

## Estructura y diversidad de un bosque de neblina con *Magnolia dealbata* Zucc. en Tamaulipas, México

### Structure and composition of a cloud forest with *Magnolia dealbata* Zucc. in Tamaulipas, Mexico

Guadalupe Treviño-Barbosa<sup>1</sup> , Arturo Mora-Olivo<sup>1,2\*</sup> , Eduardo Alanís-Rodríguez<sup>3</sup> ,  
Eduardo Estrada-Castillón<sup>2</sup> , José Guadalupe Martínez-Ávalos<sup>1</sup> , Fortunato Garza-Ocañas<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas, División del Golfo 356, Col. Libertad, CP. 87019. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario, CP. 87149. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Km 145 carretera nacional Linares-Cd. Victoria, A.P. 41, CP. 67700. Linares, Nuevo León, México.

\*Autor de correspondencia: amorao@docentes.uat.edu.mx

#### Artículo científico

Recibido: 13 de octubre 2025

Aceptado: 18 de noviembre 2025

**RESUMEN.** El objetivo fue valorar la estructura, composición y diversidad de una comunidad vegetal de bosque de neblina con *Magnolia dealbata* Zucc. en Tamaulipas (Noreste de México). Se establecieron aleatoriamente 12 cuadrantes de muestreo de 10 x 10 m (100 m<sup>2</sup>) donde se consideró la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea. Se calcularon los parámetros ecológicos de abundancia (Ar), dominancia (Dr), frecuencia (Fr), índice de valor de importancia (IVI), índice de Margalef (DMg), índice de Shannon (H') e índice de Pretzsch (A). El análisis reveló la existencia de 26 familias, 32 géneros y 32 especies de plantas vasculares. El grupo más numeroso fue el de las angiospermas (87.5% de las especies), seguidas por los helechos y plantas afines (9.4%). En el estrato arbóreo *Liquidambar styraciflua* L. fue la especie con mayor IVI (36%), seguida de *Magnolia dealbata* (25%). Las especies con mayor IVI en los estratos inferiores indican cierto grado de perturbación en la comunidad vegetal. El índice DMg para riqueza de especies muestra que el estrato herbáceo es más diverso (4.14), seguido del arbóreo (2.16) y por último el arbustivo (1.48). El índice de diversidad de H' = 3.05.

**Palabras clave:** Bosque mesófilo de montaña, *Magnolia*, perturbación, riqueza de especies.

**ABSTRACT.** The objective of the research is to assess the structure, composition and diversity of plant community of cloud forest with *Magnolia dealbata* Zucc. in Tamaulipas (northeast Mexico). We established a total of 12 sampling sites of 10 x 10 m (100 m<sup>2</sup>) where tree, shrub and herbaceous vegetation were considered. Ecological parameters as abundance (Ar), dominance (Dr), frequency (Fr), importance value index (IVI), Margalef index (D<sub>Mg</sub>), Shannon index (H') and Pretzsch index (A) were calculated. The analysis reveals the existence of 26 families, 31 genera and 32 species of vascular plants. The largest group was that of angiosperms (87.5% of the species), followed by ferns and related plants (9.4%). In the arboreal strata, *Liquidambar styraciflua* L. is the species with the highest IVI (36%), followed by *Magnolia dealbata* (25%). The species with the highest IVI in the lower strata show some degree of disturbance in the plant community. D<sub>Mg</sub> index for species richness shows that the herbaceous strata are more diverse (4.14), followed by arboreal (2.16) and finally the shrub (1.48). The diversity index H' = 3.05.

**Keywords:** Cloud forest, *Magnolia*, disturbance, species richness.

**Como citar:** Treviño-Barbosa G, Mora-Olivo A, Alanís-Rodríguez E, Estrada-Castillón E, Martínez-Ávalos JG, Garza-Ocañas F (2025) Estructura y diversidad de un bosque de neblina con *Magnolia dealbata* Zucc. en Tamaulipas, México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios Núm. Esp. V: e4834. DOI: 10.19136/era.a12nV.4834.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques de neblina o mesófilos de montaña son comunidades heterogéneas que presentan una mezcla de plantas de afinidades holártica y neotropical. Su distribución en México es discontinua y ocupa entre el 0.5 y 1% del territorio nacional, surgiendo en la parte media de las montañas con altos niveles de humedad y principalmente en cañadas o laderas protegidas (Gual-Díaz y González-Medrano 2014). Por sus altos niveles de riqueza y endemismo, además de las presiones antropogénicas que presenta y los efectos del cambio climático, los bosques de neblina son ecosistemas prioritarios para su estudio y conservación (Toledo 2009, CONABIO 2010). A pesar de las características que los unifican, los bosques de niebla tienen una composición florística y una estructura diferentes aun en regiones cercanas, por lo que es importante conocerlos a mayor detalle (Williams-Linera 2007). En algunos de estos bosques existen entre su componente arbóreo, plantas características amenazadas o con distribución restringida como sucede con algunas especies del género *Magnolia*. Este es el caso de dos bosques de neblina con *Magnolia dealbata* Zucc. que fueron estudiados en Veracruz para conocer su estructura y diversidad (Sánchez-Velásquez y Pineda-López 2006).

