

Estructura y composición primaria y secundaria de Selva Baja Espinosa Caducifolia en San Carlos, Tamaulipas

Primary and Secondary vegetation structure and composition of Low Deciduous Thorny Forest in San Carlos, Tamaulipas

Juan Carlos Martínez-Carbajal¹ , José Isidro Uvalle-Sauceda^{1*} , Fernando Noel González-Saldívar¹ , Glenda Nelly Requena-Lara² , Eloy Alejandro Lozano-Cavazos³ , Luis Gerardo Rubio-Pequeño² , César Martín Cantú-Ayala¹ , Carlos Ramírez-Martínez⁴ 

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Carretera Nacional 85 km 145, CP. 67700. Linares, Nuevo León, México.

²Facultad de Ingeniería y Ciencias/Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas. calle Ramón López Velarde/División del Golfo, número 356, Ampliación la Libertad, CP. 87019. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

³Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro, 1923, Buenavista, CP. 25315. Saltillo, Coahuila, México.

⁴Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nuevo León. Calle Francisco Villa 20, Col. Hacienda del Canadá. CP 66054. Municipio de General Escobedo, Nuevo León, México.

*Autor de correspondencia: juvalle.uanl@gmail.com

Artículo científico

Recibido: 19 de mayo 2025

Aceptado: 28 de noviembre 2025

RESUMEN. Los ecosistemas sufren alteraciones a causa de las actividades antropogénicas cuya regeneración podría resultar afectada en su estructura y composición poniendo en riesgo los servicios ambientales que proveen y la biodiversidad que resguardan. En Tamaulipas la Selva Baja Espinosa Caducifolia (SBEC) ha sido poco estudiada y las zonas en las que se distribuye aguardan un especial interés para el establecimiento de praderas y agricultura. Derivado de lo anterior el objetivo del presente estudio fue analizar la estructura, composición y similitud de la vegetación de Selva Baja Espinosa Caducifolia en dos estados sucesionales (Vegetación primaria o conservada y vegetación secundaria arbórea) en el municipio de San Carlos Tamaulipas. Se estratificaron sitios de muestreo siguiendo el tipo de suelo y se establecieron parcelas rectangulares de 50 x 2 m (100 m²) para calcular la abundancia, dominancia y frecuencia relativas, así como el índice valor de importancia (IVI). Finalmente, los tipos de vegetación se compararon mediante el índice de Jaccard. Los resultados arrojaron un 47.62% de similitud entre las variantes de vegetación. El valor más alto de IVI en la vegetación primaria obedece a la especie *Neltuma laevigata*, mientras que en la vegetación secundaria el valor más alto de este índice corresponde a la especie *Leucophyllum frutescens*, además este tipo de vegetación registró la mayor riqueza de especies. Las diferencias encontradas sugieren la necesidad de posteriores investigaciones que permitan abordar la sucesión ecológica, especialmente la ocurrida post disturbio de un ecosistema para generar programas de restauración y conservación de la SBEC.

Palabras clave: Estructura, Índice de Valor de Importancia, Selva Baja Espinosa, Tamaulipas, Vegetaciones.

ABSTRACT. Ecosystems are subject to alterations due to anthropogenic activities, the regeneration of which could be affected in their structure and composition, threatening the environmental services they provide and the biodiversity they safeguard. In Tamaulipas, the Low Deciduous Thorny Forest (SBEC) has not been widely studied, and the areas in which it is distributed await special interest for the establishment of grasslands and agriculture. Therefore, the objective of this study was to analyze the structure, composition, and similarity of the vegetation of the Low Deciduous Thorny Forest in two successional states (primary or conserved vegetation and secondary arboreal vegetation) in the municipality of San Carlos, Tamaulipas. Sampling sites were stratified according to soil type, and rectangular plots of 50 x 2 m (100 m²) were established to calculate the relative abundance, dominance, and frequency of the species found there, as well as the importance value index (IVI). Finally, vegetation types were compared using the Jaccard index. The results showed a 47.62% similarity between vegetation variants. The highest IVI value in primary vegetation is found in the *Neltuma laevigata* species, while in secondary vegetation the highest value for this index corresponds to the *Leucophyllum frutescens*. Furthermore, this vegetation type recorded the highest species richness. The differences found suggest further research that could address ecological succession, especially that which occurs after a disturbance to generate restoration and conservation programs for the SBEC.

Keywords: Vegetation, Low Thorny Forest, Tamaulipas.

Como citar: Martínez-Carbajal JC, Uvalle-Sauceda JI, González-Saldívar FN, Requena-Lara GN, Lozano-Cavazos EA, Rubio-Pequeño LG, Cantú-Ayala CM, Ramírez-Martínez C (2025) Estructura y composición primaria y secundaria de Selva Baja Espinosa Caducifolia en San Carlos, Tamaulipas. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios Núm. Esp. V: e4606. DOI: 10.19136/era.a12nV.4606.

INTRODUCCIÓN

Las selvas bajas espinosas caducifolias (SBC) forman parte de las también conocidas como selvas secas, cuya clasificación alude a sus características tales como la altura de sus árboles (pueden ser medianas con individuos de más de 15 m de altura) y la caída de sus hojas que las define como perennifolias, subperennifolias, subcaducifolias y caducifolias en las cuales más del 75% de las especies pierden sus hojas en la temporada seca del año (CONABIO 2022). Las SBC se caracterizan por tener árboles de no más de 15 m y una marcada estacionalidad, en la que la mayor parte de la vegetación pierde el follaje durante la época seca y reverdece en meses de lluvia (García *et al.* 2021). Por otro lado, en este tipo de vegetación es común encontrar árboles de 12 m de altura con gran representación de la familia Fabaceae (Flores *et al.* 2010). Además de estas características, son selvas espinosas, cuando las especies que la conforman poseen espinas en sus tallos (INEGI 2021).

La Selvas Bajas Espinosas Caducifolias (SBEC) se presenta en climas levemente más secos que la SBC, con precipitaciones que van de los 350 a los 1 200 mm y entre 20 y 27 °C de temperatura media anual, con presencia abundante de especies leguminosas entre las que destacan *Acacia cornígera* (también conocida como *Vachellia cornígera*), *Prosopis* spp. (También conocido como *Neltuma* spp.) y *Ebanopsis ebano* (ébano) además de *Opuntia* sp., *Stenocereus* sp., *Randia aculeata* (cruceto), *Phyllostylon brasiliense* (cerón), *Cercidium* sp. (palo verde), con árboles que raramente alcanzan los 12 m de altura (INEGI 2021). La SBEC puede observarse en los estados de Sonora, Sinaloa, Jalisco, Colima, Yucatán y Tamaulipas (INEGI 2021). En este último, las vegetaciones de este tipo se distribuyen en 16 municipios, en comunidades vegetales con las características más septentrionales en todo el Golfo de México (Ramírez *et al.* 2017). En toda la zona centro y sur del estado, alrededor de la Sierra de Tamaulipas, donde la vegetación secundaria de SBC es muy variada, debido a las actividades agrícolas y pecuarias, así como a la explotación forestal o el pastoreo sobre vegetación primaria de estas selvas y su posterior abandono (INEGI 1983).

