

# Composición y diversidad arbórea de un bosque de coníferas en el suroeste de Chihuahua, México

Floristic composition and diversity of a coniferous forest in southwest of Chihuahua, México

Juan Martín Villela-Suárez

Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Carretera Linares-Cd. Victoria km 145.  
Apartado Postal 41. C. P. 67700, Linares, N. L. México.

Guadalupe Geraldine García-Espinoza

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez".

Jonathan Jesús Marroquín-Castillo

Oscar Alberto Aguirre-Calderón

Eduardo Javier Treviño-Garza

Eduardo Alanís-Rodríguez\*

Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Carretera Linares-Cd. Victoria km 145.  
Apartado Postal 41. C. P. 67700, Linares, N. L. México.

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

## Resumen

Se evaluó la composición y diversidad arbórea de un bosque de coníferas en el suroeste del estado de Chihuahua. Se establecieron 10 130 sitios de muestreo en el año 2013, en rodales bajo manejo silvícola. Se registró información solo para las especies arbóreas con diámetro normal mayor a 7.5 cm. Las variables cuantificadas en campo fueron especie, diámetro normal y altura total. A nivel comunidad se estimaron los índices de Margalef ( $D_{Mg}$ ), Shannon-Weiner ( $H'$ ) y a nivel especie los parámetros ecológicos de abundancia ( $AR_i$ ), dominancia ( $DR_i$ ), frecuencia ( $FR_i$ ) absoluta y relativa e índice de valor de importancia ecológica ( $IVI$ ). La familia Pinaceae se encuentra representada por cuatro géneros y 10 especies, Fagaceae con dos géneros y dos especies, Cupressaceae con dos géneros y una especie y Ericaceae con un género y una especie. *Pinus duranguensis* Martínez presentó los valores relativos más altos de abundancia, dominancia y frecuencia. Las especies de mayor importancia ecológica fueron *Pinus duranguensis* y *Quercus sideroxyla* Humb. & Bonpl.

**Palabras clave:** Biodiversidad, parámetros ecológicos, Pinaceae, *Pinus duranguensis* Martínez y *Quercus sideroxyla* Humb. & Bonpl.

## Abstract

In the present study composition of tree species and diversity in a coniferous forest in the southwest of the state of Chihuahua was evaluated. The data used come from 10 130 sampling sites established in 2013 in stands with silvicultural management, the information was registered only for trees over 7.5 cm of diameter at breast height. The quantified variables were: the species, number of trees, diameter at breast height, basal area and total height. The Margalef ( $D_{Mg}$ ), Shannon-Weiner ( $H'$ ) indexes and the ecological parameters of abundance ( $AR_i$ ), relative dominance ( $DR_i$ ), absolute and relative frequency ( $FR_i$ ) and the importance value index ( $IVI$ ) of each species were estimated. The Pinaceae family was represented by four genera and 10 species, Fabaceae with two genera and two species, Cupressaceae with two genera and one specie and Ericaceae with one genera and one specie were obtained. *Pinus duranguensis* Martínez presented the highest relative values of abundance, dominance and frequency. *Pinus duranguensis* and *Quercus sideroxyla* Humb. & Bonpl. are the species of greater ecological importance.

**Keywords:** Biodiversity, ecological parameters, Pinaceae, *Pinus duranguensis* Martínez and *Quercus sideroxyla* Humb. & Bonpl.