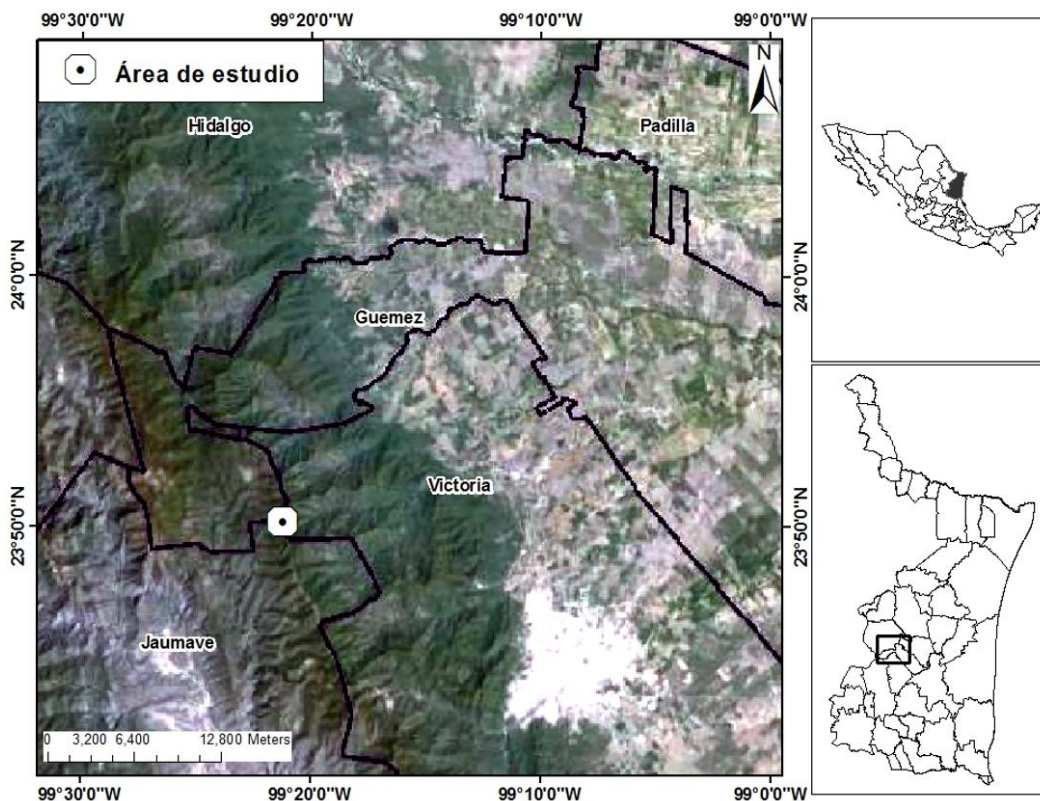
En los últimos años, con base en características morfológicas se describieron nuevas especies de *Magnolia* de la sección *Macrophylla* para México que inicialmente se habían identificado como *M. dealbata* (Chávez-Cortázar *et al.* 2021). Así se dieron a conocer entre otras a *M. rzedowskiana* A. Vázquez, Domínguez-Yescas & R. Pedraza, *M. nuevoleonensis* A. Vázquez & Domínguez-Yescas y *M. alejandrae* García-Mor. & Iamónico, las cuales tienen poblaciones reducidas y aisladas (Vázquez-García *et al.* 2015a, 2015b, García-Morales *et al.* 2017). Sin embargo, estudios filogenéticos y moleculares recientes confirman que estas morfoespecies son en realidad parte de una misma entidad distribuida en la Sierra Madre Oriental que se conoce como *M. dealbata* (Aldaba-Núñez *et al.* 2025). *M. alejandrae* (ahora sinónimo de *M. dealbata*) se describió de dos poblaciones con bosque de niebla presentes en los municipios de Victoria y Jaumave en el estado de Tamaulipas, dentro del área natural protegida Altas Cumbres (García-Morales *et al.* 2017). Sin embargo, hasta ahora no se había realizado un trabajo que describiera la estructura y la composición florística de la vegetación asociada a esta especie en esta porción de México.

Recientemente Treviño-Barbosa (2024) mencionó la presencia de un bosque de niebla con *M. dealbata* en el Ejido Los San Pedro, municipio de Güémez, Tamaulipas, el cual se encuentra a menos de 10 km al norte de la localidad tipo de *M. alejandrae*. En esta zona se encuentra un aserradero debido a que es común el aprovechamiento de madera en los bosques de esta porción de la Sierra Madre Oriental. El área no cuenta con algún régimen de protección y muestra indicios de perturbación, por lo que se consideró importante realizar estudios de la vegetación. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue describir la estructura, composición y diversidad de esta comunidad de bosque de neblina con *Magnolia dealbata* en el noreste de México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en un relicto de 0.5 ha de bosque de neblina en el noreste de México, ubicado en el paraje Los Venados, dentro del ejido Los San Pedro del municipio de Güémez en el estado de Tamaulipas, en las coordenadas geográficas 23° 50' 11" de latitud Norte y 99°21'14" de longitud Oeste, a una altitud de 1 726 m. (Figura 1). De acuerdo con la clasificación de Köppen, el clima predominante en la zona es semicálido subhúmedo (Acw), con temperaturas medias que oscilan entre los 6 y 21 °C en invierno y 12 a 27 °C en verano y una precipitación de 1 050 a 1 200 mm anuales. Los suelos son del tipo Leptosol. La vegetación corresponde a bosque de neblina, también conocido como caducifolio o mesófilo de montaña (INEGI 2024).



**Figura 1.** Localización del área de estudio con bosque de neblina en el Ejido Los San Pedro, municipio de Güémez, Tamaulipas, México.

### Toma de datos

En el año 2020 se realizó un estudio de la comunidad vegetal denominada bosque de neblina, donde se establecieron 12 cuadrantes de muestreo de 10 x 10 m (100 m<sup>2</sup>) distribuidos aleatoriamente. El análisis de la vegetación fue llevado a cabo utilizando tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. Para el estrato arbóreo se utilizaron los 100 m<sup>2</sup>, para el arbustivo 25 m<sup>2</sup> y para el herbáceo 1 m<sup>2</sup>. Dentro de cada cuadrante, todos los individuos fueron censados y se les efectuaron mediciones, el diámetro a la altura del pecho (DAP a 1.3 m) para árboles, el diámetro

basal (a 10 cm de la superficie del suelo) para arbustos y el diámetro rasante (a nivel del suelo) para el estrato herbáceo.

### Inventario florístico

El material botánico recolectado (plantas vasculares) en cada parcela se procesó de acuerdo con las técnicas de Ricker (2019), para posteriormente ser identificado a nivel de especie cuando fue posible. Para esto se utilizaron claves taxonómicas como las de Flora of North America (FNAEC 1997). Las plantas herborizadas se depositaron en el herbario UAT de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Posteriormente se elaboró un inventario florístico por grupos taxonómicos, determinando la forma biológica, el origen y el estatus de protección (IUCN 2025, SEMARNAT 2025).

