the Tamaulipeco thornscrub in the 1981 Ramsar site, Nuevo León, Mexico

Reynaldo de León-Valladares<sup>1</sup> , Ángel Mario Reyna-Gonzalez<sup>1</sup> , Eduardo Alanís-Rodríguez<sup>1</sup> , Arturo Mora-Olivo<sup>2</sup> , Samuel Alberto García-García<sup>3</sup> , José Ángel Sigala-Rodríguez<sup>4</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales. Km 145 Carretera Nacional, 67700, Linares, Nuevo León, México.

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería y Ciencias / Instituto de Ecología Aplicada. Universidad Autónoma de Tamaulipas. División del Golfo 356. C.P. 87019, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. Km. 2.5 carretera a Rosales, Poniente, 33000, Delicias, Chihuahua, México.

<sup>4</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Valle del Guadiana. Km 4.5 Carretera Durango-El Mezquital, C.P. 34170. Durango, México.

\*Autor de correspondencia: [eduardo.alanisrd@uanl.edu.mx](mailto:eduardo.alanisrd@uanl.edu.mx)

#### Artículo científico

Recibido: 30 de abril 2025

Aceptado: 13 de noviembre 2025

**RESUMEN.** El sitio Ramsar 1981 es un área natural protegida (ANP) donde el pastizal inundable y el matorral espinoso tamaulipeco (MET) son las comunidades vegetales dominantes. Su designación como ANP le ha restado presión antrópica y permitido su recuperación, actualmente se desconoce el estado de conservación de la vegetación. El objetivo de la investigación fue comparar la composición, estructura y diversidad del MET bajo diferentes etapas de recuperación en la zona noreste de la zona circundante al sitio Ramsar 1981. Se establecieron 15 sitios de muestreo de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m) distribuidos aleatoriamente en una superficie de 1.5 ha. En la cual los individuos leñosos muestreados fueron considerados aquellos con diámetro basal ( $d_{0.10}$ ) igual o mayor a 3 cm y para individuos juveniles diámetros menores a 3 cm. La abundancia absoluta fue de 1 089 N ha<sup>-1</sup>, se presenta de manera variada y diversa; destacan especies como *Vachellia farnesiana* y *Neltuma laevigata*, con una abundancia del 21 y 28%, respectivamente. Las clases diamétricas muestran una distribución caracterizada por una alta concentración de individuos con diámetros pequeños (estructura vegetal de individuos jóvenes), características que denotan una comunidad que sufrió disturbios y que se encuentran en crecimiento. El matorral se observa con una recuperación favorable a más de una década de excluir el apacentamiento del ganado; el mayor índice de valor de importancia (IVI) lo presenta *Neltuma laevigata* con un 35%, *Vachellia farnesiana* registrando 19%, y *Diospyros texana* con un 27%, que en conjunto concentran un total de 81% de IVI.

**Palabras clave:** Área basal, estructura de vegetación, índice de valor de importancia, matorral xerófilo.

**ABSTRACT.** Ramsar site 1981 is a protected natural area where the most representative ecosystems are the flooded grassland and the Tamaulipan thorn scrub, both subjected to natural and anthropogenic pressures. The objective of the research is to compare the composition, structure and diversity of the Tamaulipan thorn scrub under different stages of recovery in the northeastern zone of the area surrounding the Ramsar site 1981. Fifteen 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m) sampling plots were established randomly distributed across 1.5 ha. Woody individuals were considered for sampling if they had a basal diameter ( $d_{0.10}$ ) greater than or equal to 3 cm, and juvenile individuals if they had diameters less than 3 cm. The absolute abundance was 1 089 N ha, it is presented in a varied and diverse manner; species such as *Vachellia farnesiana* and *Neltuma laevigata* stand out, with an abundance of 21 and 28%, respectively. The diameter classes show a distribution characterized by a high concentration of individuals with smaller diameters (plant structure of young individuals), characteristics that denote ecosystems that suffered anthropogenic disturbances and are in growth and development. The shrubland shows a favorable recovery after more than a decade of excluding cattle ranching; the highest index of importance value (IVI) is presented by *Neltuma laevigata* with 35%, *Vachellia farnesiana* registering 19%, and *Diospyros texana* with 27%, which together concentrate a total of 81% of IVI.