## Introducción

Las coníferas son los componentes dominantes de diversos tipos de vegetación. En México crecen desde el nivel del mar hasta por encima de los 4 000 m, la mayor diversidad se encuentra en los bosques montañosos de la Sierra Madre Occidental y Sierra Madre Oriental (Sánchez-González, 2008). En la Sierra Madre Occidental se presenta la mayor diversidad de asociaciones de *Pinus*, *Quercus* y *Arbutus* a nivel mundial (Gernandt y Pérez-De La Rosa, 2014). En el estado de Chihuahua, se encuentran cuatro géneros y 21 especies de *Pinus* que representan el 34% del total nacional; igual que los *Quercus*, las pináceas forman parte inherente de los bosques templados de la zona (González-Elizondo *et al.*, 2012; Lebgue-Keleng *et al.*, 2015). En el manejo sustentable de masas forestales es primordial conservar la biodiversidad, mantener la composición forestal, sus valores asociados y el paisaje del ecosistema (Hernández- Salas *et al.*, 2013). La estructura del bosque se refiere, por lo general la manera en que los atributos de los árboles se distribuyen dentro de un ecosistema forestal, asociado con un cierto grado de heterogeneidad de la riqueza que se denomina diversidad. En una comunidad vegetal, la diversidad no solo se refiere a la riqueza de especies, también a un rango de fenómenos que determinan la heterogeneidad dentro de una comunidad de árboles, incluyendo la diversidad de tamaños de árboles (Gadow *et al.*, 2012). En las áreas bajo manejo, los tratamientos silvícolas modifican la estructura de los bosques, es por ello que su conocimiento, aunado a la dinámica de rodales, es fundamental para garantizar la sostenibilidad de estos ecosistemas (Castellanos-Bolaños *et al.*, 2008). Debido a lo anterior, se considera importante dar continuidad al estudio ecológico cuantitativo de las comunidades de los bosques de coníferas presentes en el estado de Chihuahua. De ahí que el objetivo de la presente investigación es evaluar la composición arbórea de los bosques de coníferas del suroeste del estado de Chihuahua.

## Materiales y Métodos

### Área de estudio

El estudio se desarrolló en un bosque de coníferas del norte de México, en el ejido de Chinatu en el municipio de Guadalupe y Calvo, Chihuahua (Figura 1). Se encuentra entre las coordenadas 26° 10' 51" LN y los 106° 45' 39" LO, a una altitud promedio de 2 400 m. Los tipos de suelo predominantes en el área de estudio son Litosol, Regosol y Feozems en menor cantidad. El clima está clasificado como templado semi-frío, subhúmedo con verano fresco y lluvias en verano, la temperatura media anual de la región es de 13.7 °C, con una precipitación media anual de 1,200 mm (Chávez, 2009).

El ejido Chinatu tiene una superficie de 145 100 hectáreas, de las cuales 51 642.3 ha son bosques aprovechables de *Pinus* y *Quercus*. Desde al año 2013 se implementa un sistema de manejo mixto bajo los esquemas de Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (MMOBI) y Método de Desarrollo Silvícola (MDS), además se realizan prácticas para la conservación de la biodiversidad, la identificación de hábitats y atributos de alto valor para su conservación (García *et al.*, 2019).

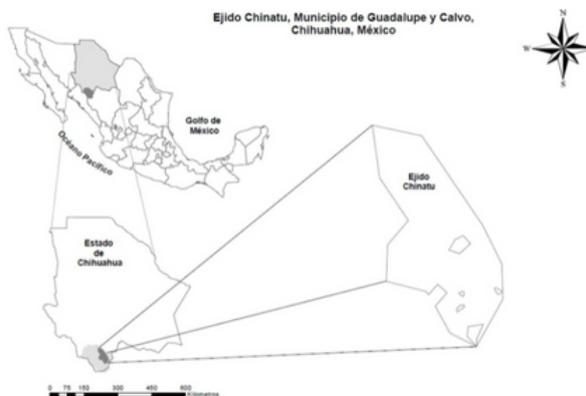


Figura 1. Ubicación del área de estudio. La imagen superior izquierda muestra México, la inferior izquierda el estado de Chihuahua, donde se aprecia la localización del municipio de Guadalupe y Calvo, y en la imagen de la derecha se muestra la ubicación espacial del Ejido Chinatu.

### Análisis de la vegetación

Se establecieron 10 130 sitios de muestreo en rodales bajo manejo forestal del Ejido Chinatu evaluados en el año 2013. Los sitios fueron circulares con una superficie de 1000 m<sup>2</sup> distribuidos bajo el esquema de muestreo aleatorio estratificado con una intensidad de 1.96%, la

superficie estudiada fue de 1 013 ha. Se registró información de las especies arbóreas mayores de 7.5 cm de diámetro medidos a 1.3 m de altura, las variables cuantificadas en campo fueron especie, diámetro a la altura de pecho y altura total.