Al igual que otros ecosistemas, la SBEC brinda diversos servicios de suministro y resguardo para otros organismos. En México en estos ecosistemas se encuentran unas 6 000 especies de plantas, de las cuales, aproximadamente el 40% son endémicas y están adaptadas a la sequía (CONABIO 2022). En estas selvas en general se han encontrado diversos bienes como fauna y flora silvestres, para la obtención de alimento, medicina, combustible e ingresos económicos mediante la extracción de copal y la caza, además del establecimiento de las tradicionales actividades agrícolas y pecuarias (García *et al.* 2021).

La vegetación característica de las selvas bajas se ha empleado tradicionalmente como forraje para animales, como combustible, para la elaboración de artesanías, usos medicinales, cocina y en ceremonias además del empleo de su madera en la construcción y obtención de colorantes naturales y resinas (Torres-Acosta *et al.* 2016). Por otra parte, Cruz y Cruz-A (2020) ponen de manifiesto el uso preferente de la ganadería dentro de la selva baja caducifolia durante muchos años que inclusive han generado la modificación de dicho ecosistema al grado de tener sistemas productivos de ganado con componentes vegetales que se asemejan a este ecosistema.

Algunas especies leñosas de la SBC se han usado con fines medicinales para el tratamiento principalmente de problemas digestivos y de síntomas comunes de enfermedades y/o

padecimientos, tales como náuseas, dolor, temperatura entre otras (Zepeda *et al.* 2017). Aunque las selvas bajas espinosas caducifolias no son referentes en la producción maderable (CONABIO 2022), las especies de la SBC en Tamaulipas, en comparación con las de otras latitudes no presentan diferencias importantes en tanto las características de su madera, como son, el tipo de porosidad y la distribución del parénquima axial (Ramírez *et al.* 2017). La SBC en México ha sido altamente perturbada por la agricultura, cuyas modificaciones al ecosistema generan propiedades altamente erosionables en los suelos litosoles y regosoles, lo cual dificulta su regeneración (Ortega *et al.* 2020). Particularmente en el estado de Tamaulipas, la SBEC se encuentra en zonas con alta factibilidad agrícola y pecuaria y ha sido tradicionalmente sustituida por pastizales cultivados sin el control adecuado del pastoreo (INEGI 1983).

La vegetación del tipo selva baja ha sido comúnmente asociada como hábitat de animales nocivos para la salud de las poblaciones humanas y del ganado por lo que se ha promovido su destrucción y sustitución por otro tipo de vegetación con la finalidad de obtener a su vez un ingreso económico (Torres-Acosta *et al.* 2016). En este sentido la SBEC es uno de los tipos de vegetación con mayor riesgo de conservación, debido al descenso de su superficie por el cambio de uso de suelo hacia megaproyectos y actividades agropecuarias (Zepeda *et al.* 2017, García *et al.* 2021). Por otra parte, de las especies con importancia para la conservación derivada de usos por la población, y su participación ecológica en las selvas espinosas pueden mencionarse *Brosimum alicastrum*, *Prosopis juliflora*, *Acacia farnesiana*, *Anacardium occidentale*, *Annona muricata*, *Bixa orellana*, *Genipa americana*, *Guazuma ulmifolia*, *Larrea tridentata*, *Muntingia calabura* (FAO 2012). En México hasta el 2015 se tenía registro de 639 528 ha con SBEC (SEMARNAT 2016). Sin embargo, al 2018 se registraban más 652,000 ha con este tipo de vegetación en el país entre vegetación sin perturbación aparente y vegetaciones secundarias (INEGI 2021).

Una herramienta de conservación de los ecosistemas son las Áreas Naturales Protegidas (ANP). En México puede encontrarse el resguardo de vegetación de la SBEC en las ANP de nivel federal como son “Islas del Golfo de California” en Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa y en la llamada “Sierra del Abra Tanchipa” en San Luis Potosí, mientras que en ANP de nivel estatal puede mencionarse el área “Dzilam” en Yucatán (FAO 2012).

Por otra parte, la caracterización cuantitativa de las SBEC y el entendimiento de las comunidades vegetales es fundamental para la elaboración de planteamientos de conservación (Gutiérrez *et al.* 2020). Lo anterior conduce al análisis de la estructura y la composición de las comunidades vegetales. La estructura se representa por la distribución arbórea, en los sentidos tanto horizontal como vertical y está dada por el área basal y volumen, así como por la abundancia, frecuencia y dominancia mientras que la composición describe al número de familias, géneros y especies que se registran dentro de un bosque (Domínguez *et al.* 2018). Por otra parte, es aconsejable definir las unidades biofísicas en las que la vegetación interactúa, así como la presencia de especies invasoras y la reacción de dicha vegetación hacia agentes de disturbio y su composición al momento de realizar el estudio de una comunidad vegetal (Santibañez *et al.* 2015). Además, el estudio de la vegetación posterior a un disturbio en la SBEC revela cambios en la dinámica de las especies que la conforman denotando especies resistentes al disturbio y aquellas altamente competitivas principalmente en zonas en las que pastizales cultivados fueron abandonados (Leirana *et al.* 2009). Por lo anterior y debido a la importancia de conocer el estado que guardan las comunidades

vegetales de la SBEC, el objetivo del presente trabajo es conocer la estructura y composición de las vegetación primaria o conservada y de vegetación secundaria de SBEC presentes en el municipio de San Carlos, Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

El área de estudio se encuentra en las comunidades vegetales con mezquite de la Selva Baja Espinosa Caducifolia (SBEC) presentes en el municipio de San Carlos, Tamaulipas (Figura 1).