### Valor de importancia

Por especie se determinó su abundancia, de acuerdo con el número de individuos, su dominancia, en función del área basal, y su frecuencia con base en su existencia en los sitios de muestreo. Los resultados se utilizaron para obtener un valor ponderado a nivel de especie denominado Índice de Valor de Importancia (IVI), que adquiere valores porcentuales en una escala del 0 al 100 (Mostacedo y Frederiksen 2000).

### Abundancia (AR<sub>i</sub>)

La abundancia absoluta y relativa se evaluó mediante la siguiente fórmula:

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

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

### Dominancia (DR<sub>i</sub>)

La dominancia absoluta y relativa se evaluó mediante la siguiente fórmula:

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

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

### Frecuencia (FR<sub>i</sub>)

La frecuencia absoluta y relativa se evaluó mediante la siguiente fórmula:

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

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

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

### Índice de valor de importancia (IVI)

El índice de valor de importancia (IVI) se define como (Moreno, 2001):

$$IVI = \frac{AR_i + DR_i + FR_1}{3}$$

### Riqueza de especies

Para estimar la riqueza de especies se utilizó el índice de Margalef (DMg) mediante la siguiente ecuación:

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

### Diversidad alfa

Para la diversidad alfa se utilizó el índice de Shannon–Wiener ( $H'$ ), mediante la siguiente ecuación (Shannon 1948, Magurran 2004):

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

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

Donde:  $S$  = número de especies presentes,  $N$  = número total de individuos,  $n_i$  = número de individuos de la especie  $i$ , y  $P_i$  = proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie  $i$ ).

### Índice de distribución vertical de especies (A)

Para la caracterización de la estructura vertical de las especies se utilizó el índice de distribución vertical de especies (A) (Pretzsch 2009). Este índice A puede tomar como valor mínimo de 0 y un valor máximo ( $A_{max}$ ) variable dependiendo de la comunidad; un valor  $A = 0$  significa que la comunidad vegetal está constituida por una sola especie que ocurre en un sólo estrato; y  $A_{max}$  se alcanza cuando la totalidad de las especies ocurren en la misma proporción tanto en el rodal como en los diferentes estratos (Pretzsch 2009). Para estimar la distribución vertical de las especies, se definieron tres zonas de altura basado en Pretzsch (2009), siendo éstas: zona I: 80 - 100% de la altura máxima de la vegetación en el área; zona II: 50 - 80%, y zona III: de 0 - 50%. El índice A y  $A_{max}$  se describen a continuación:

$$A = - \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^Z p_{ij} * \ln p_{ij} \quad p_{ij} = n_{i,j}/N$$

$$A_{max} = \ln(S * Z)$$



Donde:  $p_{ij}$  = porcentaje de especies en cada zona,  $n_i$ ,  $j$  = número de individuos de la misma especie (i) en la zona (j),  $N$  = número total de individuos,  $S$  = número de especies presentes, y  $Z$  = número de estratos de altura.

## RESULTADOS

### Inventario florístico

Las plantas vasculares de la zona de estudio comprenden 26 familias, 32 géneros y 32 especies, de las cuales cuatro y una variedad son endémicas para México: *Carya ovata* var. *mexicana* (Engelm. ex Hemsl.) W.E. Manning, *Cestrum oblongifolium* Schltldl., *Crataegus rosei* Eggl., *Magnolia dealbata* y *Ranunculus sierrae-orientalis* (L.D. Benson) G.L. Nesom (Tabla 1). El grupo más numeroso fue el de las angiospermas (87.5% de las especies), seguidas por los helechos y plantas afines (9.4%) y por último las gimnospermas (3.1%). Rosaceae es la familia que registró más especies con cuatro, seguidas de Asteraceae y Poaceae con dos especies cada una; para las familias restantes solo se registró una especie. Las plantas herbáceas fueron las dominantes con el 46.9%, seguidas por las arbóreas (28.1%) y las arbustivas (25.0%).

### Valores de importancia

**Abundancia.** En cuanto al número de individuos por hectárea ( $N\ ha^{-1}$ ), sobresalen cuatro especies como las más abundantes en el estrato arbóreo. Estos árboles son *Liquidambar styraciflua* (Hamamelidaceae) con 208 ( $N\ ha^{-1}$ ) que fue la más abundante, seguida por *Magnolia dealbata* (Magnoliaceae) con 117 ( $N\ ha^{-1}$ ), *Carya ovata* var. *mexicana* (Juglandaceae) con 50  $N/ha$  y *Prunus serotina* Ehrh. (Rosaceae) con 42  $N\ ha^{-1}$  (Tabla 2).

Las especies más abundantes en el estrato arbustivo fueron *Heimia salicifolia* con 667  $N\ ha^{-1}$ , seguida de *Roldana aschenborniana* (S. Schauer) H. Rob. & Brettell con 433  $N\ ha^{-1}$  y, la menos abundante fue *Crataegus rosei* con 33  $N\ ha^{-1}$  (Tabla 3). En el estrato herbáceo, las especies más abundantes fueron *Smilax bona-nox* con 16 667  $N\ ha^{-1}$  y la especie endémica del noreste de México *Ranunculus sierrae-orientalis* (Nesom 1993) con 15 833  $N\ ha^{-1}$  (Tabla 4).

### Dominancia

*Liquidambar styraciflua* y *Magnolia dealbata* son las especies dominantes en el estrato arbóreo, la primera con 21  $m^2\ ha^{-1}$  y la segunda 17  $m^2\ ha^{-1}$  (Tabla 1). Ambas especies constituyen el 72% de la cobertura basal del área de estudio, de las cuales *Liquidambar styraciflua* representa el 40%.

