

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Comparación Estructural de Dos Tipos de Matorrales Xerófilos de la Región
Semiárida del Noreste de China, Nuevo León, México

Por:

FELIPE DE JESÚS RÍOS CHÁVEZ

TESIS

Presentar como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre 2020

Este trabajo de investigación descriptiva ha sido apoyado por el proyecto de investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con clave 3811-425103001-2268 denominado "Modelos Biométricos para determinar el rendimiento de los productos forestales no maderables en el norte de Mexico"

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FORESTAL

Comparación Estructural de Dos Tipos de Matorrales Xerófilos de la Región
Semiárida del Noreste de China, Nuevo León, México

Por:

FELIPE DE JESÚS RÍOS CHÁVEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

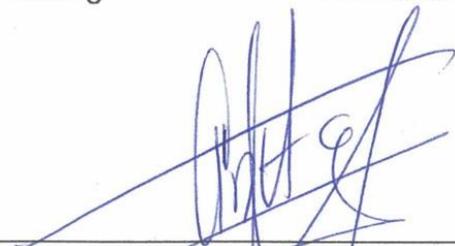
Aprobada por el Comité de Asesoría:


Mc. Héctor Darío González López
Asesor Principal Interno


Dr. Víctor Abraham Vargas Vázquez
Asesor Principal Externo


Ing. Sergio Braham Sabag
Coasesor


Dr. Eduardo Alberto Lara Reimers
Coasesor


Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Noviembre, 2020

AGRADECIMIENTOS

Gracias a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) por haberme permitido formarme dentro de sus instalaciones y ser mi casa y que el día de hoy se verá reflejado en la culminación de mi Licenciatura.

Gracias a José Antonio Sánchez Balderas y Diana Elvira Herrera González, representantes de la empresa ENVIROSOL SA de CV, por su apoyo al presente proyecto de tesis, por su apoyo al uso de sus vehículos para realizar los muestreos de campo.

Gracias al Doctor Víctor Abraham Vargas por la información proporcionada, asesoría y su apoyo para la realización de este proyecto gracias.

Gracias al Mc. Héctor Darío González López al Ingeniero Sergio Braham Sabag y al Dr. Eduardo Alberto Lara Reimers Por su apoyo y asesoría gracias.

Al igual quiero agradecer a Luis Ángel Álvarez Vázquez, Abraham Pérez por el apoyo en la colecta de datos y muestras.

A Dios y señor del perdón por cada detalle y momento durante la realización de mi carrera, gracias a ellos por ser la base moral, por cada día en el que me permitió despertar no solo con vida, sino que también continuar con salud, fuerzas y empeño.

Gracias a mis padres por ser los principales participes en la realización de mis sueños, por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre; por la confianza, cariño y amor, gracias a mi padre por siempre desear y anhelar siempre lo

mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres Celso Rios Núñez y Ma. Concepción Chavez Vargas, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos Juan Antonio Rios Chavez, José Matin Rios Chavez, Luis Alberto Rios Chavez y Celso Rios Chavez por su apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. De una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

A mis abuelos Aristeo Rios Zamarripa, Ana María Núñez Zavala, Blas Chavez y Guadalupe Vargas. Al apoyo presentado por mis abuelos paternos y maternos, porque en todo momento estuvieron atentos, a todas mis necesidades les doy las gracias, sin su apoyo todo esto sería diferente, estoy muy agradecida de todo corazón.

A mis tíos y tías, les doy las gracias por todo el apoyo que han brindado y agradezco a dios por tener a unos familiares como ellos.

A mis amigos les doy las gracias por todo el apoyo que han brindado y agradezco a dios por ponerme en mi camino una amistad tan pura, verdadera y productiva para mi vida.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN.....	11
ABSTRACT	12
I. NTRODUCCIÓN.....	13
1.1. OBJETIVOS	16
1.2. HIPÓTESIS	17
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	18
2.1. Comunidades vegetales de Tamaulipas.....	18
2.2. Matorrales xerófilos	18
2.3. Matorral espinoso Tamaulipeco (MET).....	20
2.4. Estado de conservación actual del MET	21
2.5. Errores históricos de la clasificación y cobertura del MET.....	21
2.6. Importancia de diversidad de especies.....	22
2.7. Índices de diversidad y estructura.....	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
3.1. Descripción del área de estudio	33
3.2. Muestreo.....	34
3.3. Análisis de datos.....	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1. Riqueza de especies	39
4.2. Índices de estructura	41
4.2.1. Estructura horizontal.....	41
4.2.2. Estructura vertical	41
4.2.3. Índices de dominancia.....	42
4.2.4. Abundancia relativa	43
4.3. Índice de equidad.....	43
4.4. Índices de similitud para la diversidad	44
IV. CONCLUSION	46
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	47

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Aspectos físicos y ecológicos de las áreas de estudio en China Nuevo León. .	35
Cuadro 2. Índices de riqueza de especies de las dos comunidades en el Noreste de China, Nuevo León.	40
Cuadro 3. Esfuerzo de muestreo de las dos áreas de vegetación en el Noreste de China, Nuevo León.	41
Cuadro 4. Índice de valor de importancia	41
Cuadro 5. Índice y estratos de estructura vertical en dos áreas de estudio en el Noreste de China, Nuevo León.	42
Cuadro 6. Índices de dominancia en dos áreas de estudio en el Noreste de China, Nuevo León.	43
Cuadro 7. Índices de equidad en dos áreas de estudio en el Noreste de China, Nuevo León.	44
Cuadro 8. Resultados del PERMANOVA de composición comunitaria de las dos áreas de estudio en el Noreste de China, Nuevo León.	45
Cuadro 9. Resultados del PERMANOVA de estructura comunitaria de las dos áreas de estudio en el Noreste de China, Nuevo León.	45
Cuadro 10. Índices de diversidad de las dos áreas de estudio en el Noreste de China, Nuevo León.	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación.....	34
Figura 2. Ecuación de Clench Para las curvas de acumulación de especies de las dos comunidades en el Noreste de China, Nuevo León	40

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la región semiárida del noreste de China Nuevo León, México. El principal objetivo del estudio presente es delimitar la estructura de dos tipos de matorrales xerófilos. El análisis se realizó determinado la composición de las dos comunidades muestreadas así como la densidad de cada una y determinar la los índices de diversidad alfa, estructuras verticales y horizontales en cada comunidad muestreada del área. La representatividad del muestreo se realizó mediante curvas de acumulación de especies utilizando la función de Clench para estimar el número de especies esperadas en base al esfuerzo de muestreo, Las estructura horizontal se determinó mediante el índice de valor de importancia (IVI), la estructura vertical se analizó través del índice de Pretzsch. La diversidad de especies estructura y composición fueron comparadas, la diversidad entre sitios a partir de la diversidad alfa considerando la dominancia utilizando los índices de Simpson y Berger Parker, la estructura a partir de la abundancia absoluta de cada especie utilizando el índice de Bray-Curtis y la composición a través de la matriz presencia y ausencia en cada cuadrante, la equitatividad (índice de Shannon) y diversidad efectiva (números de Hill) para cada cuadrante. Al igual que en los casos anteriores, la comparación se realizó mediante una prueba de PERMANOVA, por lo que el análisis de PERMANOVA mostro una baja similaridad ($P=0.0001$) entre las áreas muestreadas tanto en la diversidad, estructura y composición.

ABSTRACT

This study was conducted in the semi-arid region of northeast China Nuevo Leon, México. The main objective of the present study is to delimit the structure of two types of xerophilic scrubs. The analysis was carried out to determine the composition of the two sampled communities as well as the density of each one and to determine the indexes of alpha diversity, vertical and horizontal structures in each sampled community of the area. The representativeness of the sampling was done through species accumulation curves using the Clench function to estimate the number of species expected based on the sampling effort, the horizontal structures were determined by the importance value index (IVI), the vertical structure was analyzed through the Pretzsch index. Species diversity structure and composition were compared, diversity between sites from alpha diversity considering dominance using the Simpson and Berger Parker indices, structure from absolute abundance of each species using the Bray-Curtis index and composition through the matrix presence and absence in each quadrant, equitability (Shannon index) and effective diversity (Hill numbers) for each quadrant. As in the previous cases, the comparison was made using a PERMANOVA test, so the PERMANOVA analysis showed a low similarity ($P=0.0001$) between the areas sampled in both diversity, structure and composition.