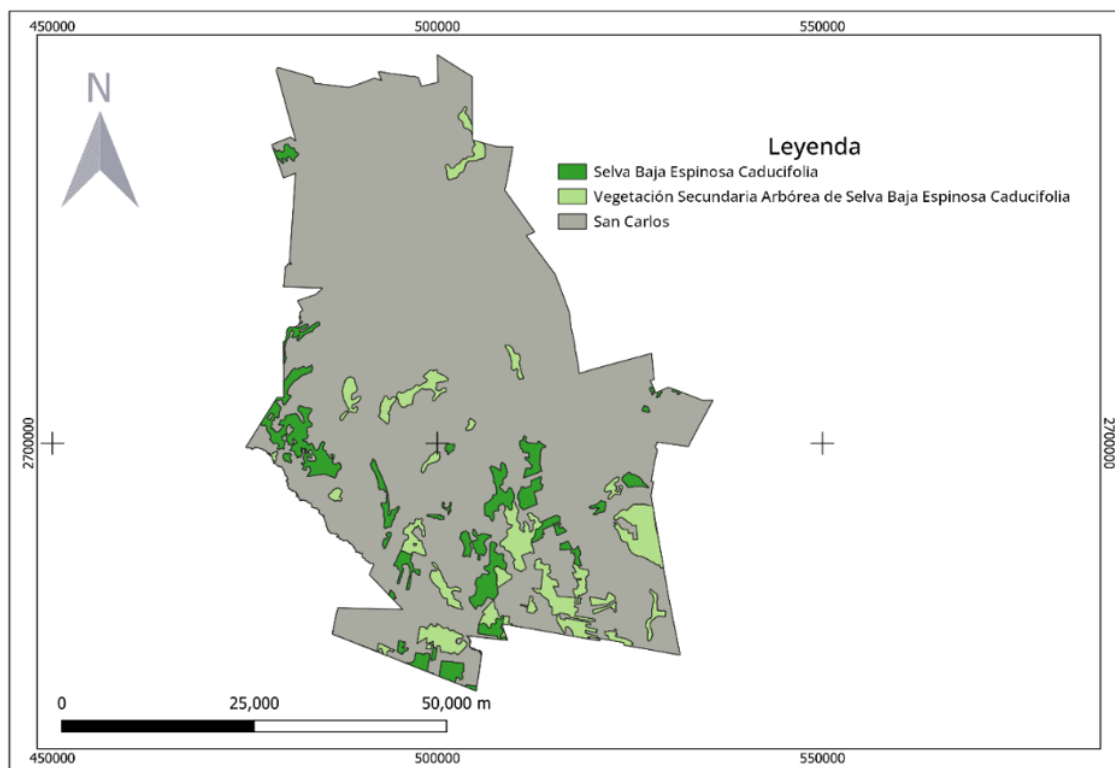


Figura 1. Distribución de la Selva Baja Espinosa Caducifolia en el Municipio de San Carlos, Tamaulipas. (Escala de referencia 1:250 000, referencia espacial: UTM Z14 N, NAD 1927)

Sítios de muestreo

Mediante la Serie VII y III de Uso de suelo y vegetación del INEGI se identificaron aquellas clases en calidad de vegetación primaria (conservada), y secundaria que no sufrieron modificaciones desde el año 2002 de acuerdo a la Serie III (vegetación con más de 21 años) y se excluyó aquella vegetación que parte del año 2018 (Serie VII) (Figura 1) en el municipio de San Carlos, obteniéndose sitios conforme a lo siguiente: SBEC: Vegetación conservada o con bajo grado de impacto aparente de Selva Baja Espinosa Caducifolia. 2SBEC: Vegetación secundaria arbórea de Selva Baja Espinosa Caducifolia con más de 21 años.

Con la finalidad de obtener las mediciones mayormente homogéneas, se excluyeron variables adyacentes a la ubicación de los sitios con SBEC y se redujo el área de estudio a aquellos sitios en los que coincide la vegetación en sus variantes mencionadas y el tipo de suelo en el que se presentan. Para ello se utilizó la carta edafológica de INEGI (2007), estableciéndose estratos de muestreo conforme a lo siguiente: Variante de la vegetación de SBEC + Tipo de suelo en el que predomina las variantes de SBEC.

Muestreos

Se establecieron seis parcelas rectangulares de 50 x 2 m (100 m²) de forma aleatoria dentro de los estratos seleccionados. Las variables medidas fueron: Especie, altura y cobertura de la copa. La cobertura de la copa fue medida en dirección Norte – Sur y Este – Oeste. Los individuos medidos fueron aquellos que presentaron alturas mayores a un metro. Se realizó un pre-muestreo de la vegetación en cada uno de sus estratos con la intención de generar una gráfica de curva especie-área. Esta técnica permite identificar la superficie representativa del muestreo cuando la cantidad de especies deja de aumentar y se mantiene, aunque aumente la superficie de muestreo (Mostacedo y Fredericksen 2000).

Indicadores ecológicos

Fueron considerados los siguientes aspectos e índices ecológicos en cada uno de los estratos para obtener su composición, riqueza, diversidad: Dominancia Relativa (DR). La dominancia relativa de las especies se calculó de acuerdo con el área de copa con la siguiente formula:

$$DR = \frac{\text{Área de Copa de cada especie}}{\text{Área de Copa de todas las especies}} \times 100$$

El cálculo del Área de copa fue dirigido por la ecuación siguiente:

$$AC = \left(\frac{DC}{2}\right)^2 \times \pi$$

Donde: AC = Área de Copa, y DC = Diámetro de Copa.

Abundancia Relativa (AR). La abundancia relativa, también conocida como densidad relativa se calculó con la siguiente ecuación:

$$AR = \frac{\text{No. Individuos por especie}}{\text{No. total de individuos de todas las especies}} \times 100$$

Frecuencia (FR). La frecuencia relativa fue calculada con la siguiente ecuación:

$$FR = \frac{\text{Frecuencia de una especie}}{\text{Suma de Frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

Índice de Valor de Importancia (IVI). El índice Valor de Importancia ecológica es útil para determinar el valor de una especie en su ecosistema considerando su presencia en tanto abundancia, frecuencia y dominancia. Este índice fue calculado mediante la siguiente fórmula:

$$IVI = \frac{DR + AR + FR}{3}$$

Donde: DR = Dominancia Relativa de la especie, AR = Abundancia o densidad relativa de la especie, y FR = Frecuencia relativa de la especie

Análisis de similitud

La similitud entre las comunidades vegetales analizadas fue evaluada mediante el índice de Jaccard, pues de acuerdo con Alanís *et al.* (2020), este índice junto con el índice de Sorensen, son los más utilizados y permiten un análisis cualitativo de la información. La fórmula empleada fue la siguiente

$$Ij = \frac{C}{A + B - C} * 100$$

Donde: Ij = Índice de Jaccard, A = Número de especies en comunidad A, B = Número de especies en comunidad B, y C = Número de especies en común entre las comunidades A y B.

RESULTADOS

Los resultados de la unión de las variables de tipo de vegetación y suelo muestran que la SBEC en las dos variantes analizadas se desarrolla en siete tipos de suelo dentro del municipio de San Carlos, Tamaulipas (Tabla 1).

Tabla 1. Tipos de suelo presentes en zonas de Selva Baja Espinosa Caducifolia.

Vegetación	Tipo de suelo						
	Chernozem (CH)	Calcisol (CS)	Kastañozem (KS)	Leptosol (LP)	Vertisol (VR)	Regosol (RG)	Phaeozem (PH)
Selva Baja Espinosa Caducifolia	x	x	x	x	x		
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Espinosa Caducifolia	x	x	x	x	x	x	x

La vegetación secundaria arbórea de SBEC está presente en la mayoría de los tipos de suelo dentro del municipio de San Carlos y a diferencia de la vegetación conservada se desarrolla también en los suelos de tipo Regosol (RG) y Phaeozem (PH). La distribución de la vegetación conservada de SBEC predomina en suelos de tipo Kastañozem, mientras que la vegetación de 2SBEC se encuentra en mayor proporción en suelos de tipo Leptosol (Tabla 2).

