

# Efecto de diferentes condiciones de cobertura de copa en la regeneración de especies leñosas del matorral espinoso tamaulipeco

Effect of different cover conditions on the regeneration of woody species of the Tamaulipas thorn scrub

Luis Daniel Ruíz Carranza

Eduardo Alanís Rodríguez\*

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Carretera Linares-Cd. Victoria km 145, Apdo. postal 41, 67700 Linares, Nuevo León, México. Cp. 67700.

Víctor Manuel Molina Guerra

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Carretera Linares-Cd. Victoria km 145, Apdo. postal 41, 67700 Linares, Nuevo León, México. Cp. 67700.  
RENAC, S.A. de C.V. Perlitas No. 127, Col. Las Glorias, Linares, N.L. México. Cp. 67710.

Javier Jiménez Pérez

Oscar Aguirre Calderón

Luis Gerardo Cuellar Rodríguez

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Carretera Linares-Cd. Victoria km 145, Apdo. postal 41, 67700 Linares, Nuevo León, México. Cp. 67700.

\*Autor para correspondencia: eduardo.alanisrd@uanl.edu.mx

## Resumen

El matorral espinoso tamaulipeco se ha visto fuertemente afectado por el cambio de uso del suelo para realizar diferentes actividades, por lo que en la actualidad presenta áreas de vegetación secundaria con diferente estructura y cobertura de copa. En el presente estudio se evaluó la densidad, riqueza específica, índice de diversidad verdadera de Shannon e Índice de Valor de Importancia (IVI) de la regeneración de especies leñosas, de acuerdo con tres condiciones de cobertura de copa del estrato alto (matorral maduro). Las tres condiciones de cobertura de copa se clasificaron acorde al porcentaje de área de copa cubierta dentro de cada sitio. Se establecieron 12 sitios de 100 m<sup>2</sup> para cada condición, donde se midió el área de copa de árboles y arbustos. Para evaluar la regeneración de especies leñosas se establecieron 5 sitios de 1 m<sup>2</sup> dentro de cada sitio del matorral maduro. Para determinar diferencias significativas entre los parámetros, se realizó un análisis de varianza de un factor, así como la similitud por medio del modelo de Bray-Curtis. Se registraron 22 especies, resultando Fabaceae como la familia mejor representada. Se localizaron 5 especies con preferencia por alguna condición de cobertura de copa. *Croton incanus*, es la especie con mayor IVI. Los valores de densidad, riqueza específica e índice de Shannon no mostraron diferencias significativas de acuerdo con las 3 condiciones de cobertura establecidas.

**Palabras clave:** Densidad, Diversidad Verdadera de Shannon, IVI, Preferencia, Riqueza específica, Similitud.

## Abstract

The Tamaulipas thorn scrub has been strongly affected by the change in land use to carry out different activities, so it currently has secondary vegetation areas with different structure and canopy cover. In the present study, the density, specific richness, Shannon's true diversity index and Importance Value Index (IVI) of natural regeneration were evaluated, according to three conditions of crown cover of the upper stratum (mature scrub). The three canopy coverage conditions were classified according to the percentage of canopy area covered within each site. 12 sites of 100 m<sup>2</sup> were established for each condition, where the crown area of trees and shrubs was measured. To evaluate natural regeneration, 5 sites of 1 m<sup>2</sup> were established within each site of the mature scrub. To determine significant differences between the parameters, a one-factor analysis of variance was performed, as well as the similarity using the Bray-Curtis model. 22 species were recorded, Fabaceae being the best represented family. 5 species were located with preference for some crown cover condition. *Croton incanus*, is the species with the highest IVI. The values of density, specific richness and Shannon index did not show significant differences according to the 3 established coverage conditions.

**Keywords:** Density, True Shannon Diversity, IVI, Preference, Specific Richness, Similarity.

## Introducción

El matorral espinoso tamaulipeco (MET) tiene especies de porte bajo con abundantes ramificaciones desde la base, distribuidas en las zonas áridas y semiáridas de México, principalmente en la Planicie Costera del Golfo Norte (Alanís, E., Jiménez, P., Canizales, P., González, H. y Mora, 2015). Esta comunidad en los últimos años ha estado sujeta a deforestación y fragmentación por diversas actividades agrícolas, pecuarias, industriales y urbanas (Foroughbakhch, R., Hernández, P.J., Alvarado, V.M., 2009; Jiménez J., E. Alanís, O.A. Aguirre, 2009). Todos estos cambios afectan la cobertura del MET, la cual es de los atributos biofísicos principales que transforma el funcionamiento del ecosistema.