I. INTRODUCCIÓN

El matorral espinoso Tamaulipeco (MET) es una comunidad vegetal que se caracteriza por presentar tres estratos definidos, siendo dominante un estrato arbóreo de 2.5 a 5.0 m de altura y un estrato co-dominante arbustivo de 1.0-2.5 m de altura (González, 2012; Pequeño-Ledezma *et al*, 2017). La diversidad del MET se ha estimado entre 40 y 60 especies leñosas, espinescentes en al menos el 75% de los individuos, los cuales pertenecen en su mayoría a la familia Fabaceae (Pequeño-Ledezma *et al*, 2017). Los elementos que conforman esta comunidad en su mayoría son endémicos del noreste de México (*Acacia rigidula*, *Acacia berlandieri*, *Parkinsonia aculeata*, *Ebenopsis ebano*, *Prosopis glandulosa*) (González, 2012). Además de estos, algunas especies pertenecen tanto a grupos de distribución neártica (*Prosopis glandulosa*, *Forestiera angustifolia*, *Karwinskia humboldtiana*), como neotropical (*Zanthoxylum fagara*) (González, 2012). El MET se distribuye exclusivamente en el noreste de México y sur de Estados Unidos de América, en los límites entre los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas con Texas (González, 2012). La distribución elevacional de esta comunidad va de los 0 a los 300 msnm, en planicies y pequeños lomeríos, por lo cual concentra la mayor pérdida de cobertura a nivel regional (Rzedowski, 2006). Esta pérdida de cobertura ha motivado a estimar la superficie que ocupa el MET, siendo esta de 200,000 km² (INEGI, 2016). Sin embargo esta estimación basada en datos de INEGI pudiera presentar errores. (Mora *et al.*, 2013).

La exactitud de la cartografía de INEGI ha sido evaluada por diversos autores, principalmente los mapas de tipos de vegetación y usos de suelo (TVUS) (Mas *et al.*, 2003). Las series digitales I, II y III han presentado errores de clasificación de la

vegetación, debido a que fueron determinados mediante fotointerpretación (Velásquez et al., 2002). Un ejemplo de los errores de clasificación en las primeras series de TVUS es la ciudad de Abasolo, Tamaulipas, la cual aparece como vegetación nativa en dicha cartografía (estimado a través de INEGI, 2002). Las imágenes satelitales tienen un error de hasta el 28% en la interpretación de la vegetación (Velásquez et al., 2002). Los errores geométricos y temáticos han provocado un error de hasta del 10% en las cantidades de superficies de las diferentes vegetaciones (Mas y Fernández, 2003). Además, las diversas series de TVUS presentan diferencias en las categorías de vegetación, imposibilitando la comparación entre mapas (Mas y Fernández, 2003). Así mismo, las descripciones y delimitaciones del MET se han desvirtuar con respecto a la clasificación original, llevando a que investigadores lleguen a registrar al MET erróneamente fuera de su zona de distribución. De esta manera, los estudios comparativos de las comunidades vegetales son necesarios dentro de la región, los cuales pudieran apoyar en la estimación y cuantificación de los relictos restantes de MET, favoreciendo de esta manera el diseño de planes de conservación.

Las similitudes y diferencias tanto dentro del MET en diferentes localidades, como entre otros matorrales xerófilos del norte de México han sido escasamente abordadas en anteriores estudios (Jimenes-Perez *et al.*, 2009). La similitud de la composición específica del MET en el municipio de Pesquería, Nuevo León ha sido calculada en un 19% en áreas como el matorral de porte bajo y matorral de porte alto (Pequeño-Ledezma *et al.*, 2017). En los Ramones, Linares y China muestran una baja similitud entre la vegetación del MET (Domínguez *et al.*, 2013). La baja similitud entre los diferentes matorrales es debido a los pocos grupos de especies comparten áreas

similares y a la poca posibilidad de sobrevivir a la competencia en lugares desfavorables (Espinoza y Navar, 2005).

El presente estudio comparara dos comunidades de matorral xerófilo similares dentro de una localidad ubicada en el municipio de China, Nuevo León, en el noreste de México. Dicha comparación considerara tanto la riqueza específica (registrada y estimada INEGI, 2002), la composición de especies (identidad taxonómica y riqueza proporcional), la diversidad de especies (alfa y beta) y la estructura comunitaria (índice de valor de importancia y estructura vertical de Pretzsch). El objetivo es determinar si las comunidades vegetales nativas de dicha localidad se restringen únicamente a matorral espinoso tamaulipeco como lo marca la cartografía especializada de INEGI o existen otras comunidades equívocamente clasificados. Los resultados del presente estudio abren las puertas para realizar posteriores estudios referentes a la vegetación de la región fronteriza de Tamaulipas y Nuevo León, los cuales se encuentran escasamente abordados a pesar de que en estos matorrales se concentran las mayores pérdidas de cobertura a nivel regional.

1.1. OBJETIVOS

Objetivo general

Delimitar la estructura de dos tipos de matorrales xerófilos de la región semiárida del noreste de China, Nuevo León, México

Objetivos específicos

Determinar la composición de especies de las dos comunidades muestreadas en la región semiárida del noreste de China, Nuevo León, así como la densidad de cada una.

Determinar mediante índices la diversidad alfa en cada comunidad muestreada en la región semiárida del noreste de China, Nuevo León.

Estimar las estructuras verticales y horizontales de ambas comunidades muestreadas en la región semiárida del noreste de China, Nuevo León.

Comparar estadísticamente las métricas comunitarias, la diversidad y la estructura de las dos poblaciones estadísticas en la región semiárida del noreste de China, Nuevo León.

1.2. HIPÓTESIS

Si la composición de especies, así como la distribución de las densidades de individuos para cada una y la estructura determinan la clasificación de una comunidad vegetal, siendo las características del matorral espinoso tamaulipeco (MET) muy específica, entonces se espera que los matorrales muestreados pertenezcan a dos comunidades diferentes, siendo solo una de las comunidades acorde con la descripción del MET.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Comunidades vegetales de Tamaulipas

Matorral espinoso tamaulipeco

En las comunidades vegetales de Tamaulipas está conformado por bosque, selvas Matorral, pastizal y vegetación hidrófila, el matorral se encuentra principalmente en las zonas desérticas, en la costa las selvas bajas y más cercanas al mar se encuentran la vegetación de los manglares (INEGI, 2017).

Se encuentran alrededor de 11 tipos de vegetación en el estado de Tamaulipas de las cuales cada uno tiene diferentes regiones que lo hace más rico en diversidad, contiene varias de las formaciones vegetales descritos por Rzedowski (1981). En la vegetación se encuentra zonas áridas cubiertas de matorral espinoso, zonas húmedas y calientes cubiertas con vegetación tropical, zonas sulvapinas con vegetación de alta latitud y zonas cubiertas de vegetación arbórea. De acuerdo al trabajo de Miranda y Hernández (1963). Existen 32 tipos de vegetación, pero no cuentan con cartografía en la cual están plasmados los tipos de vegetación (Barrientos *et al.*, 2005).