### Frecuencia

Las especies del estrato arbóreo con mayor frecuencia son *Liquidambar styraciflua* y *Magnolia dealbata*, presentes en once y ocho de los doce sitios de muestreo y con 30 y 22% de frecuencia relativa respectivamente (Tabla 1). Las especies menos frecuentes son *Meliosma alba*, *Cornus sericea* L. y *Damburneya salicifolia* (Kunth) Trofimov & Rohwer las que están presentes en al menos 1 sitio de muestreo. *Roldana aschenborniana* y *Cestrum oblongifolium*, son las especies más frecuentes en el estrato arbustivo presentes en ocho de los doce sitios de muestreo, ambas con 30% de frecuencia

relativa (Tabla 2). Las especies menos frecuentes fueron *Heimia salicifolia* Link y *Crataegus rosei* (4%). En cuanto a las especies más frecuentes a nivel herbáceo son *Pteris cretica* L., *Smilax bona-nox* L. y *Sanicula liberta* Cham. & Schltdl., todas presentes en cinco de los doce sitios de muestreo.

**Tabla 1.** Lista florística del bosque de neblina del área de estudio.

Grupo/Familia	Especie	Forma biológica	Origen	Estatus de protección
Helechos y plantas afines				
Ophioglossaceae	<i>Botrychium decompositum</i> M. Martens & Galeotti	H	N	
Pteridaceae	<i>Myriopteris</i> sp.	H	N	
Pteridaceae	<i>Pteris cretica</i> L.	H	I	
Gimnospermas				
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	H	N	
Angiospermas				
Apiaceae	<i>Sanicula liberta</i> Cham. & Schltdl.	H	N	
Asteraceae	<i>Melampodium perfoliatum</i> (Cav.) Kunth	H	N	
Asteraceae	<i>Roldana aschenborniana</i> (S. Schauer) H. Rob. & Brettell	R	N	
Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i> Sw.	H	N	
Cornaceae	<i>Cornus sericea</i> L.	A	N	
Cyperaceae	<i>Carex xalapensis</i> Kunt	H	N	
Fabaceae	<i>Desmodium psilophyllum</i> Schltdl.	H	N	
Fagaceae	<i>Quercus canbyi</i> Trel.	A	N	Pm
Hamamelidaceae	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	A	N	
Juglandaceae	<i>Carya ovata</i> var. <i>mexicana</i> (Engelm.) W.E. Manning	A	N	
Lamiaceae	<i>Salvia microphylla</i> Kunth	H	N	
Lauraceae	<i>Damburneya salicifolia</i> (Kunth) Trofimov & Rohwer	A	N	Pm
Lythraceae	<i>Heimia salicifolia</i> Link	R	N	
Magnoliaceae	<i>Magnolia dealbata</i> Zucc.	A	N	Ca, P
Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i> L'Hér. ex Aiton	H	N	
Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i> Lam.	H	N	
Poaceae	<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P. Beauv.	H	N	
Poaceae	<i>Panicum</i> sp.			
Ranunculaceae	<i>Ranunculus sierrae-orientalis</i> (L.D. Benson) G.L. Nesom	H	N	
Rosaceae	<i>Crataegus rosei</i> Eggl.	R	N	
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	A	N	Pm
Rosaceae	<i>Rosa carolina</i> L.	R	N	
Rosaceae	<i>Rubus humistratus</i> Steud.	R	N	
Rubiaceae	<i>Mitchella repens</i> L.	H	N	Pm
Sabiaceae	<i>Meliosma alba</i> (Schltdl.) Walp.	A	N	Pm
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i> (Kunth) Hemsl.	R	N	Pm
Smilacaceae	<i>Smilax bona-nox</i> L.	E	N	
Solanaceae	<i>Cestrum oblongifolium</i> Schltdl.	R	N	Pm

Forma biológica: A = árbol, R = arbusto, H = hierba. Origen: N = nativa, I = introducida. Estatus de protección: P = en peligro de extinción, Pm = preocupación menor, Ca = casi amenazada.

**Tabla 2.** Valores de importancia del estrato arbóreo para las especies del bosque de neblina del área de estudio.

No.	Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		Valores de importancia	
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	IVI	IVIRel
		N/ha	%	m <sup>2</sup> /ha	%	N/Sitio	%		
1	<i>Liquidambar styraciflua</i>	208	39	21	40	11	30	108	36
2	<i>Magnolia dealbata</i>	117	22	17	32	8	22	75	25
3	<i>Quercus canbyi</i>	25	5	5	10	3	8	23	8
4	<i>Pinus pseudostrobus</i>	25	5	5	9	3	8	22	7
5	<i>Carya ovata</i> var. <i>mexicana</i>	50	9	1	2	3	8	20	7
6	<i>Prunus serotina</i>	42	8	1	1	3	8	17	6
7	<i>Crataegus rosei</i>	33	6	0	1	3	8	15	5
8	<i>Meliosma alba</i>	8	2	2	4	1	3	9	3
9	<i>Cornus sericea</i>	17	3	0	0	1	3	6	2
10	<i>Damburneya salicifolia</i>	8	2	0	0	1	3	5	2
	Suma	533	100	53	100	37	100	300	100

Abs = absoluta, Rel = relativa, IVI = Índice de valor de importancia, IVIRel = Índice de valor de importancia relativa.

**Tabla 3.** Valores de importancia del estrato arbustivo para las especies del bosque neblina del área de estudio.

No.	Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		Valores de importancia	
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	IVI	IVIRel
		N/ha	%	m <sup>2</sup> /ha	%	N/Sitio	%		
1	<i>Heimia salicifolia</i>	667	35	2.03	38	1	4	77	26
2	<i>Cestrum oblongifolium</i>	400	21	1.17	22	8	30	73	24
3	<i>Roldana aschenborniana</i>	433	23	0.93	18	8	30	70	23
4	<i>Pinus pseudostrobus</i>	133	7	0.70	13	4	15	35	12
5	<i>Carya ovata</i> var. <i>mexicana</i>	167	9	0.37	7	3	11	27	9
6	<i>Xylosma flexuosum</i>	67	4	0.07	1	2	7	12	4
7	<i>Crataegus rosei</i>	33	2	0.02	0	1	4	6	2
	Suma	1 900	100	11.16	100	27	100	300	100

Abs = absoluta, Rel = relativa, IVI = Índice de valor de importancia, IVIRel = Índice de valor de importancia relativa.