La recuperación del ecosistema en las zonas áridas es más lenta y con un final incierto, dado que las condiciones climáticas limitan el establecimiento de algunas especies (Miranda, J.D., 2003). Las comunidades afectadas presentan una vegetación secundaria con diferentes dinámicas sucesionales, lo cual, da como resultado áreas con distinta composición y estructura vegetal, incluyendo diferentes porcentajes de cobertura de copa (Ramírez-Lozano, R., T.G. Domínguez-Gómez, H. González-Rodríguez, I. Cantú-Silva, M.V. Gómez Meza, 2013).

La cobertura se conforma por todo aquel tejido fotosintético de las plantas, el cual regula procesos de intercambio de materia y energía en las comunidades vegetales (Aguirre-Salado, Carlos A., Valdez-Lazalde, José R., Ángeles-Pérez, Gregorio, de los Santos-Posadas, Héctor M., & Aguirre-Salado, 2011). Procesos ecológicos como la fotosíntesis son vitales para el desarrollo de los ecosistemas, y dado que la cobertura arbórea regula la luz que llega al suelo, es de importancia realizar estudios que involucren este y más parámetros que pueden influir en la composición y estructura de la comunidad vegetal, donde se evaluó la regeneración de especies leñosas bajo diferentes condiciones de cobertura en el matorral espinoso tamaulipeco. De acuerdo con lo anterior, el objetivo fue determinar la influencia del porcentaje de cobertura de copa en la densidad, riqueza de especies, diversidad y composición florística de la regeneración natural de especies leñosas en el ma-

rral espinoso tamaulipeco, bajo la hipótesis que a menor porcentaje de copa existirán mayores valores de densidad, riqueza de especies y diversidad en la comunidad vegetal regenerada.

## Materiales y Métodos

### Área de estudio

El área de estudio se encuentra en el municipio de Linares, Nuevo León, localizado entre las coordenadas geográficas 24° 39' y 24° 54' de latitud norte, y 99° 23' y 99° 38' de longitud oeste (Figura 1). Las comunidades vegetales evaluadas presentan una altitud sobre el nivel de mar que varía de 290 a 450 m. El clima corresponde a semicálido húmedo con lluvias en verano con un rango de temperaturas de 16° C a 24° C; la precipitación oscila de 500 a 1100 mm anuales; los suelos presentes son de tipo Luvisol, Regosol, Vertisol y Xerosol (INEGI, 2009).

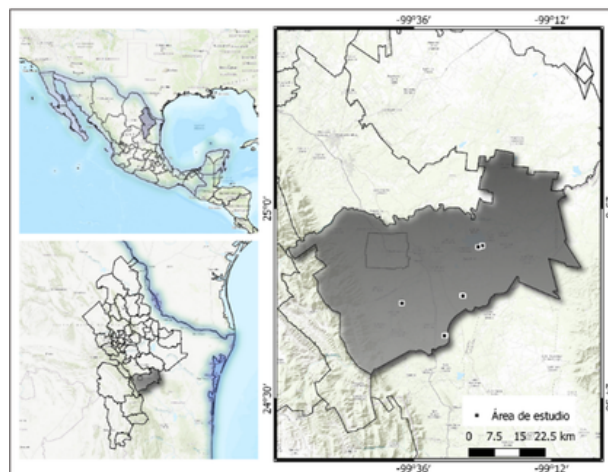


Figura 1. Localización del área de estudio.

### Evaluación en campo

Se realizaron recorridos con la finalidad de identificar áreas con diferente cobertura de copa. Posteriormente, se definieron tres escenarios de cobertura para el matorral maduro, este se obtuvo a partir de la sumatoria del área de copa de todos los individuos inventariados en sitios de 100 m<sup>2</sup>, obteniendo tres condiciones: 1) *Escasa*, que corresponde a localidades con una cobertura menor al 100%; 2) *Intermedia*, que va del 100 a 150% y 3) *Alta*, con más de 150%. En esta comunidad vegetal las coberturas de copa suelen ser mayores a 100%, ya que, las copas de las especies se traslapan y existen dos pisos de altura, el de árboles y arbustos (Graciano-Ávila, G., Alanís-Rodríguez,

E., Aguirre-Calderón, O.A., González-Tagle, M.A., Rubio-Camacho E.A. Mata Balderas, 2018; Mora *et al.*, 2013).