2.2. Matorrales xerófilos

La cubierta vegetal de las regiones de clima árido y semiárido de México es tan variada, desde el punto de vista fisonómico, el matorral xerófilo es comparable con la categoría de desierto, pero tiene una mayor cobertura en vegetación ya que abarca desde chaparral, mezquital y matorral árido, el matorral xerófilo ocupa el 40% de la superficie del país y es la vegetación que tiene mayor diversidad de especies en

México, una de las variantes importantes del matorral xerófilo es el matorral submontano, esta comunidad abarca la mayor superficie de baja californiana y planicies de sonora, tiene una gran distribución que abarca desde chihuahua y Coahuila hasta Jalisco, Guanajuato, Hidalgo y el Estado de México además construye la planicie costera Nororiental desde Coahuila hasta el centro de Tamaulipas, se pueden observar prácticamente en todo tipo de condiciones topográficas y no hacen mayor discriminación en lo relativo al sustrato geológico, aunque estos factores, al igual que el tipo de suelo con frecuencia influye en la forma notable en la fisonomía y en la composición florística de las comunidades(Rzedowski, 2006).

Los matorrales xerófilos son variados, la familia Compositae está por lo general muy bien representada, llegando en ocasiones a construir cerca de la cuarta parte de la flora y especies de *Ambrosia*, *Artemisia*, *Encelia*, *Eupatorium*, *Flourensia*, *Gochnatia*, *Viguiera*, *Zaluzania* y *Zinnia* juegan muchas veces el papel de dominantes o codominantes. Las Leguminosae y Gamineae también son familias cuantitativamente importantes, las primeras sobre todo en climas más calurosos, mientras que las segundas son por lo general más numerosas en los más frescos (Martínez, 1947).

Los climas del matorral Xerófilo varían desde Calurosos en las planicies costeras hasta fresco en las partes altas, este tipo de matorral se distribuye desde las planicies costeras hasta los 3000 msnm y presenta una precipitación media anual de 700 mm, pero suele variar dependiendo a las zonas por ejemplo en zonas secas puede suceder que no llueva en un largo periodo. Los matorrales xerófilos presentan topografía de todo tipo, lo que hace que la composición florística de las comunidades varié, de

acuerdo a los factores que influyen como por ejemplo el tipo de suelo (PH, francamente salinos, alcalinos y yesosos) (Rzedowski, 2006).

2.3. Matorral espinoso Tamaulipeco (MET)

El matorral espinoso Tamaulipeco (MET) es una de las comunidades vegetales más característica del noreste de México, que se extiende en 125 000 km² abarcando parte del centro oriente de Coahuila, Nuevo León y el noreste de Tamaulipas, así como el sureste de Texas (Gonzales, 2012). El MET presenta en temporada de secas una vegetación con 1251 individuos de árboles y arbustos con una altura promedio de 1.8 m, con especies que pertenecen a 17 familias de ellas la mejor representada es la familia Fabaceae, los géneros con más especies son *Acacia*, *Crotón* y *Opuntia*, en temporada húmeda presenta 2457 individuos de árboles y arbustos que pertenecen a 24 familias con una altura promedio de 1.7 m de las cuales Fabaceae sigue siendo la mayor representada (Domínguez et al., 2013). De los cuales la mayoría de las especies pertenecen a la familia Fabaceae con especies de ahí le sigue Cactaceae, Rhamnaceae, Rutaceae y Euphorbiaceae (Domínguez et al, 2013). De las especies más representativas se encuentran *Acacia rigidula*, *Acacia berlandieri*, *Leucophyllum frutescens*, *Porlieria angustifoli*, *Karwinskia humboldtiana*, *Prosopis glandulosa*, *Prosopis reptans var. Cinerascens*, *Cordia boissieri*, *Schaefferia cuneifolia*, *Cercidium floridum*, *Lippia ligustrina*, *Parkinsonia aculeata*, *Castela tortuosa*, *Colubrina texensis*, *Zanthoxylum fagara* (Gonzales et al, 2012).

2.4. Estado de conservación actual del MET

Algunos ranchos han favorecido un manejo adecuado de sus agostaderos, algunas instituciones tienen interés manifiesto en diferentes aspectos de conservación y desarrollo en esta región, existe cierto interés por parte de los gobiernos estatales y municipales, pero aún son incipientes. La Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT) ha mostrado cierto interés por actividades de conservación, por otra parte El IB-UNAM ha finalizado un estudio sobre plantas en riesgo en el área fronteriza de Tamaulipas de interés común con Texas (Hernández *et al*, 1991).

Botánicamente el área tamaulipeca se considera más o menos conocida, pero se carece de mayor información para la parte que corresponde a Nuevo León y Coahuila. En relación a la fauna no hay un grado de conocimiento suficiente, aunque existen algunos listados famisticos (Hernández *et al*, 1991).

2.5. Errores históricos de la clasificación y cobertura del MET

Se han registrado 28 investigaciones de las cuales 16 han sido artículos científicos publicados en revistas mexicanas y nueve en revistas internacionales y tres reporte científicos (Alanís-Rodríguez *et al.*, 2015). De los artículos publicados el 61% son investigaciones comparativas el 39% restante son investigaciones descriptivas (Alanís-Rodríguez *et al.*, 2015).

La clasificación de los tipos de vegetación ha tenido variaciones de acuerdo al autor, la variación ha sido demasiado alta por ejemplo Martín, (1954), Menciona que hay solamente tres tipos de vegetación, bosque tropical caducifolio, bosque tropical espinoso, formación de roble de pino, mientras que Gómez-pompa, (1971), menciona selva baja espinosa perennifolia y sub perennifolia, subcaducifolia, bosque de pino,

bosque de encino, matorral espinoso subinerme inerme, matorral mediano espinoso subinerme con pastizal con yucca, matorral espinoso subinerme con pastizal.

Los Mapas de cartografía de uso de suelo y vegetación que se han generado en la delimitación de los polígonos a diferente escalas han generado falsos datos de superficie (Mas y Fernández, 2003).

La pérdida de superficie se ha generado debido a los errores geométricos y al mal registro de fotografías utilizadas durante su interpretación y delimitación de la cobertura (Mas y Fernández, 2003).

La cobertura vegetal de Tamaulipas no permite desarrollar una buena apreciación ya que diferentes estudios publicados solamente hablan de aproximaciones a las formaciones vegetales (Barrientos *et al.*, 2005). Otra de las limitaciones o errores ha sido la cartografía empleada del INEGI que muestran que en algunas de las series presentan errores ya que no presentan algunas vegetaciones ya mencionadas para la vegetación de Tamaulipas (Barrientos *et al.*, 2005).

2.6. Importancia de diversidad de especies

La diversidad de especies o diversidad biológica es importante ya que nos permite conocer la riqueza que alberga nuestro planeta en sus diversos ecosistemas desde desiertos, selvas, bosques, corales, ríos, lagos y mares, sin embargo la diversidad de especies va más allá ya que no solo se enfoca en plantas y animales; sino esto va más allá a nivel microorganismo donde se alberga una mayor diversidad (Villaseñor, 2005).

La diversidad biológica es importante para la humanidad esto debido a que los ecosistemas nos proporcionan servicios ambientales, productos alimenticios, captura de carbono, entre otros productos, por lo que surge la importancia del estudio de la biodiversidad (SEMARNAT, 2011).

Para asegurar la biodiversidad es necesario implementar políticas públicas como elementos indispensables; esto con el fin de que se reflejen cambios en el entorno socio-ambiental, así como de generar instrumentos, estrategias y acciones útiles para establecer objetivos (a corto, mediano y largo plazo) esto con el fin de detener y revertir el deterioro de la biodiversidad, realizando acciones y asignando recursos. Estos objetivos están planteados en el Convenio Sobre la Biodiversidad Biológica, la cual implementa acciones dirigidas a la conservación y el uso sustentable de la diversidad biológica de nuestro país, en concordancia con la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México (enbm) y su actualización la Estrategia Nacional sobre biodiversidad en México y Plan de Acción 2016-2030 (ENBioMex). (CONABIO, 2018).