### Índice de valores de importancia (IVI)

El IVI revela que, para el estrato arbóreo, *Liquidambar styraciflua* (36%) junto con *Magnolia dealbata* (25%), son las especies más importantes dentro de la comunidad vegetal en estudio (Tabla 1). Por su parte, *Heimia salicifolia* (26%), *Cestrum oblongifolium* (24%) y *Roldana aschenborniana* (23%), son las más representativas para el estrato arbustivo. En cuanto al estrato herbáceo, la especie *Smilax bonanox* tiene el mayor peso ecológico con un IVI de 20% (Tabla 3).

### Riqueza y diversidad

El total de especies presentes en los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo son 10, 7 y 20 respectivamente. El índice Dmg muestra que el estrato herbáceo es más diverso (4.14), seguido del arbóreo (2.16) y por último el arbustivo (1.48) que fue el menos diverso. El índice de Shannon-



Wiener ( $H'$ ) es de 1.82 para el estrato arbóreo, 1.62 arbustivo y 2.54 herbáceo; esto resulta en una diversidad baja por estratos. Sin embargo, en conjunto (todas las especies y su abundancia, sin estratos), la diversidad es mayor (3.05).

**Tabla 4.** Valores de importancia del estrato herbáceo para las especies del bosque de neblina del área de estudio.

No.	Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		Valores de importancia	
		Abs N/ha	Rel %	Abs m <sup>2</sup> /ha	Rel %	Abs N/Sitio	Rel %	IVI	IVIRel
1	<i>Smilax bona-nox</i>	16 667	20	0.109	32	4	8	61	20
2	<i>Ranunculus sierrae-orientalis</i>	15 833	19	0.028	8	5	10	38	13
3	<i>Heimia salicifolia</i>	833	1	0.065	19	1	2	22	7
4	<i>Pteris cretica</i>	5 000	6	0.013	4	5	10	21	7
5	<i>Sanicula liberta</i>	5 833	7	0.004	1	5	10	19	6
6	<i>Oplismenus hirtellus</i>	7 500	99	0.013	4	2	4	17	6
7	<i>Rubus humistratus</i>	2 500	3	0.023	7	3	6	16	5
8	<i>Salvia microphylla</i>	2 500	3	0.026	8	2	4	15	5
9	<i>Panicum sp.</i>	5 000	6	0.003	1	3	6	14	5
10	<i>Myriopteris sp.</i>	3 333	4	0.002	1	4	8	13	4
11	<i>Dichondra sericea</i>	4 167	5	0.013	4	2	4	13	4
12	<i>Carex xalapensis</i>	2 500	3	0.005	2	3	6	11	4
13	<i>Rosa carolina</i>	1 667	2	0.020	6	1	2	10	3
14	<i>Mitchella repens</i>	1 667	2	0.001	0	2	4	7	2
15	<i>Melampodium perfoliatum</i>	2 500	3	0.001	1	1	2	6	2
16	<i>Liquidambar styraciflua</i>	833	1	0.002	1	1	2	4	1
17	<i>Oenothera rosea</i>	833	1	0.002	1	1	2	4	1
18	<i>Plantago australis</i>	833	1	0.002	1	1	2	4	1
19	<i>Desmodium psilophyllum</i>	833	1	0.000	0	1	2	3	1
20	<i>Botrychium decompositum</i>	833	1	0.000	0	1	2	3	1
	Suma	81 667	100	0.343	100	49	100	300	100

Abs = absoluta, Rel = relativa, IVI = Índice de valor de importancia, IVIRel = Índice de valor de importancia relativa.

### Distribución vertical

De acuerdo con el índice vertical de especies ( $A$ ), el estrato I (alto, de 20 m a 25 m) se encuentra conformado por 150 N ha<sup>-1</sup>, donde destacan *Liquidambar styraciflua* (108 N ha<sup>-1</sup>) y *Pinus pseudostrobus* Lindl. (17 N ha<sup>-1</sup>). El estrato II (medio, de 12.5 m a 19.99 m), está conformado por 191 N/ha, las especies más abundantes son *Liquidambar styraciflua* (67 N/ha) y *Magnolia dealbata* (67 N/ha). El estrato III (altura < 12.5 m), está conformado por 17 especies y 666 N ha<sup>-1</sup>. Las especies más abundantes fueron *Heimia salicifolia* (20 ha<sup>-1</sup>), *Roldana aschenborniana* (13 ha<sup>-1</sup>), *Cestrum oblongifolium* (12 ha<sup>-1</sup>) y *Magnolia dealbata* (5 N ha<sup>-1</sup>).

## DISCUSIÓN

### Inventario florístico

Las 32 especies registradas representan el 0.7% de la riqueza de las plantas vasculares documentadas para el estado de Tamaulipas (Mora-Olivo 2024) y el 0.5% de la composición florística del bosque mesófilo de montaña estimado en México (Villaseñor y Gual-Díaz 2014). Esta diversidad es aparentemente pobre, si se compara con la de otros bosques de neblina del mismo estado como el de la Reserva de la Biósfera El Cielo donde Puig *et al.* (1987) reportaron 163 especies. Sin embargo, es importante considerar que el área muestreada en Los San Pedros (1 200 ha) equivale al 5.3% que la de El Cielo (22 500 ha) y que además en este último el clima es más húmedo llegando a tener precipitaciones de 2 500 mm. Un aspecto relevante son las plantas endémicas al país, de las cuales *Magnolia dealbata* es una especie arbórea característica de bosque de niebla a lo largo de la Sierra Madre Oriental que se encuentra catalogada en peligro de extinción por leyes mexicanas (Luna-Vega 2003, SEMARNAT 2025) y casi amenazada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Rivers 2016).