**Keywords:** Basal area, vegetation structure, importance value index, xerophytic scrub.

## INTRODUCCIÓN

El matorral xerófilo cubre el 29.7% (576 747 km<sup>2</sup>) de la superficie de la república mexicana, desde el nivel del mar hasta los 3 000 msnm (CONABIO 2014). Su distribución inicia desde Baja California y Sonora a Nuevo León y Tamaulipas y, hacia el sur, hasta Querétaro y Oaxaca (INEGI 2021). La vegetación del matorral espinoso tamaulipeco (MET) comprende un área de aproximadamente 125 569 km<sup>2</sup>, la cual abarca desde la planicie costera del Golfo de México hasta el sur de Texas en Estados Unidos de América, ocupa el 1.3% de la superficie total de México (INEGI 2021). El valor ecológico que caracteriza al MET radica en la alta diversidad de especies, además del valor histórico, cultural y económico de especies como el mezquite (*Neltuma laevigata*), el ébano (*Ebenopsis ebano*) y la anacahuita (*Cordia boissieri*) (Alanís *et al.* 2008, Molina-Guerra *et al.* 2019). El MET ha estado sometido a una degradación debido a actividades antropogénicas como la minería, la ganadería y la agricultura (Alanís *et al.* 2013). El cambio de uso de suelo con fines pecuarios ha alterado la estructura de las comunidades vegetales, fragmentando y causando una discontinuidad y aislamiento de su biodiversidad (Aguirre y Mendoza 2009, Alanís-Rodríguez *et al.* 2023). Este tipo de afectaciones han empobrecido el paisaje y ha propiciado el incremento de áreas degradadas en el noreste de México (Arriaga 2009, Patiño-Flores *et al.* 2021, Alanís-Rodríguez *et al.* 2025).

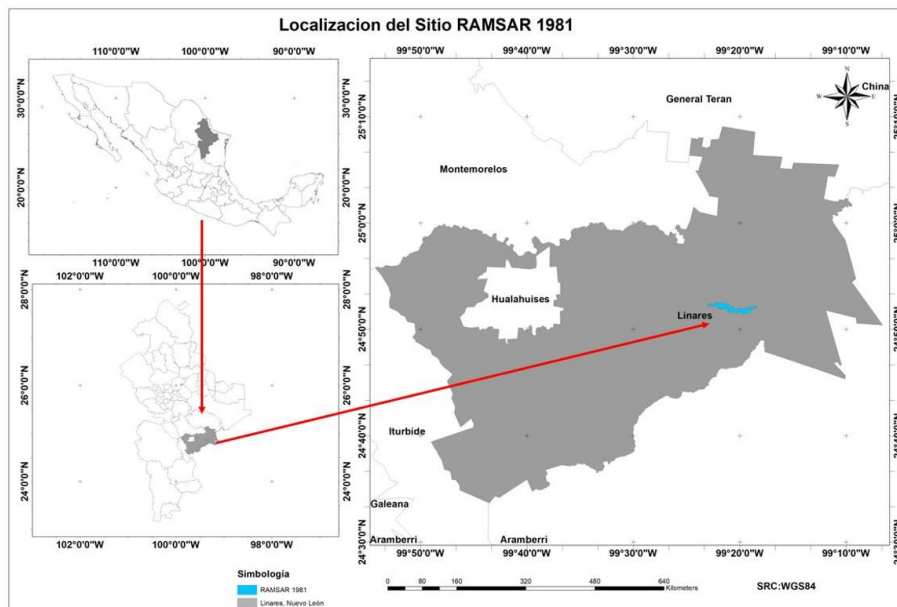
En el estado de Nuevo León se distribuye el MET; cuya cobertura ha sido sustituida en las últimas décadas por actividades ganaderas; de éstas, aproximadamente el 90% corresponde a agostaderos y el 10% a praderas cultivadas (SAGARPA 2009). Aunque las actividades pecuarias son un importante sustento para la población local, aún se desconocen sus efectos sobre las comunidades vegetales (Patiño-Flores *et al.* 2021). Por lo tanto, evaluar la estructura y diversidad de especies es la base para la elaboración de programas de manejo y conservación de áreas naturales protegidas con presencia de MET, como es el caso del sitio Ramsar 1981. El sitio Ramsar 1981, localizado en Linares, Nuevo León fue reconocido en 2009 como un humedal de importancia internacional por su valor ecológico porque alberga especies endémicas y una diversidad amplia de aves (CONANP, 2025). Este sitio que tiene una superficie de 4 225 ha, incluye un manantial hidrotermal de aguas azufrosas, un pantano con un pastizal inundable y una comunidad de MET en buen estado de conservación (RAMSAR 2018). Durante décadas, el área sufrió una excesiva presión antrópica sobre sus recursos naturales, siendo los principales factores de deterioro el sobreapacentamiento, la deforestación y actividades turísticas sin control (Alanís-Rodríguez *et al.* 2023).

En la actualidad, las actividades antropogénicas han disminuido en el sitio Ramsar 1981, debido a la inclusión de varios predios a la zona de protección que rodean la zona inundable, es importante conocer el impacto en la vegetación terrestre y su dinámica de recuperación para planificar en un futuro mejores medidas de manejo y conservación. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue comparar la composición, estructura y diversidad del MET bajo diferentes etapas de recuperación en la zona circundante al sitio Ramsar 1981.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área de estudio

El sitio Ramsar 1981, se encuentra ubicado en el ejido Jesús María, que corresponde al municipio de Linares, Nuevo León (Figura 1) centrado en las coordenadas 24°52'00" LN, 99°20'41" LO y altitud de 252 m. Se localiza a 21 km al oriente de la cabecera municipal de Linares, en la subprovincia fisiográfica de Llanuras y Lomeríos, sobre un valle con zonas pantanosas inundadas abarcando una superficie de 8 km de largo con orientación oriente-poniente, y una anchura promedio de 800 m. En este sitio, se encuentran asociaciones de MET y relictos del matorral submontano en buen estado de conservación en áreas aledañas al pantano (INEGI 1988). La región hidrológica que alberga el área de estudio es San Fernando Soto la Marina, identificada como RH-25, cuenca del Río San Fernando, subcuenca del arroyo Camacho; los escurrimientos que alimentan la cuenca son el río Pablillo y el río Camacho. La geología del área se caracteriza por ser de origen sedimentario, donde el fracturamiento permite la comunicación hídrica subterránea.