Considerando la predominancia de las variantes de vegetación de SBEC en suelos KS y LP se optó por analizar aquella vegetación en el tipo de suelo KS en el que predomina SBEC (69.4%).

La conformación de los estratos de muestreo resulta de la siguiente forma: SBECKS: Vegetación primaria de Selva Baja Espinosa Caducifolia en suelos de tipo Kastañozem. 2SBECKS: Vegetación secundaria Arbórea de Selva Baja Espinosa Caducifolia mayor a 21 años en suelos de tipo Kastañozem. La distribución de los diferentes estratos se muestra en la Figura 2.

Tabla 2. Tipo de suelo predominante en zonas con Selva Baja Espinosa Caducifolia.

Tipo de Suelo	SBEC		2SBEC	
	Ha	%	Ha	%
CH	61.85	0.4	448.83	2.4
CL	532.99	3.3	1,898.89	10.2
KS	11,089.75	69.4	5,629.14	30.3
LP	3,666.68	23.0	9,756.35	52.4
VR	618.22	3.9	258.30	1.4
RG			607.73	3.3
PH			4.15	0.02

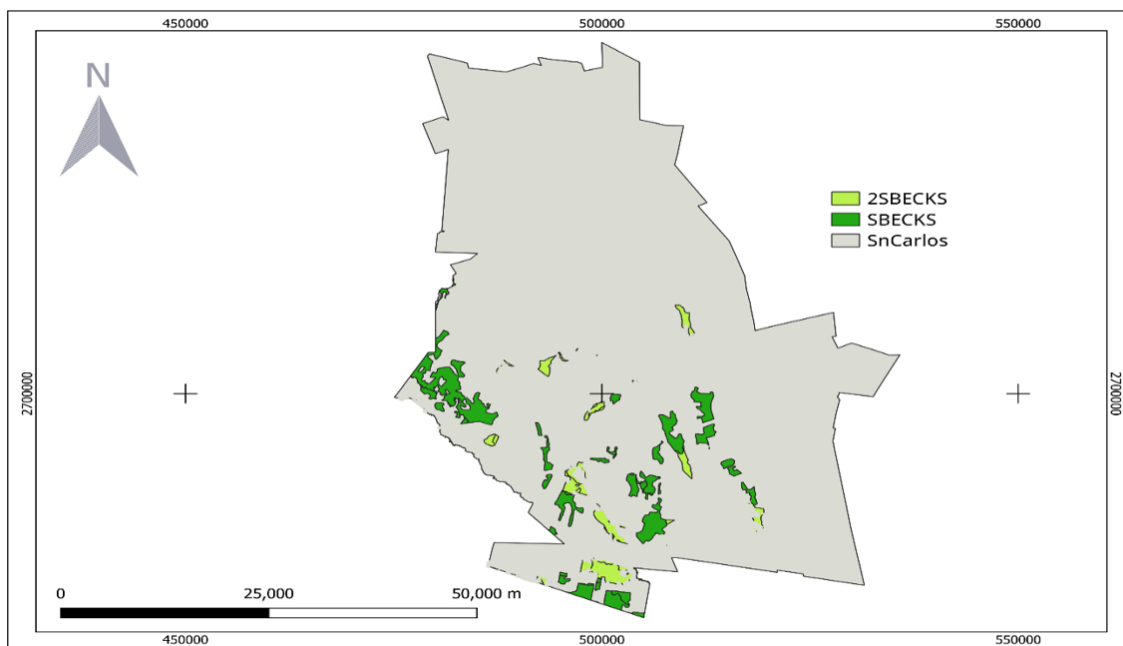


Figura 2. Distribución de SBECKS y 2SBECKS en el municipio de San Carlos, Tamaulipas. (Escala de referencia 1:250 000, referencia espacial: UTM Z14 N, NAD 1927).

Puede distinguirse una distribución de las dos variantes de SBEC hacia el sur del municipio, encontrando 11 089.75 ha con presencia de vegetación primaria y 5 629.14 ha de vegetación secundaria mayor a 21 años (2SBEC) sobre suelos de tipo KS. Se seleccionaron polígonos con superficie ubicada en los ejidos de Prof. Graciano Sánchez y Puerto Rico del citado municipio para la toma de muestras de SBEC (Figura 3) bajo las coordenadas 24° 10' 27.4" Norte 99° 02' 41.4" Oeste y 2SBEC en las coordenadas 24° 14' 16.4" LN 98° 59' 28.0" LO, respectivamente (Figura 4).

Se encontraron hasta 19 especies diferentes en la vegetación de tipo 2SBECKS volviéndose constante desde los 400 m² muestreados, mientras que en la vegetación primaria (SBECKS) se encuentran hasta 12 especies diferentes constantes hasta los 500 m² (Figura 5).

La riqueza de especies identificada para los dos tipos de vegetación analizados se muestra en las tablas 3 y 4.



Figura 3. Sitio seleccionado con vegetación de SBECKS en el Ejido Prof. Graciano Sánchez, San Carlos, Tamaulipas.