Para evaluar los individuos del matorral maduro, se establecieron 12 sitios de muestreo de 10 x 10 m (100 m<sup>2</sup>) en cada condición de cobertura (escasa, intermedia y alta). En cada sitio se realizó un censo de todas las especies arbóreas y arbustivas, midiendo el diámetro de copa con un flexómetro. Se consideraron todos los individuos que, a la altura de 10 centímetros a partir de la base, midieron más de 2 centímetros de diámetro ( $d_{0.10} > 2$  cm). Para evaluar la regeneración de las especies leñosas se establecieron cinco subsitios de muestreo de 1 m<sup>2</sup> en cada sitio de 100 m<sup>2</sup>, 4 en los vértices y uno en el centro del sitio. De igual forma, se realizó un censo de los individuos y se midió la cobertura (*k*) con una cinta métrica de 50 m de fibra de vidrio Truper ®. Fueron considerados todos los individuos mayores de 2 centímetros de diámetro basal ( $d_{0.10} < 2$  cm). Para la identificación de especies se utilizó el libro de Molina-Guerra *et al.* (2019).

### Análisis de la información

Se estimó la riqueza de especies (*S*) por sitio de muestreo y el Índice de entropía de Shannon-Wiener, el cual expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra; asimismo, mide el grado promedio de incertidumbre prediciendo a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una colección (Baev, P.V. y Penev, 1995; Magurran, 1988). Para estimar este índice se utilizó la siguiente ecuación (Shannon & Weiner, 1948):

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i * \ln(p_i)$$

Donde: *S* es el número de especies presentes, *ln* es logaritmo natural y *p* es la proporción de las especies;  $p_i = n_i/N$ ; donde  $n_i$  es el número de individuos de la especie *i* y *N* es el número total de individuos.

Para evaluar la diversidad verdadera se utilizó el exponencial del índice de entropía de Shannon (Jost, 2006):

$${}^1D = \exp(H') = \exp\left[-\left(\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i\right)\right]$$

Para evaluar la diversidad beta en las tres condiciones de cobertura, se generó un modelo de ordenación de 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 mediante el cálculo del porcentaje de similitud (0-100 %) en una medida de distancia (Beals, 1984). Este método es uno de los más apropiados para el análisis multivariado fitosociológico. Para el análisis se utilizó el Software BioDiversity Pro (McAleece, N., J. Lamshead, G. Patterson, 1997).

Para describir la composición y estructura de las especies en las diferentes condiciones de cobertura de copa se utilizó la estimación de los indicadores ecológicos: abundancia, dominancia y frecuencia, con ellos se calculó el índice de valor de importancia como medida de valoración (Magurran, 1988; Müller-Dombois, 1974).

Para la estimación de la abundancia relativa se empleó la siguiente ecuación matemática:

$$AR_i = \left(\frac{A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}\right) * 100$$

Donde:  $AR_i$  es la abundancia relativa de la especie *i* respecto a la abundancia total.  $A_i$  es la abundancia absoluta de la especie *i* dentro del área en estudio.

La dominancia se evaluó mediante la siguiente ecuación (Edwards, P., 1993):

$$DR_i = \left(\frac{D_i}{\sum_{i=1}^n D_i}\right) * 100$$

Donde  $DR_i$  es la dominancia relativa de la especie *i* respecto a la dominancia total. *D* es la dominancia absoluta de la especie *i* dentro del área en estudio.

La frecuencia relativa se obtuvo con la ecuación (Franco, J., J. De la Cruz, G. Cruz, R. Rocha, S. Navarrete, M. Flores, M. Kata, C. Sánchez, 1989):

$$FR_i = \left(\frac{F_i}{\sum_{i=1}^n F_i}\right) * 100$$

Donde:  $F_i$  es la frecuencia absoluta (presencia en los sitios de muestreo),  $f_i$  es el número de sitios en la que está presente la especie *i*, *N* es el número de sitios de muestreo y  $FR_i$  es la frecuencia relativa de la especie *i* respecto a la frecuencia total.

El índice de valor de importancia (*IVI*) se define a

través de la ecuación (Whittaker, 1972;Moreno, 2001).

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

El índice de valor de importancia es dividido entre tres para obtener los valores porcentuales en una escala de 0 a 100.

Se revisó la normalidad de datos mediante la prueba Shapiro-Wilk. Los datos con distribución normal fueron analizados mediante un análisis de varianza ANOVA ( $p \geq 0,05$ ) (abundancia de individuos, riqueza de especies e índice de Shannon). Los datos que no presentaron distribución normal (abundancia) se analizaron mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (Ott, 1993). Para las variables que presentaron diferencias se realizó la comparación por pares utilizando el enfoque Dunn-Bonferroni (Zar, 1999). Los procedimientos estadísticos se efectuaron mediante el uso del paquete estadístico SPSS® (Statistical Package for Social Sciences, versión 25.0 para Windows, SPSS Inc., Chicago, IL).

### Resultados

Considerando los tres tipos de condición de cobertura de copa, la regeneración registró 22 especies distribuidas en 12 familias, donde la familia Fabaceae obtuvo la mayor presencia, con 9 especies.