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio “Ramsar 1981”, en Linares, Nuevo León, México.

El área de estudio está representada por diferentes comunidades vegetales, entre los que destacan el MET y el matorral submontano que por varios años fueron sometidos a una fuerte presión humana. Los principales factores de deterioro fueron: el sobreapacentamiento, la deforestación, las actividades turísticas sin control y el aprovechamiento de la leña. Fue decretada como área natural protegida (ANP) en el año 2000, con la categoría de zona sujeta a conservación ecológica (CONANP 2025); lo que permitió la recuperación paulatina de los diferentes ecosistemas de manera natural y frenó las amenazas en el área. Es crucial considerar el tiempo de recuperación en la comparación de la riqueza florística. En sitios con un historial de uso similar. Sin embargo, esta diferencia se explica por el contraste en el periodo de sucesión secundaria. El presente estudio, se enfocó en un periodo de 25 años de recuperación.

## Análisis de la vegetación

La evaluación de la vegetación se realizó durante el período de estiaje, donde se evaluó el estrato leñoso. Se establecieron 15 parcelas de muestreo de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m) distribuidos aleatoriamente en una superficie de 1.5 ha. Para la evaluación, se consideraron los árboles y arbustos con diámetro basal ( $d_{0.10}$ ) igual o mayor a 3 cm y para individuos juveniles o en regeneración diámetros inferiores a 3 cm.

En cada parcela de muestreo se realizó un inventario de las especies arbóreas y arbustivas. Las variables consideradas fueron: altura total ( $h$ ), diámetro basal ( $d_{0.10}$ ) y diámetro de copa ( $k$ ), el cual se registró con una cinta métrica midiendo el espacio ocupado por la copa en sentido norte-sur y este-oeste. Asimismo, a partir de los datos  $h$  y  $k$  se estimó el volumen maderable (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) y la cobertura de copa (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>), respectivamente. El muestreo de campo e identificación de las especies fue realizado por personal capacitado de la Universidad Autónoma de Nuevo León y con apoyo de literatura disponible sobre muestreo de la vegetación del MET (Molina-Guerra *et al.* 2019).

Para evaluar el diámetro promedio de copa y el área de copa y basal se utilizaron las siguientes fórmulas (Alanís-Rodríguez *et al.* 2020)

$$k = \frac{k_{N-S} + k_{E-O}}{2}$$

$$A = \frac{\pi}{4} * k^2$$

Donde:  $k_{N-S}$  es el diámetro medido en dirección Norte-Sur y  $k_{E-O}$  el diámetro medido en dirección Este-Oeste. En la segunda fórmula  $A$  es el área (de copa o basal),  $\pi$  un valor constante de 3.1416 y  $d$ , el diámetro.

## Análisis de la información

### Estimación de variables por hectárea

El volumen ( $V$ ) de cada individuo se estimó mediante la fórmula:  $V = g \times h \times CM$ . Donde:  $g$  es la superficie supuesta circular del diámetro basal ( $d_{0.10}$  m),  $h$  la altura total de individuo y  $CM$  el coeficiente mórfico, que para el caso de especies del MET se considera 0.5 (Alanís-Rodríguez *et al.* 2020). Por otra parte, se calcularon los indicadores ecológicos de abundancia ( $N^*$ ha<sup>-1</sup>), dominancia (m<sup>2</sup>\*ha<sup>-1</sup>) y frecuencia, con el fin de determinar el valor de importancia de las especies de la comunidad vegetal (Magurran 2004). Para la estimación de la abundancia se empleó la siguiente ecuación:

$$A_i = \frac{N_i}{S}$$

$$AR_i = \left( \frac{A_i}{\sum A_i} \right) * 100$$

Donde:  $A_i$  es la abundancia absoluta,  $AR_i$  es la abundancia relativa de la especie  $i$  respecto a la abundancia total,  $N_i$  es el número de individuos de la especie  $i$ , y  $S$  la superficie de muestreo (ha).