2.7. Índices de diversidad y estructura

La diversidad de que presenta el Matorral espinoso Tamaulipeco (MET) se considera como media y significativa, la cantidad de precipitación es un factor que afecta a la vegetación ya que esto ocasiona una reducción en el número de individuos presentes en el MET, la precipitación pluvial registradas en meses de junio-julio han sido de 2.8, 1.0 y 5.8 mm y en los de septiembre y octubre han tenido una mayor precipitación que va desde los 118.8, 126.8, y 387 mm, la diversidad puede ser afectada también por la competencia entre individuos de tal manera provocan que la vegetación no tenga un incremento y no haya mucha diversidad de especies, se han registrado 1251 individuos

de árboles y arbustos con una altura promedio de 1.8 m de las cuales se identificaron 38 especies de ahí la que mayoría son pertenecientes a la familia Fabaceae, seguido de ahí le sigue la cactácea con diez especies Rhamnaceae tres, Rutaceae con tres y Euphorbiaceae con dos especies, la que mayor géneros tiene es la familia Cactaceae y Fabaceae con seis. La temporada humedad se han registrado 2457 individuos de árboles y arbustos que pertenecen a 24 familia con una altura promedio de 1.7 m (Domínguez *et al.*, 2013).

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que básicamente se basa en el número de especies presentes, pero no sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma más ideal de conocer la riqueza de especies (S) es realizando un muestreo completo en todas las comunidades deseadas, pero esto es solamente para los taxa ya conocidos (Moreno, 2001). A continuación se muestran los índices más usados.

Para la riqueza específica se utilizan cuatro índices, sin embargo para la estructura se utilizan los índices de abundancia proporcional, aquí en esta última se utiliza el índice de dominancia e índices de equitatividad.

Para la dominancia se utilizan cuatro índices, y para la equitatividad se utilizan siete índices.

Riqueza específica (S).

La riqueza de especies se refiere al número total de especies obtenidas en el muestreo o inventario (Moreno, 2001).

Índice de diversidad de Margalef.

Este índice es la forma más sencilla de medir la biodiversidad ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas, ya que con un inventario que nos permita conocer el total de las especies se puede obtener el índice (UNAD, 2013)

$$DMg = \frac{s-1}{\ln n}$$

Donde:

s = número de especies

n = número total de individuos

Índice de diversidad de Menhinick.

El índice de Manhinick es de los más comunes para evaluar la riqueza de especies (Moreno, 2001), se basa ente el número de especies y en número total de individuos observados, el cual aumentara si se incrementa el tamaño de muestra (UNAD, 2013)

$$D_{mn} = \frac{s}{\sqrt{N}}$$

Donde:

D_{mn} = Índice de Menhinick.

S = Número de especies en la Muestra.

N = Número total de individuos.

Para los cálculos de este índice es relativamente sencillo ya que solo se tiene que conocer el número de las especies, y aunque este índice no proporciona demasiada información es útil ya que se utiliza para comparar con otros índices (Torres, 2006).

Los rangos de riqueza de acuerdo a Margalef de 0-2 es un valor bajo y 2.1-5 será un valor medio y 5.1 su valor será alto (Campo y Duval, 2014).

Índice de diversidad Alfa (α) de Williams

$$S = \alpha \ln \frac{1+N}{\alpha}$$

Índices de Abundancia Proporcional

Índices de Dominancia

Para la dominancia se utilizan los siguientes índices

Índice de Simpson

Este índice es utilizado para la equitatividad, este índice presenta valores de 0 a 1 y no es sensible a la riqueza de especies (Smith y Wilson, 1996; Krebs, 1999).

$$E_{1/D} = \frac{(1/D)}{S}$$

Dónde: $E_{1/D}$ = Medida de equitatividad de Simpson

D = Índice de Simpson

S = número de especies en la muestra

Sin embargo para para la estimación de este índice se requiere el índice de heterogeneidad, y se expresa partiendo de la siguiente formula:

$$1 - D = 1 - \sum P_i^2$$

Donde:

1-D = Complemento del índice de Simpson.

P_i = proporción de la especie i en la comunidad

Para el componente de Simpson entre más alto es el valor del índice mayor será la dominancia de especies en la población con un rango de valor de 0-1 (Del Río *et al.*, 2003).

Índice Serie de Hill

$$E' = \frac{N_2}{N_1}$$

Sin embargo este índice puede causar con función en algunos casos particulares, alcanzando valores altos cuando la equidad es alta o cuando una sola especie domina la comunidad

Índice de Berger-Parker

El incremento del valor en este índice, se interpreta como un incremento en la equidad y una disminución en la dominancia.

$$d = \frac{N_{\max}}{N}$$

Donde:

d= índice de Berger-Parker.

N_{\max} = es el número total de individuos de la especie más abundante.

N= número total de individuos.

Índice de McIntosh

$$D = \frac{N-U}{N-\sqrt{N}}$$

Donde:

$$U = \sqrt{\sum_{ni} 2(i=1, 2, 3, \dots, s)}$$

N=número total de individuos.

Es un índice de dominancia el cual es independiente de N (Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995).

Índice Shannon-Wiener

El índice de Shannon nos ayuda a determinar la heterogeneidad, este refleja de la mejor manera la diversidad de una población florística (Moreno, 2001).

Las medidas más conocidas para la diversidad especies se basan en la teoría de la información. El principal objetivo de la información obtenida es la cantidad de orden o desorden contenida (Margalef, 1972). Sin embargo se establecen cuatro tipos de información la cual puede ser recopilada con respecto al orden de la comunidad.

- 1) El número de especies.
- 2) Número de individuos de cada especie.
- 3) Los lugares ocupados por los individuos de cada especie.
- 4) Los lugares ocupados por los individuos por individuos como individuos. separados, estos se miden por la función de Shannon-Wiener.

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i)(\log_2 p_i)$$

Donde:

H' = índice de diversidad de especies.

S = número de especies de la muestra.

P_i = proporción del total de la muestra que corresponde a la especie.

log₂ = logaritmo base dos.

Sin embargo este índice aumenta con el número de especies de las comunidades y puede alcanzar valores muy altos (Krebs, 1999). Ya en la práctica, en comunidades biológicas este índice no parece exceder de 0.5 (Washington, 1984).

El índice de Shannon-Wiener expresa la heterogeneidad de una comunidad, este índice tiene valores en unidades Nats que se obtienen de la aplicación de un logaritmo natural, para su interpretación del índice presenta rangos de valores de 0- 2 Nats se considera baja diversidad, de 2.1-5.0 Nats diversidad normal y ≥5.1 Nats alta diversidad (Margalef, 1972).

Índice de Pielou

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde:

H'_{\max} = \ln(s)

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1 (Magurran, 1988).

El problema de este índice, presenta el problema de la estimación de la densidad del rodal cuando no se muestran todos los árboles (Del Río *et al.*, 2003).

Índice de Brillouin

Muestras de la comunidad deberán de tratarse como como una colección de muestra y no como muestras aleatorias de la comunidad biológica. Y los datos obtenidos del muestreo no se remplazaran.

Es útil cuando toda la población ha sido evaluada o cuando la aleatoriedad de la muestra no es confiable. Su valor es menor al del índice de Shannon-Wiener porque no hay incertidumbre (Magurran, 1988).

$$HB = \frac{\ln N! - \sum \ln N_i!}{N}$$

$$H = \frac{1}{N} \log \left(\frac{N!}{n_1! n_2! n_3! \dots} \right)$$

Dónde: H= índice de Brillouin.

N= número total de individuos en su totalidad.

n_1 = número de individuos pertenecientes a la especie 1.

n_2 = número de individuos pertenecientes a la especie 2.

Índice de Bulla

$$E = \frac{0-1/s}{1-1/s}$$

Donde:

$0 = 1 - 1/2 \sum [p_i - 1/s]$, Es el acomodo entre las distribuciones observadas y una distribución teórica con equidad perfecta, sin embargo este índice ha sido criticado por ser tan confuso.

Índice de Equitatividad de Hill

$$E' = \frac{N_2}{N_1}$$

Dónde: N_1 y N_2 son los números de la serie de Hill (Hill, 1973). Sin embargo, este índice puede causar malentendidos en algunos casos

particulares: alcanza valores altos cuando la equidad es alta o bien cuando una especie incipientemente domina a la comunidad (Baev y Penev, 1995).