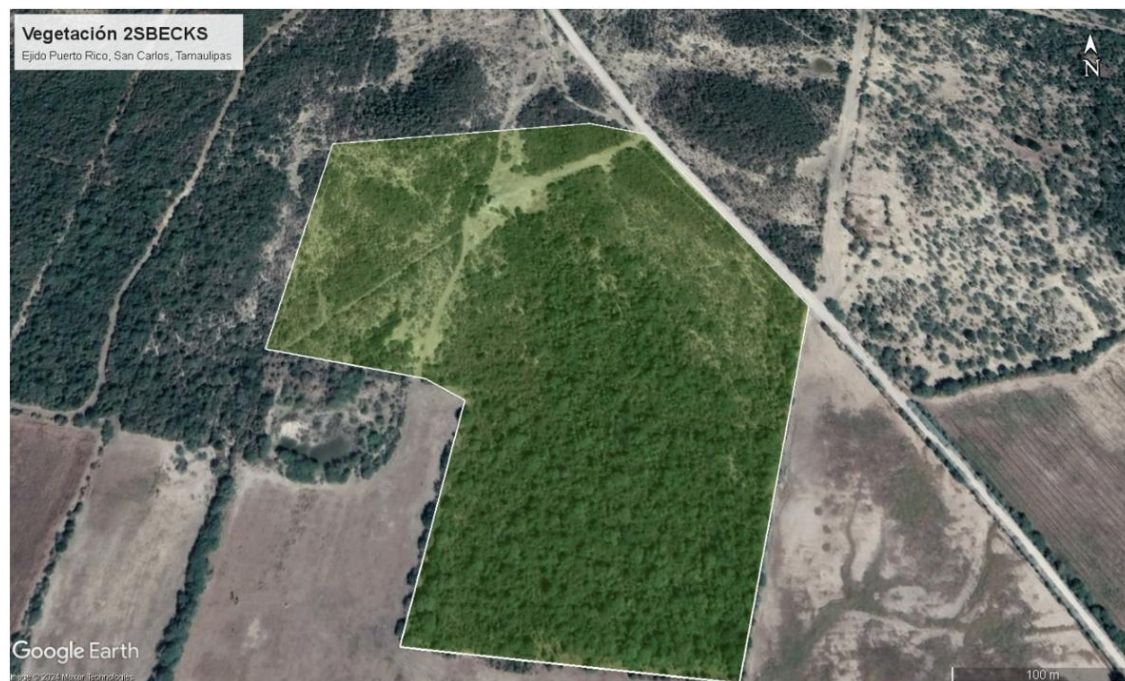


Figura 4. Sitio seleccionado con vegetación de 2SBEC, en el Ej. Puerto Rico, San Carlos, Tamaulipas.

La vegetación secundaria arbórea de SBEC presenta mayor diversidad de especies en comparación con la vegetación primaria (SBECKS). Destacan especies como *Agave americana*, *Cordia boissieri*, *Guaiacum angustifolium*, *Havardia pallens*, *Karwinskia humboldtiana*, *Stenocereus thurberi*, *Vachellia*

rigidula, *Yucca gigantea* y *Zanthoxylum fagara*, que no se encontraron dentro de la vegetación primaria.

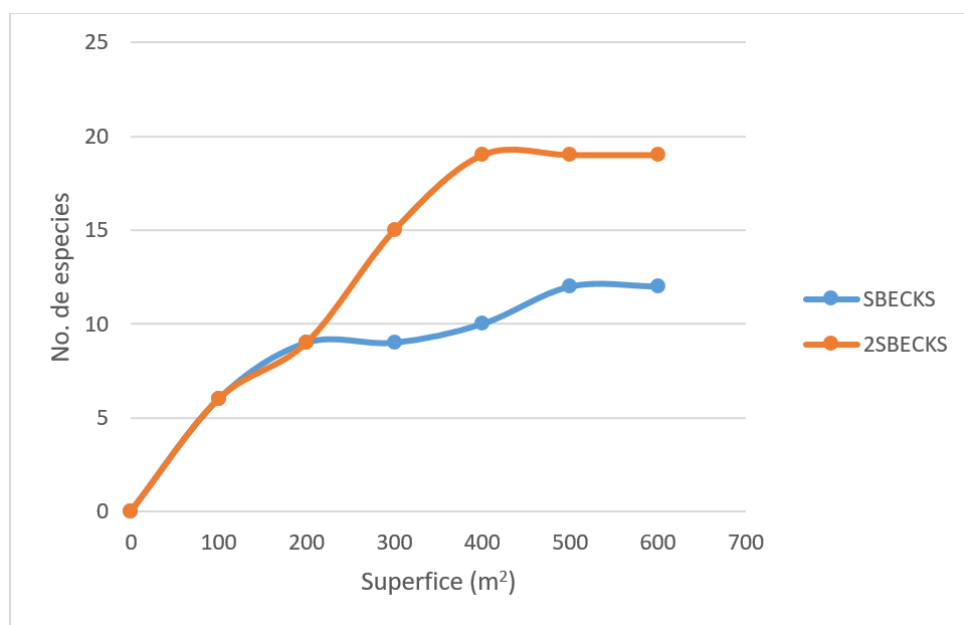


Figura 5. Acumulación de especies en sitios muestreados

Tabla 3. Riqueza en SBECKS.

No	Especie	No	Especie
1	<i>Aloysia wrightii</i>	7	<i>Opuntia engelmannii</i>
2	<i>Parkinsonia texana</i>	8	<i>Parkinsonia aculeata</i>
3	<i>Condalia hookeri</i>	9	<i>Neltuma laevigata</i>
4	<i>Croton arboreus</i>	10	<i>Quadrella incana</i>
5	<i>Leucophyllum frutescens</i>	11	<i>Randia aculeata</i>
6	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	12	<i>Ziziphus obtusifolia</i>

Tabla 4. Riqueza en 2SBECKS.

No	Especie	No	Especie
1	<i>Agave americana</i>	11	<i>Opuntia engelmannii</i>
2	<i>Aloysia wrightii</i>	12	<i>Neltuma laevigata</i>
3	<i>Parkinsonia texana</i>	13	<i>Quadrella incana</i>
4	<i>Condalia hookeri</i>	14	<i>Randia aculeata</i>
5	<i>Cordia boissieri</i>	15	<i>Stenocereus thurberi</i>
6	<i>Croton arboreus</i>	16	<i>Vachellia rigidula</i>
7	<i>Guaiacum angustifolium</i>	17	<i>Yucca gigantea</i>
8	<i>Havardia pallens</i>	18	<i>Zanthoxylum fagara</i>
9	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	19	<i>Ziziphus obtusifolia</i>
10	<i>Leucophyllum frutescens</i>		

Indicadores ecológicos

Los indicadores ecológicos de Abundancia relativa (Ar), Dominancia relativa (Dr), Frecuencia relativa (Fr) para la vegetación primaria (SBECKS) se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Indicadores ecológicos de SBECKS.

Especie	AR	FR	DR
<i>Aloysia wrightii</i>	0.43%	2.70%	0.32%
<i>Parkinsonia texana</i>	2.58%	5.41%	6.15%
<i>Condalia hookeri</i>	2.15%	2.70%	2.89%
<i>Croton arboreus</i>	35.19%	16.22%	14.60%
<i>Leucophyllum frutescens</i>	6.44%	5.41%	3.08%
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	3.00%	13.51%	2.97%
<i>Opuntia</i> spp.	3.43%	5.41%	2.28%
<i>Parkinsonia aculeata</i>	0.43%	2.70%	0.47%
<i>Neltuma laevigata</i>	18.88%	13.51%	53.86%
<i>Quadrella incana</i>	10.30%	8.11%	3.55%
<i>Randia aculeata</i>	12.02%	10.81%	7.08%
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	5.15%	13.51%	2.76%

La vegetación primaria de selva baja espinosa caducifolia esta mayormente representada por la especie *Croton arboreus*, sin embargo, es el mezquite (*Neltuma laevigata*), la especie dominante. Por otro lado, en menor representación se puede encontrar a la especie *Aloysia wrightii* (oreganillo) con los valores más bajos de abundancia, frecuencia y densidad relativas (Tabla 5).