La dominancia relativa se evaluó mediante:

$$D_i = \frac{Ab_i}{S}$$

$$DR_i = \left( \frac{D_i}{\sum D_i} \right) * 100$$

Donde:  $D_i$  es la dominancia absoluta,  $DR_i$  es la dominancia relativa de la especie  $i$  respecto a la dominancia total,  $Ab$  el área de copa de la especie  $i$  y  $S$  la superficie muestreada (ha). La frecuencia relativa se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$F_i = \frac{P_i}{NS}$$

$$FR_i = \left( \frac{F_i}{\sum F_i} \right) * 100$$

Donde:  $F_i$  es la frecuencia absoluta,  $FR_i$  es la frecuencia de la especie  $i$  respecto a la frecuencia total,  $P_i$  es el número de sitios en la que está presente la especie  $i$  y  $NS$  el número total de sitios de muestreo. El índice de valor de importancia (IVI) se define como:

$$IVI = \frac{AR_i + DR_i + FR_i}{3}$$

### Riqueza de especies

**Diversidad alfa.** Para estimar la riqueza de especies se utilizó el índice de Margalef (DMg) y para la diversidad alfa el índice de Shannon y Wiener ( $H'$ ) mediante las ecuaciones:

$$DMg = \frac{(s - 1)}{\ln N}$$

$$H' = - \sum_{i=1} P_i * \ln(P_i)$$

$$P_i = \left( \frac{n_i}{N} \right)$$

Donde:  $S$  es el número de especies presentes,  $N$  es el número total de individuos,  $p_i$  es la abundancia proporcional de la  $i$ -ésima especie y  $n_i$  es el número de individuos de la especie  $i$ .

Se realizaron gráficas de clases diamétricas para caracterizar horizontalmente las comunidades vegetales y la distribución de abundancia de especies a través de curvas dominancia-diversidad para cada estrato (Brower y Zar 1984, Magurran 2004, Martella *et al.* 2012). Cada especie presenta un rango en el eje "x" y su respectiva abundancia sobre el eje "y".

**Índice de Simpson.** El índice de diversidad de Simpson evalúa la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una población provengan de la misma especie (Simpson, 1949). Este índice varía inversamente con la heterogeneidad, de tal forma que, si el valor del índice decrece, la diversidad se incrementa. Para ello utilizamos la siguiente fórmula:  $D = \sum P_i^2$ . Donde:  $D$  = índice de Simpson,  $p_i$  proporción de las especies,  $p_i = n_i / N$ ,  $n_i$  número de especies  $i$ ,  $N$  = número total de individuos.

## RESULTADOS

En el sitio Ramsar 1981 se registraron 21 especies distribuidas en 16 familias y 19 géneros. La familia Fabaceae tuvo la mayor representatividad con 6 especies, las demás solo presentaron una. El género *Vachellia* es el único representado por dos especies. De acuerdo con su forma de vida se enlistaron 20 especies arbustivas y una arbórea (Tabla 1). Esta diversidad taxonómica se traduce en una representatividad de especies notablemente alta en este entorno.

**Tabla 1.** Familia, nombre científico, nombre común y forma de vida de las especies del estrato leñoso registradas en el sitio Ramsar 1981, Linares, Nuevo León, México.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma de vida
Asparagaceae	<i>Yucca filifera</i> Chabaud	Palma china	Arbórea
Boraginaceae	<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	Anacahuita	Arbustiva
Cactaceae	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i> (DC.) F.M. Knuth	Tasajillo	Arbustiva
Cannabaceae	<i>Celtis pallida</i> Torr.	Granjeno	Arbustiva
Ebenaceae	<i>Diospyros texana</i> Scheele	Chapote	Arbustiva
Fabaceae	<i>Erythrostemon mexicanus</i> (Rose) Gagnon & G.P. Lewis	Hierba del potro	Arbustiva
Fabaceae	<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	Tenaza	Arbustiva
Fabaceae	<i>Mimosa malacophylla</i> A. Gray	Uña de gato	Arbustiva
Fabaceae	<i>Neltuma laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Britton & Rose	Mezquite	Arbustiva
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Retama	Arbustiva
Fabaceae	<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight & Arn.	Huizache	Arbustiva
Fabaceae	<i>Vachellia rigidula</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	Chaparro prieto	Arbustiva
Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	Panalero	Arbustiva
Rhamnaceae	<i>Condalia hookeri</i> M.C. Johnst.	Brasil	Arbustiva
Rhamnaceae	<i>Condaliopsis obtusifolia</i> (Hook. ex Torr. & A.Gray) Suess.	Abrojo	Arbustiva
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Willd. ex Schult.) Zucc.	Coyotillo	Arbustiva
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Colima	Arbustiva
Sapotaceae	<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D. Penn.	Coma	Arbustiva
Taxodiaceae	<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	Sabino	Arbórea
Verbenaceae	<i>Citharexylum berlandieri</i> B.L. Rob.	Revienta cabras	Arbustiva
Zygophyllaceae	<i>Guaiaacum angustifolium</i> Engelm.	Guayacán	Arbustiva

Se encontró una abundancia absoluta de 1089 N ha<sup>-1</sup>, donde destacan especies como *Neltuma laevigata* y *Vachellia farnesiana*, con abundancias del 28 y 21%, respectivamente, lo que indica una presencia significativa en la vegetación estudiada. Estos datos proporcionan una visión detallada de la distribución relativa de especies en la comunidad vegetal, destacando la importancia de considerar la abundancia de cada especie para comprender su papel en la comunidad vegetal y la estructura del hábitat.