La densidad promedio inferida a 100 m<sup>2</sup> fue de 423.33 ± 134.25 para la condición escasa, 331.66 ± 74.56 para la condición intermedia y 398.33 ± 232.9 para la condición alta de cobertura de copa. No se presentaron diferencias estadísticamente significativas en la densidad bajo las tres condiciones de copa (GL 2, F = 1.038,  $p = 0.365$ ). En la Cuadro 1 se muestran las especies que presentaron diferencias en la densidad promedio por sitio de 100 m<sup>2</sup>. *Vachellia rigidula*, *Bernardia myricifolia* y *Eysenhardtia texana* presentaron ma-

yor abundancia en la condición de cobertura escasa, mientras que *Croton incanus* en la condición de copa intermedia.

Los resultados del IVI por especie mostraron que para la cobertura escasa las especies *Bernardia myricifolia*, *Vachellia rigidula* y *Karwinskia humboldtiana* concentran el 52.72 %, para cobertura intermedia *Croton incanus*, *K. humboldtiana* y *Sideroxylon celastrinum* acumulan el 56.95 %. Para la cobertura de condición alta las especies *Helietta parvifolia*, *C. incanus*, *Cordia boissieri* y *Celtis pallida* tienen el 51.16 % de IVI. Considerando las tres condiciones de cobertura, *Croton incanus* es la especie de mayor importancia ecológica con un valor porcentual de 20.21 % de IVI.

Los resultados indican que las Fabaceas *Vachellia rigidula* y *Eysenhardtia texana* y la Euphorbiaceae *Bernardia myricifolia* tienen preferencia en la comunidad vegetal con cobertura escasa (menos del 100%). Se observa que existe una diferencia en la distribución de algunas especies causada por la intensidad de luz que entra a través del dosel. En contraste la Achatocarpaceae *Phaulothamnus spinescens* mostró ser una especie adaptada al crecimiento, bajo coberturas de copa densas y baja intensidad de luz, y la Euphorbiaceae *Croton incanus* mostró estar mejor adaptada para las condiciones de cobertura de copa mayores al 100% (condición intermedia y alta).

Los valores promedio de la riqueza de especies por sitio de muestreo en la condición de cobertura escasa, intermedia y alta fue de 6.08 ± 1.67, 5.58 ± 1.67 y 5.5 ± 2.31, los cuales no mostraron diferencias significativas (gl = 2, F = 0.326,  $p = 0.723$ ).

El promedio del índice de Shannon fue de 1.48 ± 0.31 para la condición escasa, 1.40 ± 0.33 para la intermedia y 1.44 ± 0.25 para la condición alta. De acuerdo con el ANOVA no presentaron una diferencia estadística significativa entre

Cuadro 1. Densidad de individuos promedio de regeneración por sitio de 100 m<sup>2</sup>. Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \geq 0,05$ ). Donde “de” es desviación estándar.

| Especies                        | Escasa |          | Intermedia |        | Alta    |       |       |          |    |
|---------------------------------|--------|----------|------------|--------|---------|-------|-------|----------|----|
|                                 | Media  | de       | a          | Media  | de      | Media | de    |          |    |
| <i>Croton incanus</i>           | 28.33  | ± 57.5   | a          | 143.33 | ± 79.92 | b     | 95    | ± 125.66 | ab |
| <i>Phaulothamnus spinescens</i> | 0      | ± 0      | a          | 3.33   | ± 7.78  | a     | 30    | ± 73.61  | b  |
| <i>Vachellia rigidula</i>       | 63.33  | ± 48.87  | a          | 20     | ± 35.16 | b     | 28.33 | ± 43.03  | ab |
| <i>Bernardia myricifolia</i>    | 143.33 | ± 126.44 | a          | 16.67  | ± 26.74 | b     | 8.33  | ± 15.86  | b  |
| <i>Eysenhardtia texana</i>      | 31.67  | ± 67.93  | a          | 1.67   | ± 5.77  | b     | 0     | ± 0      | b  |



Cuadro 2. Densidad e IVI de las especies de regeneración en tres condiciones de cobertura.