En la Tabla 6 se muestran los indicadores ecológicos resultantes en la vegetación de tipo 2SBECKS. La vegetación secundaria de Selva Baja Espinosa Caducifolia en el área estudiada se representa por una mayor cantidad de individuos de *Leucophyllum frutescens* (Cenizo), situación que se ve reflejada en la dominancia relativa de esta especie, sin embargo, es *Quadrella incana*, la especie que más se encuentra distribuida en este tipo de vegetación secundaria.

La importancia ecológica de las especies en la vegetación conservada de SBEC pone de manifiesto el rol significativo del mezquite (*Neltuma laevigata*) al obtener el porcentaje más alto del valor de importancia detectado en este tipo de vegetación (86.26%), propiamente representado por una dominancia relativa del 53.86%, seguido por la especie croton (*Croton arboreus*), principalmente atribuido a la abundancia relativa de esta especie (Figura 6).

Por otro lado, en la vegetación secundaria de SBEC la importancia ecológica de *Leucophyllum frutescens* (Cenizo) es notoria al observarse valores de IVI superiores al 60% principalmente derivado de una abundancia relativa por el orden de 22% y una dominancia de 14%. Por otra parte, la importancia ecológica del mezquite en el ecosistema se presenta después del cenizo con un IVI del 46% y 32.94% de dominancia relativa (Figura 7).

En la vegetación secundaria arbórea de SBEC (2SBECKS). Se encontró la mayor cantidad de especies, distribuidas en un total de 12 familias mientras que en SBECKS se encontraron ocho familias. La familia con mayor número de especies en 2SBECKS fue Capparaceae con un total de seis especies registradas, mientras que para esta familia en SBECKS se encontró solo a la especie

Quadrella incana. En la vegetación de SBECKS la familia con mayor número de especies, fue Fabaceae con un total de tres especies registradas, por otra parte, en 2SBECKS esta familia registró un total de cuatro especies. La riqueza de acuerdo con las diferentes familias encontradas en SBECKS y 2SBECKS se muestran en la Figura 8.

Tabla 6. Indicadores ecológicos de 2SBECKS.

Especie	AR	FR	DR
<i>Agave americana</i>	0.68%	2.33%	0.35%
<i>Aloysia wrightii</i>	0.68%	2.33%	0.30%
<i>Parkinsonia texana</i>	0.68%	2.33%	0.54%
<i>Condalia hookeri</i>	21.62%	4.65%	13.59%
<i>Cordia boissieri</i>	0.68%	2.33%	0.25%
<i>Croton arboreus</i>	4.05%	6.98%	3.90%
<i>Guaiacum angustifolium</i>	4.05%	4.65%	0.74%
<i>Havardia pallens</i>	0.68%	2.33%	0.74%
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	1.35%	4.65%	0.81%
<i>Leucophyllum frutescens</i>	22.30%	11.63%	14.14%
<i>Opuntia spp.</i>	0.68%	2.33%	0.54%
<i>Neltuma laevigata</i>	6.76%	6.98%	32.94%
<i>Quadrella incana</i>	4.05%	13.95%	2.53%
<i>Randia aculeata</i>	10.81%	6.98%	8.03%
<i>Stenocereus thurberi</i>	10.81%	6.98%	5.96%
<i>Vachellia rigidula</i>	6.76%	9.30%	8.39%
<i>Yucca gigantea</i>	0.68%	2.33%	3.58%
<i>Zanthoxylum fagara</i>	0.68%	2.33%	1.87%
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	2.03%	4.65%	0.80%