El área basal de la comunidad vegetal está integrada por *Diospyros texana* con un 17.5% y *Neltuma laevigata* con 9.83% m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, mientras que la dominancia relativa fue del 39% para *Diospyros texana* y de 22% para *Neltuma laevigata*. Ambas especies se distribuyen en proporciones significativas en el área de estudio (Tabla 2).

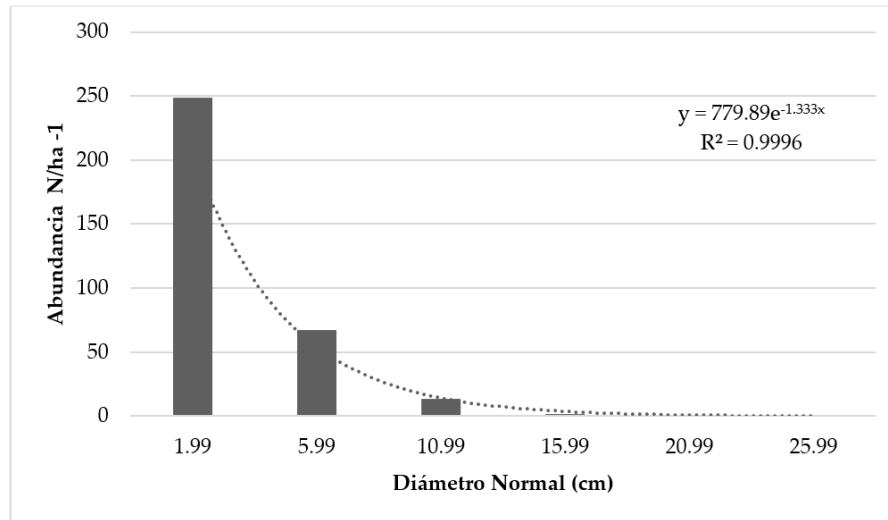
**Tabla 2.** Parámetros ecológicos de abundancia, dominancia, frecuencia y valor de importancia de las especies registradas en el Sitio Ramsar 1981, Linares, Nuevo León, México.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		Área de Copa Relativa	Índice de Valor de Importancia
	Abs N ha <sup>-1</sup>	Rel %	Abs m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	Rel %	Abs	Rel %	Rel	IVI
<i>Neltuma laevigata</i>	302	27.75%	9.83	22.00%	34	75.56%	14%	35%
<i>Diospyros texana</i>	93	8.57%	17.5	39.00%	8	17.78%	43%	27%
<i>Vachellia farnesiana</i>	227	20.81%	3.66	8.00%	17	37.78%	10%	19%
<i>Celtis pallida</i>	102	9.39%	0.91	2.00%	9	20.00%	6%	9%
<i>Vachelia rigidula</i>	67	6.12%	0.5	1.00%	11	24.44%	1%	8%
<i>Condalia hookeri</i>	58	5.31%	0.83	2.00%	8	17.78%	1%	7%
<i>Taxodium macronatum</i>	13	1.22%	6.87	15.00%	3	6.67%	7%	7%
<i>Erythrostemon mexicanus</i>	49	4.49%	2.3	5.00%	6	13.33%	3%	6%
<i>Guaiaacum angustifolium</i>	18	1.63%	0.31	1.00%	3	6.67%	11%	5%
<i>Bumelia celastrina</i>	27	2.45%	0.22	0.00%	4	8.89%	0%	3%
<i>Forestiera angustifolia</i>	22	2.04%	0.06	0.00%	5	11.11%	0%	3%
<i>Condaliopsis obtusifolia</i>	27	2.45%	0.23	1.00%	4	8.89%	0%	3%
<i>Mimosa malacophylla</i>	27	2.45%	0.29	1.00%	4	8.89%	0%	3%
<i>Pakinsonia aculeata</i>	9	0.82%	0.09	0.00%	2	4.44%	0%	2%
<i>Cordia boissieri</i>	4	0.41%	0.65	1.00%	1	2.22%	0%	1%
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	4	0.41%	0.00	0.00%	1	2.22%	0%	1%
<i>Havardia pallens</i>	13	1.22%	0.08	0.00%	1	2.22%	0%	1%
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	4	0.41%	0.01	0.00%	1	2.22%	0%	1%
<i>Citharexylum berlandieri</i>	9	0.82%	0.00	0.00%	1	2.22%	0%	1%
<i>Yucca filifera</i>	4	0.41%	0.22	0.00%	1	2.22%	0%	1%
<i>Zanthoxylum fagara</i>	9	0.82%	0.04	0.00%	2	4.44%	0%	1%

El análisis de la frecuencia relativa muestra una variabilidad en la presencia de cada especie en los sitios de muestreo. *Vachellia farnesiana* y *Neltuma laevigata*, presentan frecuencias relativamente altas, con un 38% y un 76% respectivamente, lo que indica una presencia significativa. Otras especies, como *Pakinsonia aculeata* y *Yucca filifera*, muestran una frecuencia más baja, con solo el 4% y el 2%, respectivamente. Estos datos resaltan la importancia de considerar la distribución y abundancia relativa de las especies vegetales para comprender la composición y estructura de la vegetación.