| Especies                        | Escasa (< 100%)    |           | Intermedia (100 A 150%) |       | Alta (> 150%)      |       |
|---------------------------------|--------------------|-----------|-------------------------|-------|--------------------|-------|
|                                 | N ha <sup>-1</sup> | IVI       | N ha <sup>-1</sup>      | IVI   | N ha <sup>-1</sup> | IVI   |
| <i>Bernardia myricifolia</i>    | 14333              | 21.0<br>0 | 1666                    | 3.98  | 833                | 3.46  |
| <i>Celtis pallida</i>           | 1333               | 3.70      | 2833                    | 9.01  | 3666               | 8.83  |
| <i>Chamaecrista greggii</i>     | 1166               | 3.14      | 0                       | 0     | 0                  | 0     |
| <i>Cordia boissieri</i>         | 4000               | 7.17      | 1333                    | 4.59  | 7833               | 11.5  |
| <i>Croton incanus</i>           | 2833               | 6.81      | 14333                   | 38.45 | 9500               | 15.4  |
| <i>Diospyros texana</i>         | 500                | 2.99      | 1166                    | 3.34  | 500                | 2.84  |
| <i>Eysenhardtia texana</i>      | 3166               | 6.77      | 166                     | 0.71  | 0                  | 0     |
| <i>Havardia pallens</i>         | 666                | 1.79      | 0                       | 0     | 333                | 1.33  |
| <i>Helietta parvifolia</i>      | 666                | 2.67      | 500                     | 1.60  | 3833               | 15.50 |
| <i>Karwinskia humboldtiana</i>  | 4666               | 12.1      | 3500                    | 9.36  | 2500               | 8.60  |
| <i>Opuntia engelmannii</i>      | 166                | 0.61      | 333                     | 1.38  | 166                | 0.65  |
| <i>Parkinsonia texana</i>       | 0                  | 0         | 166                     | 1.51  | 0                  | 0     |
| <i>Phaulothamnus spinescens</i> | 0                  | 0         | 333                     | 1.50  | 3000               | 8.04  |
| <i>Prosopis laevigata</i>       | 0                  | 0         | 1166                    | 2.82  | 666                | 2.24  |
| <i>Randia obcordata</i>         | 0                  | 0         | 0                       | 0     | 1500               | 2.40  |
| <i>Salvia ballotiflora</i>      | 833                | 2.21      | 166                     | 0.68  | 166                | 0.84  |
| <i>Senegalia berlandieri</i>    | 333                | 1.42      | 0                       | 0     | 0                  | 0     |
| <i>Sideroxylon celastrinum</i>  | 0                  | 0         | 1833                    | 9.15  | 1333               | 7.89  |
| <i>Vachellia greggii</i>        | 666                | 2.43      | 1166                    | 4.71  | 333                | 1.20  |
| <i>Vachellia farnesiana</i>     | 500                | 1.84      | 166                     | 0.75  | 500                | 0.94  |
| <i>Vachellia rigidula</i>       | 6333               | 19.6      | 2000                    | 5.52  | 2833               | 7.04  |
| <i>Zanthoxylum fagara</i>       | 166                | 3.72      | 333                     | 0.96  | 333                | 1.36  |
| Total                           | 42333.33           | 100       | 33166                   | 100   | 39833              | 100   |

donde: N ha<sup>-1</sup> (número de árboles por hectárea), IVI (Índice de Valor de Importancia ecológica).

condiciones de cobertura de copa ( $g1 = 2$ ,  $F = 0.207$ ,  $p = 0.814$ ).

El índice de diversidad verdadera de Shannon registró valores  $4.58 \pm 1.47$  para cobertura escasa,  $4.24 \pm 1.34$  cobertura intermedia y  $4.34 \pm 1.09$  cobertura alta, sin mostrar diferencias entre estas ( $p=0.809$ ).

El modelo de ordenación Bray-Curtis (Figura 2) mostró que el primer grupo lo conforman la comunidad vegetal con cobertura intermedia y cobertura alta con un 64.38% de similitud, y este grupo presenta una similitud del 41.78% con la comunidad vegetal con cobertura escasa.

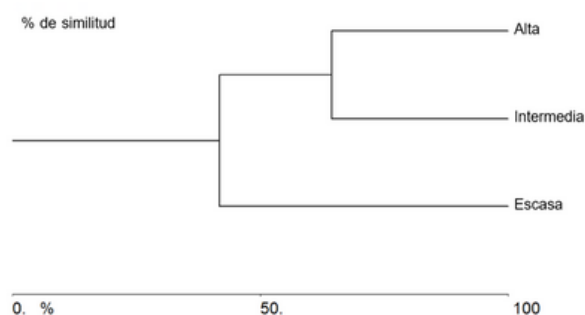


Figura 2. Modelo de ordenación Bray-Curtis de las áreas evaluadas de regeneración.