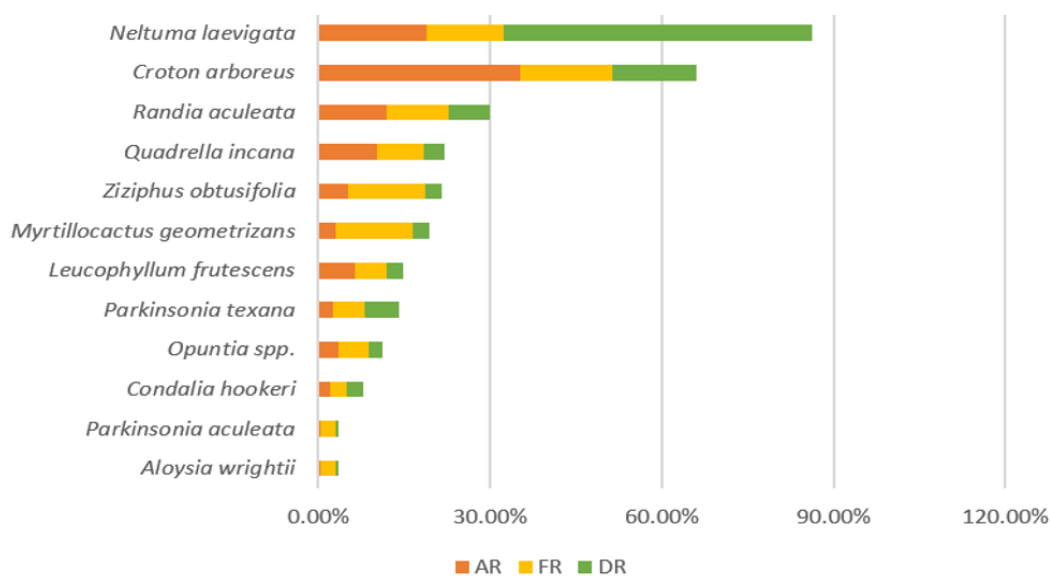


Figura 6. Índice Valor de Importancia en SBECKS

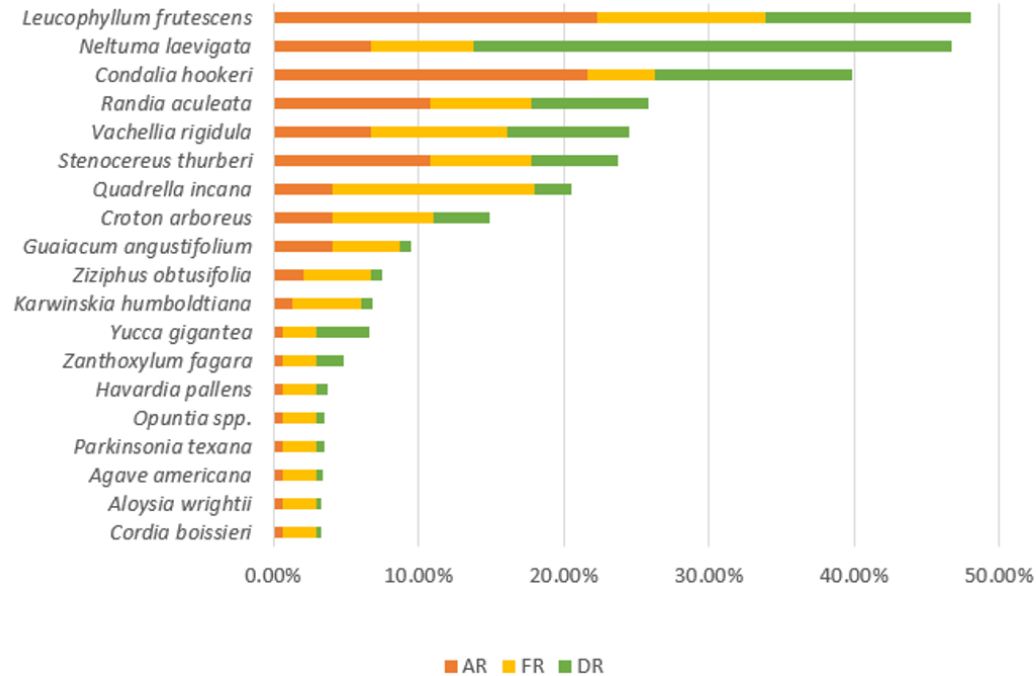


Figura 7. - Índice Valor de Importancia en 2SBECKS

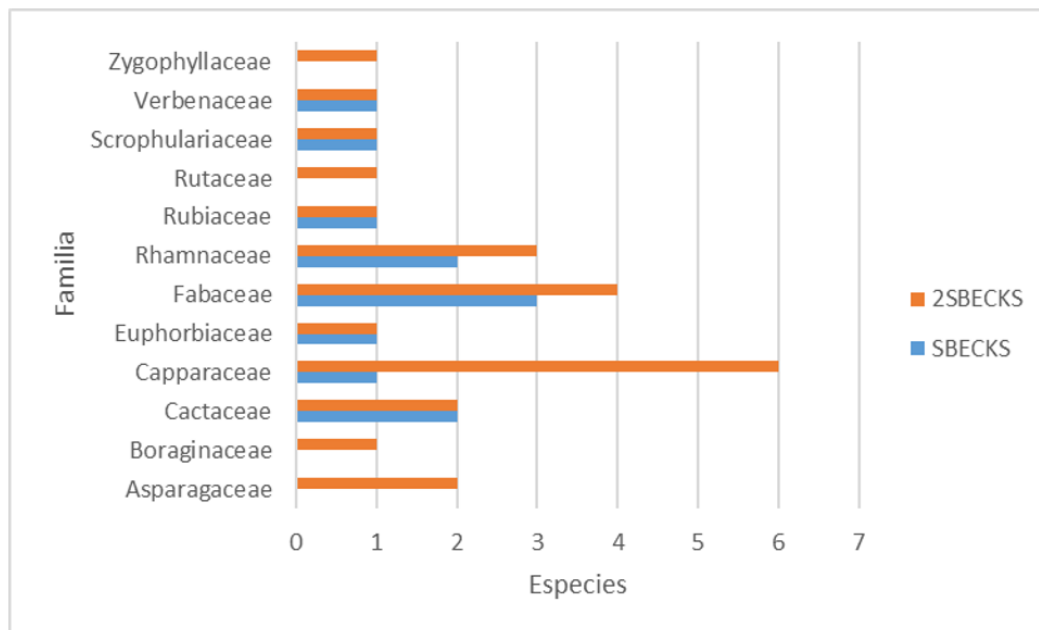


Figura 8.- Familias botánicas presentes en SBECKS y 2SBECKS

La vegetación de SBECKS y 2SBECKS se distinguen por la presencia y/o ausencia de familias botánicas. Destaca la ausencia de especies de las familias, *Zygophyllaceae*, *Rutaceae*, *Boraginaceae* y *Asparagaceae* en la vegetación de SBECKS, mientras que todas las familias registradas se encuentran en 2SBECKS.

El análisis cualitativo con el índice de Jaccard indicó un 47.62 % de similitud entre las vegetaciones del tipo SBECKS y 2SBECKS. Las especies que se comparten son las siguientes *Aloysia wrightii*,

Parkinsonia texana, *Condalia hookeri*, *Croton arboreus*, *Leucophyllum frutescens*, *Opuntia* spp, *Neltuma laevigata*, *Quadrella incana*, *Randia aculeata*, y *Ziziphus obtusifolia*. Índices de similitud bajos sugieren una alta tasa de recambio total de especies, debido a los factores de tiempo y espacio (Leirana *et al.* 2009).

DISCUSIÓN

En el presente estudio se encontró una similitud de 47.62% entre la vegetación conformada por las especies de vegetación conservada de SBEC y vegetación secundaria arbórea de SBEC. Las diferencias radican principalmente en una mayor presencia de especies en los sitios que obedecen a una regeneración de este tipo de vegetación, esta mayor abundancia podría tener un efecto determinante en la estructura con la que se conforma la regeneración de los ecosistemas que han sido perturbados. Si se considera el área conservada de SBEC como la referencia del ecosistema podría esperarse el ascenso en el valor de importancia de la especie *Neltuma laevigata* en los sitios en donde esta vegetación se encuentra regenerándose, pues la dominancia que genera esta especie supera a las demás, dada principalmente por la cobertura que genera su follaje. Por otra parte, la presencia de *Leucophyllum frutescens* puede indicar una especie altamente adaptable al disturbio y muy competitiva en las etapas primarias de la sucesión ecológica en este ecosistema. Cabe mencionar en este sentido la presencia de oreganillo (*Aloysia wrightii*) en ambos estratos de vegetación, cuyo interés de uso es reconocido por la población al utilizarse como condimento en la cocina tradicional de la región, así como usos medicinales. La presencia poco notoria en la estructura de los estratos evaluados podría indicar por un lado el aprovechamiento continuo de la especie y por otra parte características de resiliencia ante impactos de carácter antropogénico.

Evaluaciones sobre la Selva Baja Espinosa Caducifolia son escasos en el norte de México dada su restringida distribución en comparación con otras formaciones vegetales. Al sur del país pueden mencionarse algunas evaluaciones sobre SBEC como las realizadas por Leirana *et al.* (2009) quienes al igual que en el presente estudio datan diferencias en la abundancia de las especies relacionada con el tiempo de regeneración del ecosistema.

Por otra parte, existen varios esfuerzos por caracterizar la Selva Baja Caducifolia (SBC), sin embargo, aunque no ostentan de una comparación completa con la SBEC comparte algunas características con el presente estudio. Al Sur de México se realizó una comparación de vegetación cercana a vegetación primaria o con muy poco disturbio y vegetación secundaria de SBC, encontrándose una representación de la flora principalmente derivada de las familias, Fabaceae y Rubiaceae (Rodríguez *et al.* 2019), lo cual coincide con la SBEC de vegetación primaria en este estudio y la presencia de especies pertenecientes a la familia Fabaceae, no obstante la familia Rubiaceae se presenta con la menor cantidad de especies registradas tanto para la vegetación conservada como la vegetación secundaria arbórea de esta selva. En Tamaulipas, la Selva Baja Caducifolia es reconocida por especies productoras de néctar en la época de verano, con origen principalmente de la familia Fabaceae (González *et al.* 2020).