En cada sitio de muestreo se colectó y/o registró el material botánico fértil (flor y/o fruto) el cual se preparó usando los métodos sugeridos por Lot y Chiang (1986). Se determinó por taxonomía las especies por medio de bibliografía especializada, como monografías de géneros y catálogos (Debreczy y Rácz, 1995; Borhidi, 2013), así como en floras y listados locales (Calderón y Rzedowski, 2001; García-Arévalo y González-Elizondo, 2003; Del Castillo *et al.*, 2004). Para verificar la nomenclatura correcta de las especies se utilizó la plataforma Tropicos® (Tropicos, 2020).

### Análisis de la información

A nivel comunidad vegetal se estimó el índice de Margalef ( $D_{Mg}$ ). La diversidad, en términos del grado de heterogeneidad dentro de las especies, se calculó con el índice de Shannon-Weiner ( $H'$ ), con las fórmulas siguientes:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln(N)}$$

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

$$p_i = n_i / N$$

Donde:  $S$  es el número de especies presentes,  $N$  el número total de individuos y  $n$  el número de individuos de la especie  $i$ .

A nivel especie se utilizó el índice de valor de importancia ecológica ( $IVI_{rel}$ ) para detectar las especies más importantes en el área de estudio. Para lo cual se estimaron los parámetros ecológicos de abundancia ( $AR_i$ ), dominancia ( $DR_i$ ) y frecuencia ( $FR_i$ ) relativa de cada especie (Magurran 2004).

Para la estimación de la abundancia relativa se empleó la siguiente fórmula:

$$A_i = N_i / S$$

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

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

La dominancia relativa se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$D_i = Ab_i / S(ha)$$

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

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

La frecuencia relativa se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$F_i = P_i / NS$$

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

Donde:  $F_i$  es la frecuencia absoluta,  $FR_i$  es la frecuencia relativa de la especie  $i$  respecto a la frecuencia total,  $P_i$  es el número de sitios en la que está presente la especie  $i$  y  $NS$  el número total de sitios de muestreo.

El índice de valor de importancia ( $IVI$ ) se calculó con la fórmula:

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

### Resultados y discusión

Se registraron 15 especies pertenecientes a siete géneros y cuatro familias. La familia con mayor riqueza de especies fue Pinaceae (10 especies), seguida por Cupressaceae y Fagaceae (dos en ambos casos), y con solo una especie Ericaceae (Cuadro 1).

El valor de riqueza del índice de Margalef fue de  $D_{Mg} = 1.21$  y con un índice de Shannon-Wiener de 0.92.

Respecto a la abundancia, la comunidad evaluada presenta 228 individuos por hectárea. Representando *Pinus durangensis* cerca de una tercera parte de la abundancia absoluta (28.51%), seguida por *Quercus sideroxylla*, *Quercus fulva* y *Pinus arizonica*, que en conjunto sumaron el 40.31% de la abundancia absoluta de la comunidad vegetal (Cuadro 2).

Cuadro 1. Nombre científico, nombre común, familia y forma de vida de las especies presentes en el área de estudio.

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma de vida
Pinaceae	<i>Abies durangensis</i> Martínez var. <i>durangensis</i>	Abeto	Árborea
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth.	Madroño	Árborea
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Cedro blanco	Árborea
Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i> Steud. var. <i>pachyphloea</i> (Torr.) Martínez	Táscate	Árborea
Pinaceae	<i>Picea chihuahuana</i> Martínez	Pinabete	Árborea
Pinaceae	<i>Pinus arizonica</i> Engelm. var. <i>arizonica</i>	Pino espinoso	Árborea
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenb. ex Schldl. var. <i>ayacahuite</i>	Pino piña	Árborea
Pinaceae	<i>Pinus durangensis</i> Martínez	Pino colorado	Árborea
Pinaceae	<i>Pinus engelmannii</i> Carrière	Pino real	Árborea
Pinaceae	<i>Pinus herrerae</i> Martínez	Pino chino	Árborea
Pinaceae	<i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schldl. et Cham.	Pino prieto	Árborea
Pinaceae	<i>Pinus lambertii</i> B. L. Rob et Fernald	Pino triste	Árborea
Pinaceae	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.)	Pinabete	Árborea
Fagaceae	<i>Quercus fulva</i> Liebm.	Encino	Árborea
Fagaceae	<i>Quercus sideroxyla</i> Humb. & Bonpl.	Encino	Árborea