## Discusión

En el área de estudio la familia con mayor número de especies fue Fabaceae, concordando con diversos estudios donde determinan a esta familia como la más representativa del MET (González, H., R. Ramírez, I. Cantú, 2010; Mora *et al.*, 2013; Patiño, A. M., Alanís, E., Molina, V. M., González, H., Jurado, E. y Aguirre, 2019; Ramírez-Lozano, R., T.G. Domínguez-Gómez, H. González-Rodríguez, I. Cantú-Silva, M.V. Gómez Meza, 2013). Las especies de la familia Fabaceae presentan mayor tolerancia a las condiciones adversas como la sequía edáfica, así como baja disponibilidad de nitrógeno (Pequeño-Ledezma *et al.*, 2012; Ramírez-Lozano, R., T.G. Domínguez-Gómez, H. González-Rodríguez, I. Cantú-Silva, M.V. Gómez Meza, 2013) por ello presentan alta supervivencia en las primeras etapas de la sucesión ecológica.

La riqueza específica, para el área en general es similar a la registrada por (Mora *et al.*, 2013), quienes reportan 21 especies en una comunidad vegetal del MET; mientras que Alanís *et al.*, 2013, registraron 30 especies, analizando la vegetación secundaria con diversas condiciones de historial de uso en el MET. La riqueza específica en promedio de la regeneración por sitio de muestreo en condición de cobertura osciló entre 5.5 a 6.08. La alta riqueza específica en la cobertura escasa indica un buen banco de semillas disponible en el suelo, dado que terrenos con diferentes grados de perturbación llegan a tener bancos de semillas persistentes (Bedoya P., J. G., 2010).

Considerando las tres condiciones de cobertura, las especies con mayor índice de valor de importancia fueron *Croton incanus*, *Vachellia rigidula*, *C. boissieri*, *H. parvifolia*, *Karwinskia humboldtiana* *Bernardia myricifolia* y *Celtis pallida*. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Pequeño-Ledezma *et al.*, 2017, quienes registraron a *H. pallens* como una de las principales especies con mayor IVI para matorral de estrato alto, y para matorral estrato bajo a *C. boissieri*. La presencia de especies como *V. rigidula*, *C. boissieri* y *K. humboldtiana*, indican un buen paso hacia la recuperación del ecosistema, ya que son especies características y de importancia estructural en el MET (García-Hernández, 2008; Mora *et al.*, 2013).

La especie *Bernardia myricifolia* presentó mayor densidad en áreas con cobertura escasa, esta especie es característica en planicies bajas y laderas de montaña en Nuevo León (Correll, 1970). Canizales-Velázquez *et al.* (2009); así como Ramírez-Lozano *et al.*, (2013), en sus estudios en comunidades de MET y de matorral submontano, la reportan como una de las especies con mayor importancia de los estratos bajos. En el área de cobertura intermedia *Croton incanus* presenta los valores más altos de densidad, en contraste a lo reportado por Ramírez-Lozano *et al.*, (2013) quienes la reportan como una de las especies con menor densidad en época húmeda en el MET, y en la cobertura alta *H. parvifolia* presenta el IVI más alto.

Para el índice de diversidad de Shannon, Marroquín *et al.*, (2016) registraron un valor de 1.49 para un matorral regenerado después de actividad minera, valores similares a los obtenidos en este estudio que fueron de 1.48, 1.40 y 1.44 para las coberturas escasa, intermedia y alta respectivamente; en contraste con Jiménez *et al.*, 2012, quienes determinaron 2.24 y 2.22 para matorrales con historial de uso agrícola y con sistemas de pastoreo. Los valores obtenidos son considerados bajos, sin embargo, se debe considerar que se está hablando de especies de regeneración que crecen bajo el dosel.

La similitud de la composición de especies entre las diferentes condiciones de cobertura registrada en el estudio es superior a la registrada por Alanís Rodríguez *et al.* (2013) quienes evaluaron áreas con diferente historial de uso y la similitud fue de del 28.6 y 60.6 %. Esto podría deberse a que las tres condiciones de la presente investigación no tienen un historial de uso de actividades agrícolas y pecuarias, donde los terrenos son totalmente desmontados modificando su dinámica de regeneración.

## Conclusiones

De acuerdo a los resultados se rechaza la hipótesis planteada, ya que los valores de densidad, riqueza específica e índice de Shannon de la regeneración natural no mostraron diferencias estadísticamente significativas de acuerdo al porcentaje de cobertura de copa del estrato alto (matorral maduro), sin embargo,

la composición florística de la regeneración mostró que existe disimilitud entre las condiciones de coberturas analizadas.

Debido al intenso cambio de uso de suelo que se ha presentado en el MET y a los programas de restauración con plantación de especies de leñosas, se considera importante generar estudios más específicos sobre las preferencias ecológicas de cada especie, y determinar el gremio al que pertenecen (heliófitas o esciófitas) ya que en el MET no se han documentado.