La distribución del número de especies por grupo taxonómico obtenida presenta un patrón similar a otros bosques de niebla de México donde también las angiospermas son las más diversas, en tanto que pteridofitas y gimnospermas tienen menor riqueza. Este es el caso de Zongolica, Veracruz (Castillo-Hernández y Flores-Olvera, 2017), la sierra norte de Puebla (Romero-Santamaría *et al.* 2024) y de manera general en todos los bosques mesófilos de montaña del país como lo mencionan Gual-Díaz y Rendón-Correa (2014). Con respecto a las familias mejor representadas, Rosaceae suele mencionarse en otros inventarios de bosques similares (Gual-Díaz y Rendón-Correa 2014) a pesar de no tener siempre un lugar destacado. En el caso de Asteraceae es notable que suele ser la familia con mayor número de especies en los bosques de niebla de México como lo señalan Villaseñor y Gual-Díaz (2014). Mientras que Poaceae también presenta una riqueza importante en los bosques de niebla de algunas regiones como en Landa de Matamoros, Querétaro (Cartujano *et al.* 2002).

La dominancia de las herbáceas sobre las plantas arbustivas y arbóreas en un bosque indica que el sitio estudiado presenta un dosel arbóreo poco denso que permite la iluminación del sotobosque o que existe un grado de perturbación, lo que favorece el crecimiento de las especies no leñosas (Spicer *et al.* 2022). Los resultados de esta investigación muestran que las herbáceas dominan por encima de las plantas leñosas, esto coincide con la composición florística de otros bosques de niebla de la Sierra Madre Oriental como el de Copalillos, San Luis Potosí (Fortanelli-Martínez *et al.* 2014) y el de Lolotla, Hidalgo (Ponce-Vargas *et al.* 2006). Sin embargo, difiere con lo reportado para otros bosques de niebla mejor conservados como el de El Cielo (Puig *et al.* 1987) en los que los árboles suelen ser los más diversos.

### Valores de importancia

La abundancia de las especies del estrato arbóreo por unidad de superficie muestra que el bosque estudiado es menos denso que el que se encuentra en El Cielo donde se han reportado más de 1 000 individuos por ha (Puig *et al.* 1983, 1987, Corral-Rivas *et al.* 2002, Aguirre-Calderón *et al.* 2008), comparado con los datos muestreado en Los San Pedros donde se encontraron 533 N ha<sup>-1</sup> (Tabla 2). Las especies arbóreas registradas con mayores valores de importancia son una mezcla de elementos

de amplia distribución con otros restringidos al territorio mexicano. En el primer caso se encuentra *Liquidambar styraciflua*, una especie de Norteamérica y Mesoamérica donde es una de las plantas características de los bosques de neblina (Ruiz-Sánchez y Ornelas 2014), llegando a ser dominante en zonas abiertas por su carácter heliófilo (Rzedowski 1978, Mora-Olivo *et al.* 2021). *Prunus serotina* por su parte, se distribuye desde Canadá hasta el norte de México donde habita en bosques húmedos de encino, pino y mesófilo de montaña (Rzedowski y Caderón de Rzedowski 2005) como ocurre en la región de Gómez Farías, Tamaulipas (Puig *et al.* 1983). De acuerdo con Guzmán *et al.* (2020), *P. serotina* tiene buena capacidad para regenerarse en ambientes perturbados, quizás a esto se deba su abundancia en el bosque de neblina de Los San Pedros.

*Magnolia dealbata* es una especie exclusiva y endémica de algunos bosques de neblina de la Sierra Madre Oriental (Luna-Vega 2003), con una distribución restringida a México que limita al norte en los estados de Nuevo León y Tamaulipas; además, es catalogada como en peligro de extinción a nivel nacional (SEMARNAT 2025) e internacional (Rivers 2016). Esta especie es parte de algunos bosques de niebla de la Sierra Madre Oriental en los estados de Oaxaca, Puebla, Veracruz, Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Nuevo León (Aldaba-Núñez *et al.* 2025). La densidad de individuos de *M. dealbata* es variable en su área de distribución, siendo más alta en Coyopola, Veracruz donde se registraron entre 67 y 133 N ha<sup>-1</sup> (Gutiérrez y Vovides 1995). Y en el caso de *Carya ovata* var. *mexicana*, es un nogal endémico del noreste y este de México, el cual forma parte de la flora de los bosques de neblina, sin embargo, no es exclusiva de este tipo de vegetación, encontrándose también en bosques de encino y de pino-encino (Pérez-Calix 2001). Esta especie se localiza en otros bosques de niebla de Tamaulipas como en El Cielo donde presentó densidades de 8 N ha<sup>-1</sup> (Puig *et al.* 1983) y el Cerro del Diente en San Carlos donde es dominante y su densidad es más alta ya que se registraron 174 N ha<sup>-1</sup> (Briones-Villarreal 1991).

Es interesante observar que el estrato arbustivo es menos diverso, aunque más denso que el estrato arbóreo. Llama la atención que no se registraron individuos de *M. dealbata* en el estrato arbustivo ni en el herbáceo, lo que indica que no existe una regeneración de la especie en esta zona. En otros bosques de niebla de la Sierra Madre Oriental como el de Avándaro, Valle de Bravo, en el Estado de México (López-Pérez *et al.* 2011), el estrato arbustivo es rico en especies, pero con baja abundancia, mientras que el estrato herbáceo está pobremente representado, lo que difiere con respecto a nuestros resultados. *Heimia salicifolia* y *Roldana aeschenborniana* son arbustos comunes en otros bosques de niebla de México como en Copalillos, San Luis Potosí (Cartujano *et al.* 2002) y en Landa de Matamoros, Querétaro (Fortanelli-Martínez *et al.* 2014).