Cuadro 2. Especies registradas en el área de estudio (ordenadas según su valor de importancia (IVI). Se presentan la Abundancia (A) en términos de densidad de individuos (N/ha) y Abundancia relativa (AR); Dominancia absoluta (D), expresada como la cobertura (m<sup>2</sup>/ha), y Dominancia relativa (DR); y Frecuencias absoluta (F) y relativa (FR). Las especies con asterisco (\*) se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales para el estado de Chihuahua.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	N/ha	AR	m <sup>2</sup>	DR	Sitios	FR	
<i>Pinus durangensis</i> Martínez	65	28.51	2.45	27.22	7144	17.58	25.19
<i>Quercus sideroxyla</i> Humb. & Bonpl.	35	15.39	1.91	21.22	5462	13.44	14.39
<i>Quercus fulva</i> Liebm.	27	11.78	0.9	10.00	5599	13.78	12.15
<i>Pinus arizonica</i> Engelm. var. <i>arizonica</i>	30	13.14	1.11	12.33	3929	9.67	12.05
<i>Pinus herrerae</i> Martínez	19	8.3	0.71	7.89	2939	7.23	8.05
<i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schldl. et Cham.	11	5.02	0.53	5.89	2812	6.92	6.12
<i>Pinus lambertii</i> B. L. Rob et Fernald	11	4.91	0.39	4.33	3017	7.43	5.69
<i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenb. ex Schldl. var. <i>ayacahuite</i>	11	4.62	0.33	3.67	3159	7.78	5.47
<i>Pinus engelmannii</i> Carrière	8	3.64	0.37	4.11	2121	5.22	4.43
<i>Juniperus deppeana</i> Steud. var. <i>pachyphloea</i> (Torr.) Martínez	7	3.17	0.19	2.11	2876	7.08	4.2
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth.	3	1.45	0.11	1.22	1531	3.77	2.18
<i>Abies durangensis</i> Martínez var. <i>Durangensis</i>	0.10	0.04	0.01	0.11	19	0.05	0.06
* <i>Picea chihuahuana</i> Martínez	0.02	0.01	0.00	0.01	8	0.02	0.01
* <i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.)	0.02	0.01	0.00	0.01	9	0.02	0.01
* <i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	0.00	0	0.00	0.00	1	0.00	0.00
<b>Suma</b>	<b>228</b>	<b>100</b>	<b>9.0</b>	<b>100</b>	<b>40626</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

A nivel de comunidad, el área evaluada presentó 9.0 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal (cobertura absoluta), de los cuales *Pinus* presentó el 65.44% y *Quercus* el 31.22%, mientras que los restantes 3.33% correspondieron al resto de los géneros. A nivel especie, *P. durangensis* cubrió el 27.22% del área, seguido por *Q. sideroxyla*, *P. arizonica* y *Q. fulva* con 21.22, 12.33 y 10%, respectivamente. La mayor frecuencia relativa la presentó *P. durangensis* con el 17.58%, seguida de *Q. sideroxyla*, con el 13.4 y *Q. fulva* con 13.78%. Para el índice de valor de importancia (IVI), los resultados indican que la especie de mayor peso ecológico fue *P. durangensis* con el 25.19%, seguida de *Q. sideroxyla* con 14.39% y *Q. fulva* con 12.15%

Las especies de árboles templados que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales para el estado de Chihuahua son: *Picea chihuahuana* Martínez, *Cupressus lusitanica* Mill. y *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.). Estas especies presentaron los valores más bajos en términos de densidad, en los 10 130 sitios de muestreo se registraron 190 individuos de *P. chihuahuana*, 10 individuos de *C. lusitanica* y 230 individuos de *P. menziesii*. El ejido Chinatu se encuentra dentro de la Estrategia Nacional de Manejo Forestal Sustentable para el Incremento de la Producción y Productividad 2013-2018 (ENAIPROS), en la que se incluyeron mejores prácticas de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad, caracterización e identificación de hábitats, con la finalidad de conservar la biodiversidad y aumentar el número de individuos de las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La riqueza específica fue de 15 especies, superior a lo reportado por Hernández-Salas *et al.* (2013) para un bosque de pino-encino bajo aprovechamiento forestal al norte de Chihuahua y por Méndez *et al.* (2014) en un bosque de pino-encino en la sierra del estado de Guerrero, dichos estudios reportan siete y cinco especies, respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Índice de riqueza y diversidad de especies, en el área estudiada.