Las clases diamétricas muestran una alta concentración de individuos con diámetros más pequeños, mientras que se observa una menor presencia de individuos con diámetros cercanos a los 10 cm. Esta distribución sigue una forma de “J” invertida, la cual es común en estos matorrales debido a la ausencia de árboles con fustes grandes. Esta tendencia refleja la estructura de la población, donde predominan individuos jóvenes o de menor tamaño, mientras que la presencia de árboles de mayor tamaño es limitada. Esta distribución es característica de comunidades vegetales en desarrollo o sujetos a disturbios que limitan el crecimiento de árboles maduros de gran

tamaño o bien de ecosistemas de matorral como es el caso de la presente área de estudio (Figura 2).



**Figura 2.** Distribución de clases diamétricas en el Sitio Ramsar 1981, Linares, Nuevo León, México.

La evaluación del Índice de Valor de Importancia (IVI) revela la funcionalidad de cada especie vegetal en el área de estudio. Entre las especies destacadas, *Neltuma laevigata* sobresale por su alta abundancia, con 302 individuos (28%), y un IVI del 35%, consolidándola como una especie de gran relevancia en términos de valor de importancia. Asimismo, *Vachellia farnesiana* se posiciona como la segunda especie más abundante, con 227 individuos (21%), y un IVI de 19%, lo que subraya su dominancia en el ecosistema. Otras especies como *Diospyros texana*, a pesar de tener una menor abundancia (93 individuos, 9%), presentan un IVI considerablemente alto del 27%, indicando su dominancia en la estructura vegetal. Además, especies como *Caesalpinia mexicana*, *Celtis pallida* y *Condalia hookeri* también contribuyen significativamente al IVI, lo que resalta su papel en la composición y diversidad de la vegetación estudiada. Estos hallazgos proporcionan información crucial para comprender la dinámica y la gestión adecuada de este hábitat, así como para promover su conservación a largo plazo.

El índice de Simpson muestra un valor de 0.14, indicando una diversidad relativamente alta en la comunidad. Por otro lado, el índice de Shannon, con un valor de 2.31, revela una diversidad moderada. Además, el índice de Preztch A señala una distribución equitativa de individuos entre especies, aunque no alcanza el máximo teórico, con valores de  $A$ : 3.38,  $A_{max}$ : 4.31 y  $A_{Rel}$ : 78.28. Por último, el índice de Margalef presenta un valor de 3.63, indicando una riqueza moderada de especies e en la comunidad. Estos índices combinados proporcionan una evaluación detallada de la diversidad de especies en el área de estudio, destacando tanto la riqueza de especies como la equitatividad en la distribución de individuos entre ellas.



## DISCUSIÓN

La riqueza de especies registrada en este estudio supera lo reportado por Reyna-González *et al.* (2021) quienes registraron 11 especies, 10 géneros y 8 familias; pero es inferior a los resultados de Domínguez-Gómez *et al.* (2013), quienes reportan 38 especies pertenecientes a 17 familias y 11 géneros, atribuyen la mayor diversidad a épocas húmedas. Por lo tanto, las variaciones pueden atribuirse a diferencias estacionales, condiciones edáficas y metodológicas, como la exclusión de herbáceas durante el estiaje y la baja disponibilidad de nutrientes en la zona noroeste del ANP. Los resultados de abundancia, frecuencia y dominancia sugieren una recuperación gradual de la comunidad vegetal, dominada por especies con diámetros pequeños.

En cuanto a la estructura del bosque, el área basal y el volumen arbustivo registrados indican una fase intermedia de regeneración, con valores superiores a los de áreas recién recuperadas pero inferiores a ecosistemas maduros. Las especies *Neltuma laevigata*, *Vachellia farnesiana* y *Diospyros texana* presentaron los mayores valores de importancia ecológica (IVI), reflejando su dominancia en la sucesión secundaria post-ganadera. Sin embargo, estudios previos destacan otras especies como *Leucophyllum frutescens* o *Vachellia rigidula*, lo que evidencia la plasticidad de las comunidades del MET frente a disturbios y condiciones ambientales locales.

Los índices de diversidad (Margalef y Shannon) apoyan la hipótesis de una mayor biodiversidad en comparación con estudios previos, lo que podría asociarse a la exclusión prolongada de la ganadería. La proximidad a cuerpos de agua también favorece la densidad y regeneración, con una mayor representación de individuos juveniles. Estos hallazgos resaltan el valor ecológico del matorral espinoso tamaulipeco y la necesidad de implementar estrategias de conservación que mantengan su resiliencia frente a cambios antropogénicos y climáticos.