Índice Alatalo

$$F = \frac{N2-1}{N1-1}$$

Este índice no es recomendable porque al utilizarse en comparaciones tiende a sobrevalorar marcadamente la equidad y tiene una relación no lineal con ésta (Molinari, 1989; Molinari, 1996).

Índice Molinari

$$G = \left[\frac{\text{Arcoseno}(F)}{F}, \text{Cuando } F > \frac{1}{2} \right]$$
$$G = F^3, \text{ cuando } F < 1/2$$

G es una variante calibrada del índice F de Alatalo. Calculado con el programa BIODIV (Baev y Penev, 1995).

Índices para la diversidad Beta.

Coefficiente de similitud de Jaccard.

$$I_J = \frac{c}{a+b-c}$$

Donde

a= Número de especies presentes en el sitio A.

b= Número de especies presentes en el sitio B.

c= Número de especies presentes en ambos sitios A y B.

Los valores o intervalos para este índice van de 0 cuando no hay especies compartidas en ambos sitios, y un valor de 1 cuando ambos sitios tienen la misma composición.

Coeficiente de similitud de Sorensen (Czekanovski-Dice-Sorensen).

$$I_J = \frac{2c}{a+b}$$

Este índice relaciona el número de especies en común con la media aritmética de las especies en ambos sitios.

Índice de Sokal y Sneath.

$$I_{SS} = \frac{c}{2(c+b+a)-c}$$

a= Número de especies exclusivas del sitio A.

b= Número de especies exclusivas del sitio B

Índice de Braun-Blanquet.

$$I_{B-B} = \frac{c}{c+b}$$

Índice de Ochai-Barkman.

$$I_{O-B} = \frac{c}{\sqrt{(c+b)(c+a)}}$$

Donde

a= número de especies exclusivas del sitio A

b= número de especies exclusivos del sitio B

Coeficiente de similitud de Sorensen para datos cuantitativos.

$$I_{Scuant} = \frac{2 pN}{aN+bN}$$

aN= Número total de individuos en el sitio A.

bN= Número total de individuos en el sitio B.

pN= Sumatoria de la abundancia más baja de cada repetición de las especies Compartidas.

Índice de Morisita-Horn

$$I_{M-H} = \frac{2 \sum (a_i \times b_j)}{(d_a + d_b) aN \times bN}$$

Donde

a_i = número de individuos de la i -ésima especie en el sitio A.

b_j = número de individuos de la j -ésima especie en el sitio B.

$$d_a = \sum a_i^2 / aN^2$$

$$d_b = \sum b_j^2 / bN^2$$

Este índice está influenciado por la riqueza de especies y el tamaño de las muestras, pero tiene la desventaja de que es altamente sensible a la abundancia de la especie más abundante.

Las ecuaciones mencionadas fueron obtenidas de (Moreno 2001).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área de estudio

El área de estudio se localiza en el municipio de China, estado de Nuevo León, Noreste de México, El sitio se ubica a 70 km al suroeste de la ciudad de Reynosa, Tamaulipas y a 129 km del Ejido Pancho Villa. La topografía se encuentra representada por planicies interrumpida por pequeños lomeríos con pendientes entre los 0 y 2° (INEGI, 2016). Los suelos dominantes en dicha localidad son xerosol cálcico de textura media, castañozem de textura suave y regosol calcárico gravoso de textura media (INEGI, 2016). El clima en la región donde se ubica es de tipo BS1 (h) w, siendo este semiárido cálido con una temperatura media anual de 22 °C, temperatura del mes más frío de 18 °C, temperatura del mes más caliente mayor de 22 °C. La precipitación en la localidad es de 500 mm a 800 mm anuales, la cual se concentra en verano y en invierno solo precipita del 5 % al 10.2 % del total anual (INEGI, 2016). La vegetación dominante del área de estudio fue matorral espinoso tamaulipeco, el cual actualmente se encuentra fragmentado por el desarrollo inducido de pastizales, mezquiales xerófilos y áreas de vegetación secundaria arbustiva (INEGI, 2016).

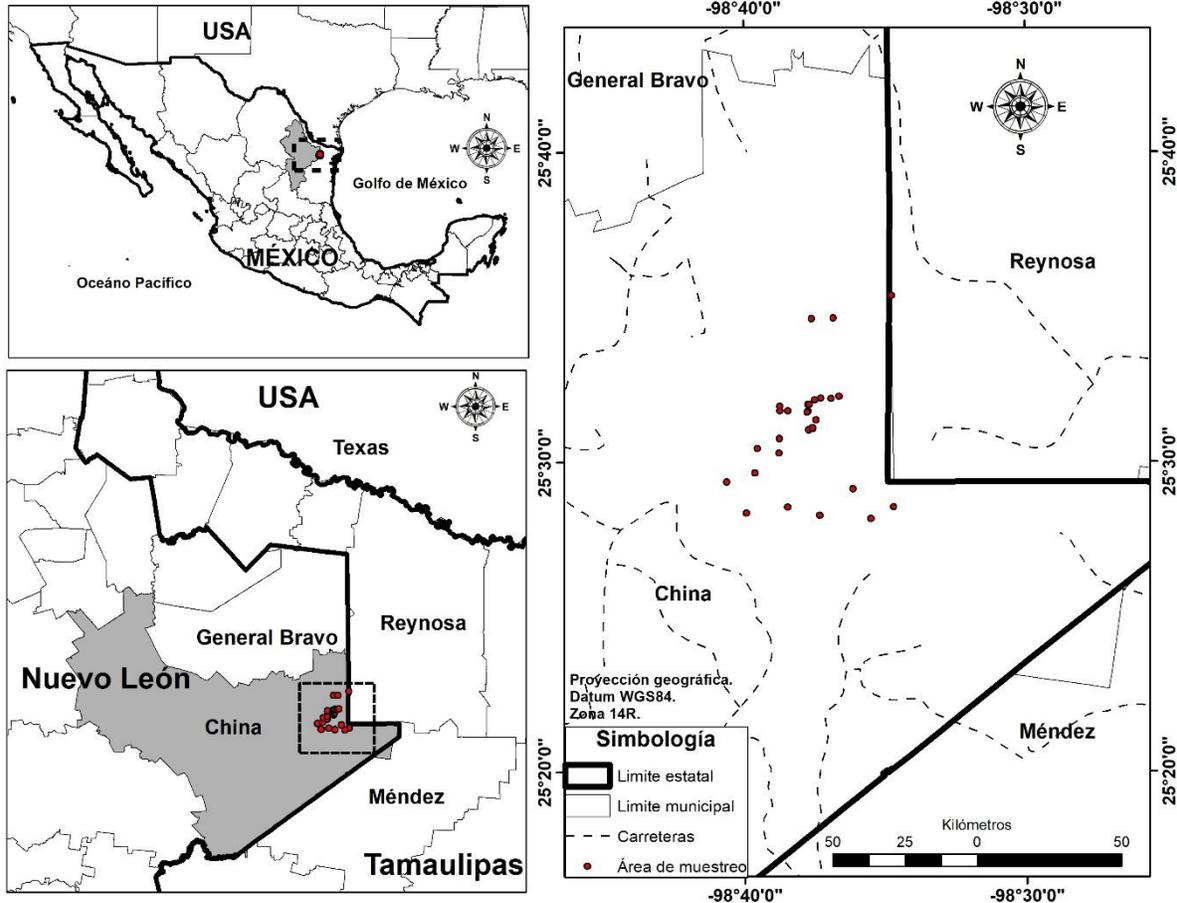


Figura 1. Mapa de Ubicación

3.2. Muestreo

Los muestreos se realizaron entre los meses de septiembre y noviembre del 2019, donde se caracterizó algunos fragmentos de los que se consideraron dos matorrales xerófilos distintos, cubriendo una superficie de 60 ha. Dichos muestreos se establecieron a través de 30 cuadrantes de 10 x 10 m (100 m²) en cada una de las comunidades analizadas, los cuales se encontraron distribuidos al azar y separados como mínimo 30 m entre sí para mantener la independencia de los datos. Las plantas fueron censadas dentro de cada cuadrante, considerando tanto árboles y arbustos, como herbáceas y suculentas. Las mediciones estructurales se efectuaron a cada individuo, considerando la altura total, así como los valores máximos y mínimos del

diámetro basal del tallo y la cobertura, con la finalidad de estimar sus valores promedio. Un individuo de cada especie fue seleccionado para tomar muestras botánicas, las cuales fueron prensadas y herborizadas de acuerdo con lo propuesto por Lot y Chiang (1986).