## Literatura citada

- Aguirre-Salado, Carlos A., Valdez-Lazalde, José R., Ángeles-Pérez, Gregorio, de los Santos-Posadas, Héctor M., & Aguirre-Salado, A. I. (2011). Mapeo del índice de área foliar y cobertura arbórea mediante fotografía hemisférica y datos SPOT 5 HRG: regresión y k-nn. *Agrociencia*, 45(1), 105–119.
- Alanís, E., Jiménez, P., Canizales, P., González, H. y Mora, A. (2015). Estado actual del conocimiento de la estructura arbórea y arbustiva del matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 2(7), 69–80.
- Alanís Rodríguez, E., Jiménez Pérez, J., González Tagle, M. G., Yerena Yamallel, J. Y., Cuellar Rodríguez, G., & Mora-Olivo, A. (2013). Análisis de la vegetación secundaria del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Phyton*, 82(December), 185–191.
- Baev, P.V. y Penev, L. D. . (1995). BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. (5.1.; p. 57). Pensoft, Sofia-Moscow.
- Beals, E. W. (1984). Bray-Curtis ordination: An effective strategy for analysis of multivariate ecological data. *Advances in Ecological Research*, 14, 1–56.
- Bedoya P., J. G., E. J. V. y C. G. J. (2010). Banco de semillas del suelo y su papel en la recuperación de los bosques tropicales. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural.*, 14(2), 77–91.
- Canizales-Velázquez, P. A., Alanís-Rodríguez, E., Aranda-Ramos, R., Mata-Balderas, J. M., Jiménez-Pérez, J., Alanís-Flores, G., Uvalle-Sauceda, J. I., & Ruiz-Bautista, M. G. (2009). Caracterización estructural del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental, Nuevo León, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 15(2), 115–120.
- Correll, D. S. y M. C. J. (1970). *Manual of the vascular plants of Texas*. (Texas Research Foundation, Renner (ed.)).
- Edwards, P., R. M. y N. W. (1993). *Large-scale ecology and conservation biology*.
- Foroughbakhch, R., Hernández, P.J., Alvarado, V.M., et al. (2009). Leaf biomass determination on woody shrub species in semiarid zones. *Agroforestry Systems.*, 77, 181–192.
- Franco, J., J. De la Cruz, G. Cruz, R. Rocha, S. Navarrete, M. Flores, M. Kata, C. Sánchez, A. A. y S. B. (1989). *Manual de ecología* (Trillas (ed.)).
- García-Hernández, y E. J. (2008). Caracterización del matorral con condiciones prístinas en Linares, NL, México. *Ra Ximhai*, 4(1), 1–21.
- González, H., R. Ramírez, I. Cantú, M. G. y J. I. U. (2010). Composición y Estructura de la vegetación en tres sitios del estado de Nuevo León, México. *Polibotánica*, 29, 91–106.
- Graciano-Ávila, G., Alanís-Rodríguez, E., Aguirre-Calderón, O.A., González-Tagle, M.A., Rubio-Camacho E.A. Mata Balderas, J. M. (2018). Caracterización y estructura florística de un grupo funcional vegetal del matorral espinoso tamaulipeco. *Gayana Botánica*, 75(1), 512–523.
- INEGI. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*.
- Jiménez, J., Alanís, E., Ruiz, J.L., González, M.A., Yerena, J.I., y Alanís, G. J. (. (2012). Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola en el NE de México. *Ciencia UANL*, 15(2), 66–71.
- Jiménez J., E. Alanís, O.A. Aguirre, M. P. y M. A. G. (2009). Análisis sobre el efecto del uso del suelo en la diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco. *Madera y Bosques*, 15, 5–20.
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113, 363–375.
- Magurran, A. (1988). *Ecological Diversity and its Measurement*.
- Marroquín, J. J., Alanís, E., Jiménez, J., Aguirre, O., Mata, J. y Collantes, A. (2016). Composición florística y diversidad de un área restaurada post-minería en el matorral espinoso tamaulipeco. *Polibotánica*, 42, 1–17.
- McAlece, N., J. Lambshead, G. Patterson, and J. G. (1997). *BioDiversity Pro* (No. 2). The