El área de estudio presenta una notable riqueza ecológica, evidenciada por el índice de Margalef (DMg), el cual supera los valores reportados en investigaciones previas en matorrales (Pequeño-Ledezma *et al.* 2013, Mora-Donjuán *et al.* 2013), mostrando mayor similitud con estudios como los de González *et al.* (2010) y Jiménez y Alanís (2012). Esto sugiere una mayor biodiversidad y posiblemente un mejor estado de conservación del MET. Respecto al índice de Shannon (H'), los valores registrados son superiores a los de estudios anteriores en el matorral espinoso tamaulipeco (Mora-Donjuán *et al.* 2013, Pequeño-Ledezma *et al.* 2013), aunque coinciden con los hallazgos de Molina-Guerra *et al.* (2013) y Reyna-González *et al.* (2021). Además, la distribución espacial indica que las comunidades próximas a cuerpos de agua presentan mayor densidad y regeneración, reflejado en la predominancia de individuos en clases diamétricas menores. Estos resultados resaltan la importancia de los factores ambientales en la estructura y diversidad de la vegetación.

La presencia de múltiples especies, familias y géneros indica una riqueza biológica significativa en el área estudiada, lo que sugiere la existencia de condiciones ambientales propicias para el desarrollo y la coexistencia de distintas especies arbóreas y arbustivas. Este hallazgo subraya la importancia del ANP estatal como un hábitat de valor ecológico alto y resalta la necesidad de su conservación y protección para salvaguardar esta diversidad vegetal de los matorrales del noreste de México. La riqueza de especies es un indicador fundamental para evaluar el éxito de la restauración y el impacto del disturbio en ecosistemas forestales. En el presente estudio, la

vegetación remanente presentó 21 especies, un número que, si bien es inferior al rango superior registrado para el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET) en algunos sistemas secundarios recuperados tras usos como la ganadería extensiva (24 especies), es ligeramente superior para ecosistemas recuperados de agricultura (19 especies), o la matarrasa (20 especies), según Mora-Donjuan *et al.* (2013), muestra una coincidencia notablemente similar a la registrada por estos mismos autores en sitios sometidos a ganadería Extensiva (24 especies).

Esta similitud sugiere que el sitio de muestreo pudo haber experimentado un historial de uso con una intensidad de disturbio comparable a la ganadería extensiva, lo que justifica la interpretación de nuestros resultados en este contexto (Reyna-González *et al.* 2021). Es crucial considerar el tiempo de recuperación en la comparación de la riqueza florística. En sitios con un historial de uso similar. Sin embargo, esta diferencia se explica por el contraste en el periodo de sucesión secundaria; nuestro estudio se enfocó en un periodo de 25 años de recuperación, mientras que los sitios de Mora-Donjuán *et al.* (2013) contaban con 34 años. El menor número de especies es, por lo tanto, un resultado esperado para las etapas sucesionales tempranas, donde la colonización y el establecimiento aún están en curso, y es coherente con la hipótesis de que la riqueza florística incrementa significativamente con el avance del tiempo de abandono del sitio (Alanís-Rodríguez *et al.* 2023).

## CONCLUSIONES

El Sitio Ramsar 1981 presenta alta diversidad florística. Los índices de Shannon (2.31), Margalef (3.63) y Simpson (0.14) indican una comunidad con diversidad moderada-alta y una distribución equitativa que refleja condiciones ecológicas favorables para la preservación de especies típicas del MET. La familia con mayor importancia ecológica es Fabaceae, y las especies más importantes son *Neltuma laevigata*, *Vachellia farnesiana* y *Celtis pallida*, especies típicas de comunidades vegetales maduras del MET. La proximidad o distanciamiento de las comunidades vegetales, junto con la composición edáfica y la disponibilidad de nutrientes son variables que influyen significativamente en las condiciones ambientales propicias para el crecimiento y desarrollo de especies en el sitio Ramsar 1981. La distribución diamétrica de la comunidad de leñosas muestra una comunidad de baja influencia de disturbios naturales y antrópicos, esto como signo de una etapa de conservación del ecosistema.

## AGRADECIMIENTOS

Los primeros dos autores recibieron una beca de manutención para sus estudios de Doctorado en Ciencias otorgada por la Secretaría de Ciencias, Humanidades y Tecnología (SECIHTI). Expresamos nuestro reconocimiento al ejido Jesús María por su colaboración y por facilitar el acceso al área de estudio, así como por su disposición y apoyo durante el trabajo de campo.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