Cuadro 1. Aspectos físicos y ecológicos de las áreas de estudio en China Nuevo León.

Población	Municipio	Estado	Superficie de los rodales (número de sitios de 100 m ²)	Altitud (msnm)	Clima ¹	Tipo de suelo ²	Tipo de vegetación ³	Temperatura media anual ⁴	Precipitación en mm ⁵
Matorral Espinoso Tamaulipeco	China	Nuevo León	10(30 sitios)	133	BS1 (h) (w)	Xerosol_cálcico	Matorral Espinoso Tamaulipeco	18 - a 22 °C	500 – 800
Matorral subinerme	China	Nuevo León	10 (30 sitios)	133	BS1 (h) (w)	Xerosol_cálcico	Matorral Espinoso Tamaulipeco	18 a 22 °C	500 – 800

3.3. Análisis de datos

La representatividad del muestreo fue determinada mediante curvas de acumulación de especies utilizando la función de Clench. Estas curvas de acumulación estiman el número de especies esperadas con base en el esfuerzo de muestreo (Jiménez-Valverde & Hortal 2003). La estimación se realizó utilizando los programas EstimateS versión 9.1 (Colwell 2013) y Statistica versión 12 (StatSoft Inc 2014).

La abundancia proporcional fue analizada a través de dos aspectos básicos: la dominancia (la representatividad de las especies abundantes) y la equidad (la distribución de la abundancia entre el total de especies). Para ello, se hicieron uso de los índices de diversidad tradicionales (Índice de Shannon, índice de Simpson e índice de (Berger-Parker), así como también a través de los índices de la serie de números de Hill. Mientras que la estructura horizontal fue medida a través del índice de valor de importancia (IVI) y la vertical a partir del índice de Pretzsch (A).

La dominancia en la comunidad se determinó mediante el cálculo del índice de Simpson (λ), el cual manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar dentro de una muestra pertenezcan a la misma especie. Dicho índice considera la distribución de la abundancia entre las especies, dándole mayor peso a las especies abundantes. El aporte a la abundancia de la especie más abundante se determinó mediante el índice de Berger-Parker (d). Un incremento en los valores de dicho índice indica un aumento en la dominancia y reducción de la equidad.

Por ello, adicionalmente se calcularon los índices de la serie de Números de Hill. Dichos índices analizan el número de especies cuando cada especie es ponderada por su abundancia relativa (número efectivo de especies), siendo considerados como

estimadores de la diversidad efectiva (Hill 1973, Moreno 2001). Los índices calculados fueron: N_0 (representa la riqueza específica, considerada como el número total de especies en el área); N_1 (el valor exponencial del índice de diversidad de Shannon, indica el número de especies abundantes); y N_2 (el inverso del índice de diversidad de Simpson, indica el número de especies muy abundantes) (Hill 1973, Alcolado 1998).

La equidad se determinó mediante el índice de Shannon-Wiener (H'). Dicho índice calcula el grado promedio de incertidumbre de predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una muestra. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Moreno 2001). Los índices fueron estimados en el programa PAST 3.17 (Hammer 2017).

La estructura horizontal se determinó mediante el índice de valor de importancia (IVI). El índice IVI considera como la sumatoria de la abundancia relativa (a través del número de individuos por hectárea, N/ha), la frecuencia relativa (número de cuadrantes donde incide cada especie) y la dominancia relativa de las especies ocupada por la cobertura promedio de cada individuo (Mora-Donjuán et al. 2014). A partir de este índice es posible conocer la importancia estructural de cada una de las especies dentro de la comunidad. Mientras que la estructura vertical fue analizada a través del índice de Pretzsch (A). El índice A es una modificación del índice de Shannon-Wiener, en que tres estratos son representados proporcionalmente de acuerdo a la altura máxima registrada (Mora-Donjuán et al. 2014).

Para comparar la composición comunitaria se utilizara una matriz de presencia-ausencia de las especies en cada cuadrante, lo cual fue comparado a partir de una prueba de PERMANOVA utilizando como medida de distancia el índice de Sorensen-Dice. La prueba de PERMANOVA es una modificación multivariada del análisis de varianza que compara simultáneamente la varianza de dos o más variables dentro y entre poblaciones estadísticas (Anderson 2001). El índice de Sorensen fue seleccionado como medida de distancia considerando que permite analizar variables categóricas binarias, como lo son la presencia-ausencia, bajo el supuesto que existió un muestreo imperfecto (Hejda et al. 2009). Por otra parte, la estructura de la comunidad fue comparada a partir de la abundancia absoluta de cada especie en las unidades muestrales, utilizando la prueba de PERMANOVA con el índice de Bray-Curtis. El índice de Bray Curtis fue seleccionado debido a que dentro de las medidas de distancia para variables continuas es el que presenta menos sesgo al analizar abundancias cuando se tienen el mismo tamaño de muestra (Cruz-Motta 2007). La diversidad de especies fue comparada entre sitios a partir de la diversidad alfa, considerando la dominancia (índices de Simpson y Berger Parker), la equitatividad (índice de Shannon) y diversidad efectiva (números de Hill) para cada cuadrante. Al igual que en los casos anteriores, la comparación se realizó mediante una prueba de PERMANOVA, utilizando el índice de Morisita por considerarse el mejor para variables continuas. En todos los casos la prueba de Bonferroni fue utilizada como prueba significancia. Los índices y las pruebas de PERMANOVA fueron estimados en el programa PAST 3.17 (Hammer 2017).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Riqueza de especies

Se encontraron 82 especies en el Matorral Espinoso Tamaulipeco de las que abundan en su mayoría son 38 especies de las cuales en su mayoría son pertenecientes a la familia Fabaceae el género con mayor cantidad de especies fue Acacia, en el Matorral subinermes se encontraron 46 especies de las cuales 20 son de las más abundantes, el género con mayor abundancia es Varilla, de las que coinciden en las dos áreas muestreadas son 18 especies; estos resultados comparados con Pequeño-Ledezma *et al.*, (2017). El cual registro 17 especies pertenecientes a 11 familias con la mayor presencia en el estudio fue Fabaceae.

En base al número de especies el área con mayor riqueza de especies fue El Matorral Espinoso Tamaulipeco con 82 especies y para el matorral subinermes se encontraron 46 especies, para el índice de Margalef en el área de MET (10.21) considerado como valor alto para MSI (6.001) considerado como valor bajo de acuerdo al MET de riqueza de especies respectivamente. Para el índice de Menhinick Muestra valores para el área de MET (1,55), para MSI (1.083) se considera valor bajo de riqueza de especies estos valores superan a los reportados por Pequeño-Ledesma *et al.*, (2017) y Mora Donjuan *et al.*, (2013).

Cuadro 2. Índices de riqueza de especies de las dos comunidades en el Noreste de China, Nuevo León.

Atributo	MET	MSI
Número de especies	82	46
Índice de Margalef (M_{MG})	10.21	6.001
Índice Menhinick (D_{MN}).	1.55	1.083

De acuerdo con la ecuación de Clench (Figura 2), el esfuerzo de muestreo fue satisfactorio, ya que la dependiente encontrada (cuadro 3) para el MET (0.0225) y para MSI (0.0075) son valores menores a 0.1 de acuerdo a (Jiménez y Hortal, 2003).