## Dominancia

En el bosque de neblina El Cielo, cercano a Puerto Purificación, Aguirre Calderón *et al.* (2008) encontraron también que *Liquidambar styraciflua*, es la especie más abundante (410 N ha<sup>-1</sup>) y con área basal 18.37 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, lo cual es congruente con los resultados del bosque de neblina en estudio. Las especies menos dominantes fueron *Crataegus rosei*, seguida de *Cornus sericea* y *Damburneya salicifolia* que en conjunto no sobrepasan 1 m<sup>2</sup>/ha de cobertura basal.

## Índice de valor de importancia

De acuerdo con Rzedowski (1978), *Liquidambar styraciflua* es la especie dominante del bosque mesófilo (bosque de neblina), lo cual coincide con esta investigación. En este sentido, las especies mencionadas se asocian para formar un bosque de neblina de *Liquidambar* y *Magnolia*.

## Riqueza y diversidad

Los datos obtenidos de los índices de Margalef y Shannon indican valores medios para la riqueza y la diversidad de especies de acuerdo con Alanís-Rodríguez *et al.* (2020). Resultados menores, aunque muy similares se registraron en el bosque de neblina de Carrizal de Bravo, Guerrero ( $H' = 3.03$ ) (Catalán *et al.* 2003) donde se muestrearon solo plantas leñosas en 4.25 ha. Y por el contrario el bosque de la Reserva de la Biosfera El Cielo ubicado en el mismo estado de Tamaulipas, mostró una diversidad mayor ( $H' = 4.24$ ) (Puig *et al.* 1983) en un área de 2.25 ha. Estas diferencias pueden obedecer a diversos aspectos. A pesar de que en este estudio de Los San Pedros se muestreó menos de una hectárea de superficie y que el clima es menos húmedo, el hecho de incluir especies tanto leñosas como herbáceas favoreció un valor de diversidad algo mayor que el de Carrizales Bravo. En el caso de El Cielo, es muy probable que tanto las condiciones climáticas como la mayor superficie estudiada hayan influido en una diversidad más alta, aunque tampoco se consideró el estrato herbáceo. Es posible que el estrato herbáceo posea mayor riqueza en Los San Pedros a consecuencia de una perturbación antropogénica, la cual provoca la formación de claros por la eliminación de la cobertura forestal. Esto coincide con Puig *et al.* (1987), quienes mencionan que, en aquellos lugares abiertos y perturbados del bosque de neblina de El Cielo, la diversidad del sotobosque es más exuberante.

## Distribución vertical

Este índice nos permite señalar la dinámica de un rodal o de un área con vegetación (Pretzsch 2009). Las especies del estrato I poseen una abundancia del 15%, el estrato II de 19% y el estrato III de 66%, lo que indica que la comunidad evaluada presenta un estrato dominante (III). El índice vertical de especies fue de 2.84, que comparado con su valor máximo de 3.73, confirma nuevamente que la comunidad evaluada está conformada principalmente por un estrato, y dos estratos tiene escasa representación. Este comportamiento es común en comunidades arbóreas del noreste de México, Rubio Camacho *et al.* (2014) registró valores de  $A = 2.01$  y  $A_{max} = 3.74$  en un bosque maduro de pino encino.

## CONCLUSIONES

Las especies con mayor índice de valor de importancia del estrato arbóreo son representativas y restringidas principalmente a un bosque de neblina. Lo cual distingue a esta comunidad vegetal como un bosque de neblina de *Liquidambar styraciflua* y *Magnolia dealbata*. El mayor valor de importancia en los estratos inferiores, es dominado por especies que no están restringidas a un bosque de neblina (con excepción de *Ranunculus sierrae-orientalis*), esto revela que la comunidad vegetal presenta cierto grado de perturbación. La riqueza de especies ( $S = 32$ ) es baja para un bosque de neblina; y el valor de diversidad expresa que la comunidad vegetal presenta uniformidad en su

composición florística (3.05), como sucede en otros bosques de neblina del país. 5) El índice de distribución vertical indica que el estrato bajo tiene mayor riqueza y abundancia (66%) y domina sobre los demás estratos que tienen escasa representación. Estos resultados aportan información básica para el manejo, restauración y/o rehabilitación de uno de los tipos de vegetación más representativos de México, el bosque de neblina de Tamaulipas.

## AGRADECIMIENTOS

A los habitantes del Ejido Los San Pedros.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

## LITERATURA CITADA

- Aguirre Calderón O, Corral-Rivas J, Vargas Larreta B, Jiménez Pérez J (2008) Evaluación de modelos de diversidad-abundancia del estrato arbóreo en un bosque de neblina. *Revista Fitotecnia Mexicana* 31(3): 281-289.
- Alanís-Rodríguez E, Mora-Olivo A, Marroquín-de la Fuente JS (2020) Muestreo ecológico de la vegetación. Editorial Universitaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México. 241p.
- Aldaba-Núñez, FA, Guzmán-Díaz S, Park S, Kim S, Martínez Salas EM, Samain MS (2025) Unravelling the Mexican *Magnolia dealbata* (Magnoliaceae) species complex. *Phytotaxa* 684(1): 1-32. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.684.1.1>
- Briones-Villarreal OL (1991) Sobre la flora, vegetación y fitogeografía de la Sierra de San Carlos, Tamaulipas. *Acta Botanica Mexicana* 16: 15-43.
- Cartujano S, Zamudio S, Alcántara O, Luna I (2002) El bosque mesófilo de montaña en el municipio de Landa de Matamoros, Querétaro, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 70: 13-43.
- Castillo-Hernández LA, Flores-Olvera H (2017) Floristic composition of the cloud forest of the Bicentenario Reserve, Zongolica, Veracruz, Mexico. *Botanical Sciences* 95(3): 1-25. <https://doi.org/10.17129/botsci.1223>
- Catalán HC, López-Mata L, Terrazas T (2003) Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña de Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología. U.N.A.M. Serie Botánica* 74(2): 209-230.
- Chávez-Cortázar A, Oyama K, Ochoa-Zavala M, Mata-Rosas, Veltjen E, Samain M-E, Quesada M (2021) Conservation genetics of relict tropical species of *Magnolia* (section *Macrophylla*). *Conservation Genetics* 22: 259-273.
- CONABIO (2010) El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 197p.