Índices	Valores
Riqueza específica por especie	15
Riqueza específica por familia	4
Shannon (H')	0.92
Margalef (D <sub>Mf</sub> )	1.13

Al igual que en el presente estudio, en diversas investigaciones en bosques de coníferas de México, refieren a las familias Pinaceae, Cupressaceae y Fagaceae como dominantes (Lebgue-Keleng *et al.* 2015; Graciano-Ávila *et al.*, 2020). El INEGI (1984) reporta las mismas especies y familias para la región de estudio, mientras que Hernández-Salas *et al.* (2013) reportan a la familia Pinaceae como la más importante por su riqueza, con cinco especies de *Pinus*, para la región norte de Chihuahua, mientras que, Méndez *et al.* (2014) en un estudio realizado en un bosque de pino-encino

de la sierra de Guerrero, reportaron a la familia Pinaceae como la más representativa con un 52% de las especies. Lebgue-Keleng et al. (2015) en un estudio de riqueza florística de los bosques templados de Chihuahua (municipio de Guadalupe y Calvo), reportan la presencia de 163 especies leñosas de 27 familias y 57 géneros. Las especies más abundantes fueron similares a las registradas en el presente estudio con excepción de *Pinus ayacahuite* Ehrenb. Ex Schltl. Var. *Ayacahuite* y *Quercus fulva* Liebm.

El ejido Chinatu se encuentra entre 1 620 y 2 970 m snm, las especies registradas corresponden con las reportadas en un estudio de González-Elizondo et al. (2012) para dichos rangos altitudinales en el estado de Chihuahua, donde se encuentran bosques dominados por coníferas en los que destacan los géneros *Pinus*, *Quercus*, *Juniperus*, *Abies*, *Pseudotsuga* y *Picea*.

De las seis familias de coníferas a nivel mundial, cuatro están presentes en México y están registradas en el presente estudio. La presencia de la familia Pinaceae se debe a que las coníferas tienen una amplia distribución altitudinal y latitudinal en México; presentando el noroeste del país la mayor riqueza de especies, siendo el estado de Chihuahua el mayor representante con 29 especies (Gernandt y Pérez-De La Rosa, 2014). González-Elizondo et al. (2012) mencionan que los bosques de pino en la Sierra Madre Oriental (SMO) cubren el 12% de la superficie total, con la principal zona por encima de los 2 300 m snm sobre roca ígnea, en donde el elemento común es la dominancia fisonómica de la especie *Pinus* con 80% o más. Algunas asociaciones o consociaciones para el bosque de pino en el sur del estado de Chihuahua se presentan entre los 2 000 y 2 400 m, con asociaciones de bosques más o menos densos de *P. arizonica* Engelm. var. *arizonica*, *P. durangensis* Martínez, *P. lumholtzii* B. L. Rob et Fernald y *Pinus* sp. Más al sur, en el estado de Durango, *P. arizonica* se asocia con *P. teocote* Schiede ex Schltl. et Cham. y *Arbutus* spp. Sobre laderas pedregosas con suelo pobre *P. teocote* puede ser abundante y a veces forma masas puras (González-Elizondo et al., 2012).

La abundancia de *P. durangensis* fue inferior a la registrada por Navar-Chaidez y González-Elizondo (2009) y López Hernández et al. (2017) para *P. cooperi*

(97%) en Durango y para *P. montezumae* (92%) en bosques templados de Puebla, respectivamente. Resultados similares a los del presente estudio fueron reportados por Graciano-Ávila et al. (2017) para la Sierra Madre Occidental del estado de Durango, donde *Pinus durangensis* fue una de las especies con el índice valor de importancia más alto (23.63%).

El valor de riqueza del índice de Margalef fue ligeramente superior a los reportados por Navar-Chaidez y González-Elizondo (2009) y Hernández-Salas et al. (2013) ( $D_{Mg}=1.04$ ) para un bosque con una intensidad de corta del 30% en el noroeste de México. Alanís-Rodríguez et al. (2020) reportaron que los bosques templados de México poseen valores del índice de Margalef de 0.62 a 1.53, lo que indica una riqueza de especies baja comparada a otras comunidades vegetales de zonas áridas o tropicales; valores inferiores a 2.00 denotan baja riqueza.