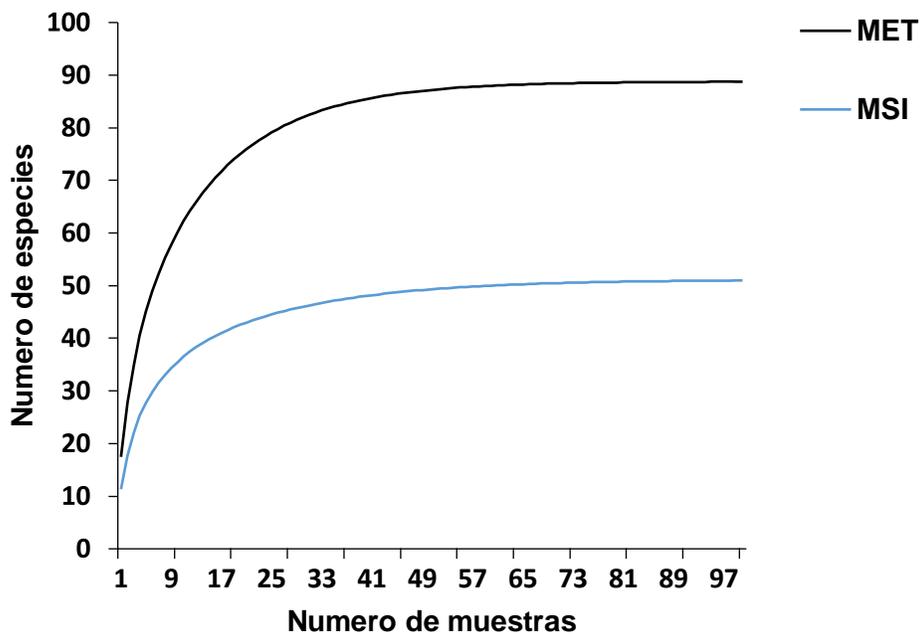


Figura 2. Ecuación de Clench Para las curvas de acumulación de especies de las dos comunidades en el Noreste de China, Nuevo León

Cuadro 3. Esfuerzo de muestreo de las dos áreas de vegetación en el Noreste de China, Nuevo León.

Población	Pendiente	Proporción de especies	No de sitios
MET	0.0225	0.0003	30
MSI	0.0075	0.0003	30

4.2. Índices de estructura

4.2.1. Estructura horizontal

El área del MET presento una Abundancia de 7413 ind/ha de la cual la especie con mayor abundancia se encuentra *Porlieria angusifolia* con 597 ind/ha, mientras que MSI con 6016 ind/ha la cual *Varilla texana* abunda en mayor cantidad con 947 ind/ha un valor más bajo que el MET , de las familias de grupo de las arbóreas y arbustivas con mayor dominancia fueron fabaceae con un valor de importancia de 44.009 % en el área de MSI y en el área de MET la familia con mayor dominancia es la verbenaceae con un valor de importancia de 48.710 %,

Cuadro 4. Índice de valor de importancia

Atributos	MET	MSI
P	0.00584	0

4.2.2. Estructura vertical

Para la cateterización de la estructura vertical de las especies se utilizó el índice de distribución vertical de especies (A) (Pretzsch). Para la estimación de la distribución se definieron cuatro zonas de altura, siendo estas zona I: 75%-100% De la altura máxima del área; zona II: 50%-75%, zona III: 25%-50% y zona IV: 0%-25%, A toma valores

entre cero y un valor máximo (A_{max}). A cercano a cero simboliza que difiere en los cuatro estratos. A cercano A_{max} simboliza que las especies se ven igualmente representadas en los estratos (Corral et al., 2005). El valor de A para MET es de 1.804447908 y de 1.871797393 para MSI con Valores de A_{max} de 5.793013608 y 5.214935758 respectivamente (cuadro 7); lo que indica que las áreas muestran diferentes estratos verticales.

Cuadro 5. Índice y estratos de estructura vertical en dos áreas de estudio en el Noreste de China, Nuevo León.

Atributos	MET	MSI
Índice A (Modificación del índice de Shannon-Wiener)	1.804447908	1.871797393
Índice de A_{max}	5.793013608	5.214935758
Estrato I	21284.03951	32590.36091
Estrato II	546.5555862	33068.86294
Estrato III	64.43723791	230.8621592
Estrato IV	5.352666249	58.03507136

4.2.3. Índices de dominancia

Los valores para el índice de Simpson encontrados por Pequeño-Ledezma *et al.*, (2017) en dos áreas de matorral Tamaulipeco para el área de matorral porte bajo 1.81, para el área de matorral con porte alto 0.16, los encontrados por Mora *et al.*, (2013), quienes evaluaron tres áreas de matorral espinoso tamaulipeco sin embargo estos valores son altos comparados con los obtenidos.

Cuadro 6. Índices de dominancia en dos áreas de estudio en el Noreste de China, Nuevo León.

Atributos	MET	MSI
índice de Simpson	0.9618	0.9224
Índice Berger-Parker	0.08402	0.1573

4.2.4. Abundancia relativa

Índices de la serie de Hill	MET	MSI
N0	82	46
N1	38	20
N2	26	13

4.3. Índice de equidad

Los valores obtenidos para los índices de equidad de las dos áreas de estudio (cuadro 5) fueron para el índice de equidad de Hill para el MET (3.641), para MSI (2.991) por lo que son valores diferentes, el MET tiene menor equidad por lo que existen especies mayores representadas, el MSI tiene una mayor equidad ya que está más cerca del valor 1 por lo que la mayoría de especies poseen una cantidad similar de individuos. Valdez *et al.*, (2017), muestra un índice de equidad de 0.694 por lo que menciona q la mayoría de las especies son igualmente abundantes en su estudio, comparado con los obtenidos es un valor bajo, pero muestra similaridad ya que se acerca al valor 1.

Cuadro 7. Índices de equidad en dos áreas de estudio en el Noreste de China, Nuevo León.

Atributos	MET	MSI
Índice de Shannon	3.641	2.991

4.4. Índices de similitud para la diversidad

Composición comunitaria

Para comparar la composición comunitaria se utilizó para comparar las áreas de estudio mediante un análisis de PERMANOVA. Los resultados mostraron que existen poca similitud ($P=0.0001$) entre las áreas de estudio (cuadro 8).

Cuadro 8. Resultados del PERMANOVA de composición comunitaria de las dos áreas de estudio en el Noreste de China, Nuevo León.

P	MET	MSI
MET	0.0001	0.0001
MSI	0.0001	0.0001

Estructura comunitaria

La estructura de la comunidad se comparó a partir de la abundancia absoluta de las especies muestreadas con el índice de Bray-Curtis utilizando un la prueba de PERMANOVA. Los resultados mostraron que al igual que la composición presenta una baja similitud entre las dos áreas muestreadas (Cuadro 9).

Cuadro 9. Resultados del PERMANOVA de estructura comunitaria de las dos áreas de estudio en el Noreste de China, Nuevo León.

P	MET	MSI
MET	0.0001	0.0001
MSI	0.0001	0.0001

Diversidad

El índice de Simpson fue de 0.961 para el área de MET mientras que MSI fue de 0.922, de acuerdo con el índice de Berger Parker MET Presento 0.084 y el MSI 0.157. El análisis de PERMANOVA mostrando diferencias altas entre los matorrales con un valor de ($P=0.0001$), por lo que presentan una baja similitud entre las dos áreas

Cuadro 10. Índices de diversidad de las dos áreas de estudio en el Noreste de China, Nuevo León.