Selvas Bajas Caducifolias en estado de regeneración demostraron hasta 21 familias con la mayor representatividad en Fabaceae, Anacardiaceae, Burseraceae, Malvaceae y Rubiaceae (Ortega *et al.*

2020). Por otra parte, en la SBC de Oaxaca se han registrado hasta 43 familias con especies leñosas, sin embargo, es Fabaceae la más representativa (Silva *et al.* 2018).

CONCLUSIONES

Las características estructurales y de composición entre los tipos de vegetación de Selva Baja Espinosa Caducifolia conservada y Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Espinosa Caducifolia en el municipio de San Carlos, denotan diferencias en especies, con mayor riqueza en la vegetación en estado de regeneración. Las especies de mayor importancia ecológica son el mezquite (*Neltuma laevigata*) en la vegetación conservada de SBEC y la especie conocida como cenizo (*Leucophyllum frutescens*) en la vegetación secundaria arbórea de SBEC. Lo anterior es de relevancia en la generación de programas y proyectos de restauración y conservación, pues son factores en los que interviene el tiempo de regeneración que tiene una comunidad vegetal. Es aconsejable considerar el estudio de vegetaciones de la SBEC con un menor periodo de regeneración para confirmar la dinámica de especies presentes en estas composiciones florísticas.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONHACYT) por el financiamiento de la beca No. 822949 con vigencia del 01/08/2022 al 31/07/2024. Al proyecto ProNacEs 000000000322669 “Valoración y resignificación del patrimonio cultural y biocultural de la región mezcalera de la Sierra de San Carlos, Tamaulipas” por el recurso financiero para la realización de salidas a campo.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

LITERATURA CITADA

- Alanís-Rodríguez E, Mora-Olivo A, Marroquín-De-La-Fuente J (2020) Muestreo ecológico de la vegetación. Editorial universitaria UANL. Nuevo León, México. 204p.
- CONABIO (2022) Selvas Secas. <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/selvaSeca>. Fecha de consulta: 28 de marzo de 2025
- Cruz A, Cruz R (2020) De la selva baja caducifolia al sistema silvopastoril tradicional en la Sierra de Huautla, Morelos. Revista Mexicana Ciencias Agrícolas 11: 1943-1955. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i8.2749>
- Domínguez TG, Hernández BN, González H, Cantú I, Alanís E, Alvarado MDS (2018) Estructura y composición de la vegetación en cuatro sitios de la Sierra Madre Occidental. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 9: 9-34. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i50.227>
- FAO (2012) Situación de los Recursos Genéticos Forestales en México. FAO. 297P <http://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/be793s>. Fecha de consulta: 28 de marzo de 2025

- Flores-Guido JS, Durán-García R, Ortiz-Díaz JJ (2010) Comunidades vegetales terrestres. En: Durán R, Méndez M (eds) Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. Yucatán, México. pp: 125-129.
- García A, Valle R, Monroy R (2021) El patrimonio biocultural de la selva baja caducifolia, Sierra de Huautla, Morelos. *Inventio* 17: 1-13. <https://doi.org/10.30973/inventio/2021.17.41/3>
- González M, Mora A, Villanueva R, Lara M, Vanoye V, Guerra A (2020) Diversidad de la flora de interés apícola en el estado de Tamaulipas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 11: 914-913. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i3.4717>
- Gutiérrez C, Cabrera GG, Contreras A, Cach H (2020) Estructura y composición florística de la selva baja caducifolia espinosa de Lerma Campeche, México. *Foresta Veracruzana* 22: 1-13.
- INEGI (1983) Síntesis geográfica del estado de Tamaulipas. INEGI. México D.F., México. 158P.
- INEGI (2007) Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250 000 Serie II (Continuo Nacional). <http://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825235659>. Fecha de consulta: 28 de marzo de 2025
- INEGI (2022) Guía para la interpretación de cartografía Uso del suelo y vegetación Escala 1:250 000 Serie VII. INEGI. Aguascalientes, México. 268p.
- INEGI (2021) Serie VII de Uso de Suelo y Vegetación (Conjunto de datos continuos nacionales). <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/usv250s7gw.html>.
- Leirana JL, Hernández S, Salinas L, Guerrero L (2009) Cambios en la estructura y composición de la vegetación relacionados con los años de abandono de tierras agropecuarias en la selva baja caducifolia espinosa de la Reserva de Dzilam, Yucatán. *Polibotánica* 27: 53-70.
- Mostacedo B, Fredericksen TS (2000) ¿Como determinar el número adecuado de muestras? En Mostacedo B, Fredericksen TS (Eds) Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Editorial El País. Santa Cruz, Bolivia. pp: 19-24.
- Ortega V, Sánchez EI, Sánchez L, Luis MDA, Ruvalcaba G (2020) Vegetación arbórea de selvas bajas caducifolias en suelos litosoles y regosoles eutrícos degradados. *Terra Latinoamericana* 38: 377-390. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.611>
- Ramírez M, Terrazas T, Aguilar S, Martínez JG (2017) Anatomía de la madera de especies de la selva baja caducifolia de Tamaulipas, México. *Madera y Bosques* 23: 21-41. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2321126>
- Rodríguez PV, Levy SI, Ramírez N, Estrada E (2019) Análisis comparativo de la vegetación de fundo legal y la vegetación madura en el Poblado de Yaxcabá, Yucatán, México. *Botanical Sciences* 97: 50-64. <https://doi.org/10.17129/botsci.2024>
- Santibáñez G, Castillo S, Martínez Y (2015) Evaluación del estado de conservación de la vegetación de los bosques de una cuenca heterogénea del Valle de México. *Bosque* 36: 299-313. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002015000200015>
- SEMARNAT (2016) Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. Edición 2015. SEMARNAT. Ciudad de México, México. 498p.
- Silva M, Castro AE, Castillo G, Perales H (2018) Estructura de la vegetación leñosa en tres áreas con Selva Baja Caducifolia en el Istmo-Costa de Oaxaca, México. *Biología Tropical* 66: 863-879.
- Torres-Acosta, JFJ, González-Pech PG, Ortiz-Ocampo GI, Rodríguez-Vivas RI, Tun-Garrido JC, Ventura-Cordero J, Castañeda-Ramírez GS, Hernández-Bolio GI, Sandoval-Castro CA, Chan-Pérez JI, Ortega-Pacheco A (2016) Revalorizando el uso de la selva baja caducifolia para la producción de rumiantes. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 19: 73-80.
- Zepeda C, Burrola C, White L, Rodríguez C (2017) Especies leñosas útiles de la selva baja caducifolia en la Sierra de Nanchititla, México. *Madera y Bosques* 23: 101-119. <http://doi.org/10.21829/myb.2017.23314>