El valor de índice de Shannon fue bajo en comparación a lo reportado por Méndez et al. (2014) ( $H'=1.24$ ), en la sierra de Guerrero; así como lo obtenido por Hernández-Salas et al. (2013), que fue de 1.23. Lo anterior debido a que se tiene un alto número de individuos de las especies más abundantes (*Pinus durangensis* y *Quercus sideroxyla*), caso contrario en los estudios antes mencionados, en los cuales existe mayor equitatividad en sus abundancias, y por ende mayor diversidad. Este índice al igual que el de Margalef, indica que valores inferiores a 2.00 denotan baja diversidad (Alanís-Rodríguez et al., 2020).

## Conclusiones

Las familias con mayor importancia por su contribución estructural son Pinaceae y Fabaceae y los géneros *Pinus* y *Quercus*. Las especies con mayor contribución estructural son *Pinus durangensis*, *Quercus sideroxyla* y *Quercus fulva* al registrar el mayor número de árboles por unidad de superficie, ocupar mayor área basal y mayor frecuencia en los sitios de muestreo. Las especies reportadas son de amplia distribución para la Sierra Madre Occidental y es importante destacar la presencia de especies bajo algún estatus de riesgo de acuerdo a la normatividad mexicana y en la UICN (*Picea chihuahuna*, *Cupressus lusitanica* y *Pseudotsuga menziesii*). El bosque templado

presenta similitud en la riqueza específica y diversidad de especies arbóreas comparada con otros bosques templados de la región. La presente investigación generó información cuantitativa de un bosque de coníferas del suroeste de Chihuahua, el cual puede ser la base de futuros planes de manejo y conservación, así como el monitoreo del efecto de la silvicultura en la estructura de los ecosistemas forestales.