Índice	MET	MSI
Índice de Simpson	0.961	0.922
Índice de Berger Parker	0.084	0.157

IV. CONCLUSION

De acuerdo con los resultados del presente estudio se concluye que Las dos áreas muestreadas presentaron una baja similitud entre ellas por lo tanto cada una de ellas presenta diferente diversidad de especies. El área que presento mayor diversidad de especies es el área de MET al igual con mayor abundancia. En cuanto a la estructura cada una de las áreas presenta una baja similaridad entre ellas. Respecto a lo anterior se acepta la hipótesis dado que las dos áreas muestreadas presentan una baja similaridad entre ellas, por lo que pertenecen a dos comunidades diferentes

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Alanís** Rodríguez E., J Jiménez Pérez, MA González Tagle, JI Yerena Yamallel, G Cuellar Rodríguez y A Mora-Olivo. 2013. Análisis de la vegetación secundaria del matorral espinoso tamaulipeco, México. Revista internacional de botánica experimental. 82. 185-191 p.
- Alcolado**, P. M. 1998. Conceptos e índices relacionados Avicennia 8: 7-21 p.
- Anderson**, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate análisis of variance. Austral Ecology 26: 32-46 p. <http://sci-hub.tw/10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x>
- Baev**, P. V. and L. D. Penev. 1995. BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, SofiaMoscow, 57 pp.
- Campo**, A. M. y V. S. Duval. 2014. Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural Parque Nacional Lihué Calel Argentina. Universidad Nacional de Sur 2: 25-42.
- CONABIO**. 2018. Estrategia Nacional Sobre Biodiversidad de México y Plan de Acción 2016-2030. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 388 pp.
- Corral**, J., O. Aguirre, J. Jiménez y S. Corral. 2005. Un análisis del efecto del aprovechamiento forestal sobre la diversidad estructural en el Bosque Mesófilo de Montaña "El Cielo", Tamaulipas, México. Investigaciones Agrarias Sistema de Recursos Forestales 14(2): 217-228.
- Cruz-Mota**, J. J. 2007. Análisis espacial de las comunidades tropicales intermareales asociadas a los litorales rocosos de Venezuela. Ciencias Marinas. 33(22): 133-148 p. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ciemar/v33n2/v33n2a3.pdf>
- Del Río M.**, F Montes, I. Cañegas y G. Montero. 2003. Índices de diversidad estructural en masas forestales. Investigación Agraria: Sistemas y recursos Forestales. 12(1): 159-176.

- Domínguez-Gómez**, T. G., Humberto González-Rodríguez, Roque Gonzalo Ramírez-Lozano, Andrés Eduardo Estrada-Castillón, Israel Cantú-Silva, Marco Vinicio Gómez-Meza, José Ángel Villarreal-Quintanilla, María del Socorro Alvarado y Glafiro Alanís-Flores. 2013. Diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco durante las épocas seca y humedad. Revista de ciencias forestales. Volumen. (7): 106-122 p.
- Espinosa**, B., R. y J. J. Návar Ch. 2005. Producción de biomasa, diversidad y ecología de especies en un gradiente de productividad en el matorral espinoso tamaulipeco del Noreste de México. Revista Chapingo, Series Ciencias Forestales y del Ambiente. 11(1). 25-31 p.
- Foroughbakhch**, R., G. Reyes R., M. A. Alvarado V., J. L. Hernández P. and A. Rocha. 2005. Use of quantitative methods to determine leaf biomass on 15 woody shrub species in northeastern México. Forest Ecology and Management 216:359-366.
- González-Medrano**, F. 2012. Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).Primera edición. Impreso México. Pp 105-143 p.
- Hejda**, M., P. Pyšek, y V. Jarošík. 2009. Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. Journal of Ecology 97: 393-403 p. <http://sci-hub.tw/10.1111/j.1365-2745.2009.01480.x>
- Hernández**, S. L., R. González. y F. González-Medrano. 1991. Plantas de Tamaulipas.
- Hill**, M. O. 1973. Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. Ecology 54: 427-432 p.
- HILL**, M. O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. Ecology, 54: 427-432.
- INEGI**, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2002. Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000. Serie III (Capa Unión). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Jalisco, México. Disponible en: <https://semadet.jalisco.gob.mx/sites>.

- INEGI**, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2005. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. 2009. Clave geoestadística 19013. Disponible en: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/19/19013.pdf
- INEGI**, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2016. Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI (Capa Unión). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis>.
- INEGI**, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2016. Uso de suelo y vegetación, escala 1:250000, serie VI (continuo nacional). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Mexico.
- Jiménez-Valverde**, A., and J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8: 151-161 p.
- Krebs**, Ch. J. 1999. *Ecological Methodology*. Vol. 1. 2nd ed. University of British Columbia, Ed. Addison. 620 p.
- Lande**, R. 1996. Statistics and Partitioning of Species Diversity, and Similarity among Multiple Communities. *Oikos* 76: 5-13 p.
- Magurran**, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 p.
- Margalef**, R. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is an upper limit to diversity. Connecticut. Academy of Arts and Sciences. University of Florida. Gainesville, Florida. 211 p.
- Martínez**, M. 1947. *Baja California: reseña histórica del territorio y su flora*. Ediciones Botas, México.
- Más**, J.F., Tania Fernández. 2003. Una evaluación cuantitativa de los errores en el monitoreo de los cambios de cobertura por comparación de mapas.

Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. Vol. (51). 73-87 p.

Molinari, J. 1989. A calibrated index for the measurement of evenness. *Oikos*, 56: 319-326.

Molinari, J. 1996. A critique of Bulla's paper on diversity indices. *Oikos*, 76: 577-582.

Mora Donjuán, Carlos Alberto., Eduardo Alanís Rodríguez., Javier Jiménez Pérez., Marco Aurelio González Tagle., José Israel Yerena Yamallel y Luis Gerardo Cuellar Rodríguez. 2013. Estructura, composición florística y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Ecología Aplicada*, 12(1). 29-34 p.

Moreno, C. E. 2001. Manual de métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), Zaragoza, España.

Pequeño-Ledezma, Miguel Ángel, Eduardo Alanís-Rodríguez, Javier Jiménez-Pérez, Oscar Alberto Aguirre-Calderón, Marco Aurelio González-Tagle y Víctor Manuel Molina-Guerra. 2017. Análisis estructural de dos áreas del matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. *Madera y Bosques*. Vol. 23. 121-132 p.

Rodríguez, A., E. J. Jiménez, Pérez, MA González Tagle, J. I. Yerena Yamallel, G Cuellar Rodríguez, A Mora-Olivo. 2013. Análisis de la vegetación secundaria del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Revista internacional de botánica experimental*. Vol. (82). 185-191 p.

Rzedowski, J., 2006. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad 1° Edición digital. México. Pp 247-273

SEMANART.2011. Biodiversidad. Conocer para conservar, Serie ¿Y el medio ambiente? México. Capítulo I. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 49 pp.

Smith, B. y J. B. Wilson. 1996. A consumer's guide to evenness indices. *Oikos*. 76: 70-82.

Torres, L. M., Sánchez, J. A., y Jiménez, J. 2006. Análisis estructural de un ecosistema forestal de *Pinus-Quercus* en la Sierra Madre Oriental. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 31(100): 1-13.

- Treviño-Carreón** Jacinto., Alfonso Valiente Banuet. 2005. La vegetación de Tamaulipas y sus principales asociaciones vegetales. Biodiversidad Tamaulipeca, México. Volumen (1). 22-46 p.
- UNAD**. 2013. Índices de diversidad. Escuela de Ciencias Agrícolas, pecuarias y del medio ambiente biología ambiental. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. 3 pp.
- Valdez**, M. Carlos Gerardo, Marco Antonio Guzmán L., Arcadio Valdés G., Rahim Forougbakhch P., Marco Antonio Alvarado V. y Alejandra Rocha E. 2018. Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México. *Biología Tropical*. 66 (4). 1674-1682 p.
- Velázquez**, A, J.F. Mas, J.R. Díaz-Gallegos, R. Mayorga-Saucedo, P.C. Alcántara, R. Castro, T. Fernández, G. Bocco, E. Ezcurra y J.L. Palacio. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica* Volumen (62): 21-37 p.
- Villaseñor G**, L. E. 2005. La biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Talleres de Producción Gráfica S.A. de C.V. Morelia, Michoacán. 268 p.
- Washignton**, H. G. 1984. Diversity, biotic and similarity índices: a review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water research* 18(6): 653-694.