## LITERATURA CITADA

- Aguirre A, Mendoza R (2009) Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En: CONABIO (ed) Capital natural de México. CONABIO. México. pp. 277-318.
- Alanís E, Jiménez J, Aguirre O, Treviño E, Jurado E, González M (2008) Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL* XI(1): 56-62.
- Alanís Rodríguez E, Jiménez Pérez J, González Tagle MA, Yereña Yamallel JI, Cuellar Rodríguez G, Mora-Olivo A (2013) Análisis de la vegetación secundaria del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Revista Internacional de Botánica Experimental* 82(2): 185-191.
- Alanís-Rodríguez E, Martínez-Adriano CA, Sánchez-Castillo L, Rubio-Camacho EA, Valdecantos-Dema A (2023) Land abandonment as driver of woody vegetation dynamics in Tamaulipan thornscrub at Northeastern Mexico *PeerJ* 11: e15438. <https://doi.org/10.7717/peerj.15438>
- Alanís-Rodríguez E, Mora-Olivo A, Marroquín de la Fuente JS (2020) Muestreo ecológico de la vegetación. Editorial Universitaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México. 245p.
- Alanís-Rodríguez E, Patiño-Flores AM, Collantes-Chávez-Costa A, Molina-Guerra VM, Rubio-Camacho E, Mora-Olivo A (2025) Variabilidad estructural de una comunidad de referencia del matorral espinoso tamaulipeco. *Polibotánica* 59: 81-95. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.59.5>
- Arriaga L (2009) Implicaciones del cambio de uso de suelo en la biodiversidad de los matorrales xerófilos: un enfoque multiescalar. *Investigación Ambiental: Ciencia y Política Pública* 1(1): 6-16.
- Brower JE, Zar JH (1984) *Field & laboratory methods for general ecology*. Brown Publishers. Iowa, USA. 288p.
- CONABIO. 2014. Dicotiledóneas. En: Ocegueda s, Llorente-Bousquets J (coords) Catálogo taxonómico de especies de México, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO. México. CD1.
- CONANP (2025) Humedales Mexicanos de importancia internacional (Sitios RAMSAR). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. <https://conanp.gob.mx/conanp/dominios/ramsar/lsr.php>. Fecha de consulta: 24 de abril de 2025.
- Domínguez GTG, González RH, Ramírez LRG, Estrada CAE, Cantú SI, Gómez MMV, Villareal QJA, Del Socorro AM, Alanís FG (2013) Diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco durante las épocas seca y húmeda. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 4(17): 106-122. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v4i17.425>
- González H, Ramírez RG, Cantú I, Gómez M, Uvalle JI (2010) Composición y estructura de la vegetación en tres sitios del estado de Nuevo León, México. *Polibotánica* (29): 91-106.
- INEGI (1988) Cartografía de uso del suelo del estado de Nuevo León escala 1:50,000.
- INEGI (2014) Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250, 000: serie V / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. c2014.
- Jiménez J, Alanís E (2012) Situación actual de los recursos forestales maderables en la región citrícola. En: Región Citrícola de Nuevo León: Su complejidad territorial en el marco global. UNAM, Instituto de Geografía-UANL, Facultad de Ciencias Forestales. México. pp. 159-178.

- Jiménez-Pérez J, Alanís-Rodríguez E, Aguirre-Calderón O, Pando-Moreno M, 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. <https://doi.org/10.21829/myb.2009.1531183>
- Leal-Elizondo NA, Alanís E, Mata JM, Treviño EJ, Yerena JI (2018) Composición y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco regenerado post-ganadería en el noreste de México. *Polibotánica* (45): 75-88. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.45.6>
- Magurran A (2004) *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing Company. Oxford, UK. 215p.
- Martella MB, Trumper EV, Bellis LM, Renison D, Giordano PF, Bazzano G, Gleiser RM (2012) Manual de Ecología. Evaluación de la biodiversidad. *REDUCA* 5(1): 71-115.
- Molina-Guerra VM, Pando-Moreno M, Alanís-Rodríguez E, Canizales-Velázquez PA, González-Rodríguez H, 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-Guerra VM, Mora-Olivo A, Alanís-Rodríguez E, Soto-Mata B, Patiño-Flores AM (2019) Plantas características del matorral espinoso tamaulipeco en México. Editorial Universitaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México. 114p.
- Mora-Donjuán, CA, Alanís RE, Jiménez PJ, González TMA, Yerena YJI, Cuéllar RLG (2013a) Estructura, composición florística y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Ecología Aplicada* 12(1): 29-34
- Mora-Donjuán CA, Jiménez-Pérez J, Alanís-Rodríguez E, Rubio-Camacho EA, Yerena-Yamallel JI, González-Tagle MA (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. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v4i17.426>
- Patiño-Flores AM, Alanís-Rodríguez E, Jurado E, González-Rodríguez H, Aguirre-Calderón OA, VM Molina-Guerra (2021) Estructura y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco regenerado posterior a uso pecuario. *Polibotánica* 52: 75-88. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.52.6>
- Pequeño-Ledezma MA, Alanís-Rodríguez E, Jiménez-Pérez J, Aguirre-Calderón OA, González-Tagle MA, Molina-Guerra VM (2017) Análisis estructural de dos áreas del matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. *Madera y Bosques* 23(1): 121-132. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2311125>
- Pequeño-Ledezma MA, Alanís-Rodríguez E, Jiménez-Pérez J, González-Tagle MA, Yerena-Yamallel JI, Cuéllar-Rodríguez G, Mora-Olivo A (2013) Análisis de la restauración pasiva post-pecuaria en el matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. *Ciencia UAT* (24): 48-53. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v7i1.39>
- RAMSAR (2018) *Perspectiva mundial sobre los humedales: Estado de los humedales del mundo y sus servicios a las personas*. Secretaría de la Convención Ramsar. Gland, VD, Suiza. 84p.
- Reyna-González ÁM, Soto-Borrego PS, Alanís-Rodríguez E, Molina-Guerra VM, Collantes-Chávez-Costa A (2021) Estructura y diversidad del matorral xerófilo en el noreste de México. *Polibotánica* 51: 107-122. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.51.7>