**Literatura citada**

- Alanís-Rodríguez, E., A. Mora-Olivo y J.S. Marroquín de la Fuente. (2020). Muestreo ecológico de la vegetación. Editorial Universitaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México. 245 pp.
- Calderón, G. y J. Rzedowski.(2001). Flora fanerogámica del Valle de México. Instituto de Ecología, A.C. Segunda Edición. México. 1406 pp.
- Castellanos-Bolaños, J.F., E.J. Treviño-Garza, O.A. Aguirre-Calderón, J. Jiménez-Pérez, M. Musalem-Santiago y R. López-Aguillón R. (2008). Estructura de bosques de pino pátula bajo manejo en Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. *Madera Bosques*, 14(2), 51–63.
- Chávez, N. (2009). Estudio regional forestal de la Unidad De Manejo Forestal No. 0808 “Guadalupe Y Calvo, Chihuahua”. Asociación Regional de Silvicultores de Guadalupe y Calvo A.C. Recuperado de: [http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/9/1147ERF\\_UMAFOR0808.pdf](http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/9/1147ERF_UMAFOR0808.pdf) (16 de agosto de 2021).
- Debreczy, Z. y I. Racz I. (1995). New species and varieties of conifers from Mexico. *Phytologia*, 78(4), 217-243. <https://doi.org/10.5962/bhl.part.11916>
- Borhidi, A. (2013). Conifers around the World. *Acta Botanica Hungarica*, 55(1-2), 192-194.
- DOF. (2010). Segunda seccion secretaria de medio ambiente y recursos naturales NOM-059-ECOL-2001. *Diario Oficial*, 1–77.
- García-Arévalo, A. y M. S. González-Elizondo.2003. Pináceas de Durango. Segunda edición. Instituto de ecología A.C. y Comisión Nacional Forestal. México. 187pp.
- García, S.A., R. Narváez, J. M. Olivas y J. Hernández. (2019). Diversidad y estructura vertical del bosque de pino–encino en Guadalupe y Calvo, Chihuahua. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10(53), 41-63.
- Gernandt, D.S. y J.A. Pérez-De La Rosa. (2014). Biodiversidad de Pinophyta (coníferas) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85,S126-S133.
- González-Elizondo, M. S., M. González-Elizondo
- J. Tena-Flores, L. Ruacho-González yL. López-Enríquez.(2012) .Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México: Una síntesis. *Acta Botanica Mexicana*, (100), 351-403.
- Graciano-Ávila, G., O.A. Aguirre-Calderón, E. Alanís-Rodríguez y J.E. Luján-Soto. (2017). Composición, estructura y diversidad de especies arbóreas en un bosque templado del Noroeste de México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4(12),535-542.<https://doi.org/10.19136/era.a4n12.1114>
- Graciano-Ávila, G., E. Alanís-Rodríguez, , O.A. Aguirre-Calderón, M.A González-Tagle, E.J. Treviño-Garza, A. Mora-Olivo A. y J.J. Corral-Rivas. (2020). Cambios estructurales de la vegetación arbórea en un bosque templado de Durango, México. *Acta Botanica Mexicana* 127: e1522. <https://doi.org/10.21829/abm127.2020.152>
- Hernández-Salas, J., O.A. Aguirre-Calderón, E. Alanís-Rodríguez, J. Jiménez-Pérez, E. J. Treviño-Garza, M.A González-Tagle y L. A. Domínguez-Pereda.(2013). Efecto del manejo forestal en la diversidad y composición arbórea de un bosque templado del noroeste de México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 19(2), 189–199.
- IUCN. (2012). International Union for Conservation of Nature. Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional and National Levels: Version 4.0. Disponible desde internet en <[https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=m7DYnDMhPwgC&oi=fnd&pg=PP2&dq=Guidelines+for+Application+of+IUCN+Red+List+Criteria+at+Regional+and+National+Levels&ots=tIUhXwt4wY&sig=oeHaT0edzjCRVgzfDa\\_\\_jSrH-6U&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Guidelines%20for%20Application%20of%20IUCN%20Red%20List%20Criteria%20at%20Regional%20and%20National%20Levels&f=false](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=m7DYnDMhPwgC&oi=fnd&pg=PP2&dq=Guidelines+for+Application+of+IUCN+Red+List+Criteria+at+Regional+and+National+Levels&ots=tIUhXwt4wY&sig=oeHaT0edzjCRVgzfDa__jSrH-6U&redir_esc=y#v=onepage&q=Guidelines%20for%20Application%20of%20IUCN%20Red%20List%20Criteria%20at%20Regional%20and%20National%20Levels&f=false)>
- Lebgue-Keleng, T., R. Soto-Cruz, G. Quintana-Martínez, M. Quiñonez-Martínez, S. Balderrama-Castañeda, A. Melgoza-Castillo, C. Morales-Nieto y L. Cortes-Palacios. (2015). Árboles y arbustos templados de Chihuahua, México. *Tecnociencia Chihuahua*, 9(1), 49-57.
- López Hernández, J.A., O.A. Aguirre Calderón,

- E. Alanís-Rodríguez, J.C. Monarrez Gonzalez, M.A. González-Tagle y J. Jiménez-Pérez. (2017). Composición y diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, México. *Madera y Bosques*, 23(1),39-51. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2311518>
- Lot, A. y F. Chiang.(1986). Manual de herbario: administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos.pp.142-142México:Consejo Nacional de Flora de México. Martella. M.B., E.V. Trumper, L. M. Bellis, D. Renison, P.F. Giordano, G. Bazzano y R.M. Gleiser.(2012) Manual de Ecología Evaluación de la biodiversidad esfuerzo de muestreo. *Reduca* (5), 71-115.
- Méndez Osorio, C., E. Alanís Rodríguez, J. Jiménez Pérez, O.A. Aguirre Calderón y E. J. Treviño Garza. (2014). Análisis de la regeneración postincendio en un bosque de pino-encino de la Sierra de Guerrero, México. *Ciencia UANL*, 17(69), 63-70.
- Navar-Chaidez, J. y S. González-Elizondo. (2009). Diversidad, estructura y productividad de bosques templados de Durango, México. *Polibotánica*, (27), 71–87.
- Sánchez-González, A. (2008). Una visión actual de la diversidad y distribución de los pinos de México. *Madera y Bosques*, 14(1), 107–120.
- Tropicos. (2020). Tropicos, org. Missouri Botanical Garden. Missouri Botanical Garden.