- Natural History Museum, London and The Scottish Association of Marine Science, Oban, Scotland.
- Miranda, J.D., F. M. P. y F. I. P. (2003). Sucesión y restauración en ambientes semiáridos. *Asociación Española de Ecología terrestre. Ecosistemas*, 13, 55–58.
- Molina-Guerra, V. M., Mora-Olivo, A., Alanís-Rodríguez, E., Soto-Mata, B., Patiño-Flores, A. M. (2019). Plantas características del matorral espinoso tamaulipeco en México. (Editorial Universitaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León. (ed.)).
- Mora, C., Rodríguez, E., Pérez, J., González, M., Yerena, J., & Cuellar, L. (2013). Estructura, composición florística y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Ecología Aplicada*, 12(1), 29–34.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Editado Por Cooperación Iberoamericana, CYT ED), Unesco (Orcyt) y SEA. vol. 1. Pachuca, Hidalgo, México, 83 pp.
- Müeller-Dombois, D. y H. E. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology* (John Wiley and Sons (ed.)).
- Ott, L. (1993). *An introduction to statistical methods and data analysis* (Duxbury Press (ed.); 2nd ed.).
- Patiño, A. M., Alanís, E., Molina, V. M., González, H., Jurado, E. y Aguirre, O. A. (2019). Almacenamiento de carbono en la Reserva Ecológica de Ternium, Pesquería. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10(54), 39–57.
- Pequeño-Ledezma, Miguel Angel, Alanís-Rodríguez, Eduardo, Jiménez-Pérez, Javier, Aguirre-Calderón, Oscar Alberto, González-Tagle, Marco Aurelio, & Molina-Guerra, V. M. (. (2017). Análisis estructural de dos áreas del matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. *Madera y Bosques*, 23(1), 121–132.
- Pequeño-Ledezma, M. Á., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., González-Tagle, M. A., Yerena-Yamallel, J. I., Cuellar-Rodríguez, G., & Mora-Olivo, A. (2012). Análisis de la restauración pasiva post-pecuaria en el matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. *CienciaUAT*, 7(1), 48.
- <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v7i1.39>
- Ramírez-Lozano, R., T.G. Domínguez-Gómez, H. González-Rodríguez, I. Cantú-Silva, M.V. Gómez Meza, J. I. S.-R. y E. J. (2013). Composición y diversidad de la vegetación en cuatro sitios del noreste de México. *Madera y Bosques*, 19(2), 59–72.
- Whittaker, R. H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21: 213-251.
- Zar, J. (1999). *Biostatistical Analysis* (N. Prentice Hall, Upper Saddle River (ed.)).



**Anexo**

Cuadro 3. Listado florístico del área de estudio.

| Familia         | Nombre científico                                       | Nombre común    | Forma de vida |
|-----------------|---|-----------------|---------------|
| Achatocarpaceae | <i>Phaulothamnus spinescens</i> A. Gray                 | Panalero blanco | Arbustiva     |
| Asparagaceae    | <i>Yucca filifera</i> Chabaud                           | Palma china     | Arbórea       |
| Boraginaceae    | <i>Cordia boissieri</i> A. DC.                          | Anacahuita      | Arbórea       |
| Cactaceae       | <i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck ex Engelm.         | Nopal           | Arbustiva     |
| Cannabaceae     | <i>Celtis pallida</i> Torr.                             | Granjeno        | Arbórea       |
| Celastraceae    | <i>Schaefferia cuneifolia</i> A. Gray                   | Capul           | Arbustiva     |
|                 | <i>Diospyros palmeri</i> Eastw.                         | Chapote manzano | Arbórea       |
| Ebenaceae       | <i>Diospyros texana</i> Scheele                         | Chapote prieto  | Arbórea       |
|                 | <i>Bernardia myricifolia</i> (Scheele) S. Watson        | Oreja de ratón  | Arbustiva     |
| Euphorbiaceae   | <i>Croton incanus</i> Kunth                             | Salvia          | Arbustiva     |
| Juglandaceae    | <i>Juglans regia</i> L.                                 | Nogal           | Arbórea       |
| Lamiaceae       | <i>Salvia ballotiflora</i> Benth.                       | Santa Isabel    | Arbustiva     |
|                 | <i>Vachellia greggii</i> A.Gray                         | Uña de gato     | Arbustiva     |
|                 | <i>Caesalpinia mexicana</i> A.Gray                      | Árbol del potro | Arbórea       |
|                 | <i>Chamaecrista greggii</i> (A. Gray) A.Heller          | Engorda cabras  | Arbustiva     |
|                 | <i>Ebenopsis ebano</i> (Berland.) Barneby & J.W. Grimes | Ébano           | Arbórea       |
|                 | <i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.          | Vara dulce      | Arbustiva     |
|                 | <i>Eysenhardtia texana</i> Scheele                      | Vara dulce      | Arbustiva     |
| Fabaceae        | <i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose         | Tenaza          | Arbustiva     |
|                 | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit              | Leucaena        | Arbórea       |
|                 | <i>Parkinsonia texana</i> (A.Gray) S.Watson             | Palo verde      | Arbórea       |
|                 | <i>Prosopis laevigata</i> (Willd.) M.C.Johnst.          | Mezquite        | Arbórea       |
|                 | <i>Senegalia berlandieri</i> (Benth.) Britton & Rose    | Huajillo        | Arbustiva     |
|                 | <i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight & Arn.           | Huizache        | Arbustiva     |