- Corral-Rivas JJ, Aguirre-Calderón OA, Jiménez-Pérez J, Návar-Cháidez (2002) Muestreo de diversidad y observaciones ecológicas del estrato arbóreo del bosque mesófilo de montaña "El Cielo", Tamaulipas, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 8: 125-131.
- Davidse G, Sousa Sánchez M, Knapp S, Chiang Cabrera F (2015) Saururaceae a Zygophyllaceae. 2(3): v–xvii, 1–347. In: Davidse G, Sousa Sánchez M, Knapp S, Chiang Cabrera F (eds) *Flora Mesoamericana*. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
- FNAEC (1997) *Flora of North America Editorial Committee (eds) Flora of North America: North of Mexico. Volume 3: Magnoliophyta: Magnoliidae and Hamamelidae*. Oxford University Press. New York, USA. 616p.
- Fortanelli-Martínez J, García-Pérez J, Castillo-Lara P (2014) Estructura y composición de la vegetación del bosque de niebla de Copalillos, San Luis Potosí, México. *Acta Botanica Mexicana* 106: 161-186.
- García-Morales LJ, Iamónico D, García-Jiménez J (2017) Nomenclatural remarks on *Magnolia* sect. *Macrophylla* (Magnoliaceae), with description of a new species from North America (Tamaulipas, Mexico). *Phytotaxa* 309(3): 238-244. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.309.3.4>
- González-Espinosa, M, Meave JA, Lorea-Hernández FG, Ibarra-Manríquez G, Newton AC (2011) The red list of Mexican cloud forest trees, fauna and flora international. Cambridge, Reino Unido. 149p.
- Gual-Díaz M, González-Medrano F (2014) Los bosques mesófilos de montaña en México. En: Gual-Díaz M, Rendón-Correa A (comps) *Bosques Mesófilos de Montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 27-67.
- Gual-Díaz M, Rendón-Correa A (2014) *Bosques Mesófilos de Montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 352 p.
- Gutiérrez L, Vovides A (1997) An *in situ* study of *Magnolia dealbata* Zucc. In Veracruz State: an endangered endemic tree of Mexico, *Biodiversity and Conservation* 6: 89-97.
- Guzmán FA, Segura-Ledesma SD, Almaguer-Varga G (2020) El capulín (*Prunus serotina* Ehrh.): árbol multipropósito con potencial forestal en México. *Madera y Bosques* 26(1): e2611866. <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2611866>
- Heywood VH (1979) *Flowering plants of the world*. Oxford London Melbourne. 335p.
- INEGI (2024) Carta uso de suelo y vegetación. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825652593>. Fecha de consulta: 15 de abril de 2024.
- IUCN (2025). The IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/>. Fecha de consulta: 20 de marzo de 2025.
- López-Pérez Y, Tejero-Díez JD, Torres-Díaz AN, Luna-Vega I (2011) Flora del bosque mesófilo de montaña y vegetación adyacente en Avándaro, Valle de Bravo, estado de México, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 88: 35-53.
- Luna-Vega MI (2003) *Magnolia dealbata*. Taxones del bosque mesófilo de montaña de la Sierra Madre Oriental incluidos en la norma oficial mexicana. Herbario FCME, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W025. México. 5p.
- Magurran A (2004) *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science Ltd. Blackwell Publishing Company. Oxford, UK. 256p.
- Mora-Olivo A (2024) Plantas vasculares. En: Cruz Angón A, López Higuera D, Melgarejo ED, Rodríguez Ruiz ER (coords) *La biodiversidad en Tamaulipas: Estudio de estado Vol. II*. CONABIO, México. pp. 107-120.
- Mora-Olivo A, Guerra-Pérez A, González-Romo CE (2021) *Árboles de la reserva El Cielo: Nomenclatura y uso tradicional*. Colofón Ediciones Académicas. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ciudad de México. 159p.

- Moreno CE (2001) Métodos para medir la biodiversidad. Manual y tesis SEA. Editado por Cooperación Iberoamericana (CYTED), Unesco (Orcyt) y SEA. Vol. 1. Pachuca, Hidalgo, México. 83p.
- Mostacedo B, Fredericksen T (2000) Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Editora El País. Santa Cruz, Bolivia. 87p.
- Nesom GL (1993) *Ranunculus* (Ranunculaceae) in Nuevo León, Mexico with comments in the *R. petiolaris* group. *Phytologia* 75(5): 391-398.
- Pérez-Calix E (2021) Familia Juglandaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* 96: 1-15.
- Ponce-Vargas A, Luna-Vega I, Alcántara-Ayala O, Ruiz-Jiménez CA (2006) Florística del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 177-190. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2006.002.333>
- Pretzsch H (2009) *Forest dynamics, growth and yield. From measurement to model.* Springer-Verlag Berlín. Heidelberg, Alemania. 664p.
- Puig H, Bracho R, Sosa V (1983) Composición florística y estructura del bosque mesófilo en Gómez Farías, Tamaulipas. México. *Biotica* 8(4): 339-359.
- Puig H, Bracho R, Sosa V (1987) El bosque mesófilo de montaña, composición florística y estructura. In: Puig H, Bracho R (eds) *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas.* Instituto de Ecología, A.C. México. pp. 55-79.
- Ricker M (2019) Manual para realizar las colectas botánicas del Inventario Nacional Forestal y de Suelos de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. 48p.
- Rivers MC (2016) *Magnolia dealbata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. e.T88558975A2796189. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T88558975A2796189.en>.
- Romero-Santamaría A, Fermín-Escobar JB, Tejero-Diez D (2024) Levantamiento florístico de un bosque mesófilo de montaña en la Sierra Norte de Puebla, México. *Acta Botanica Mexicana* 131: e2378. <https://doi.org/10.21829/abm131.2024.2378>
- Rubio Camacho EA, González Tagle MA, Jiménez Pérez J., Alanís Rodríguez E, Ávila Flores DY (2014) Diversidad y distribución vertical de especies mediante el índice de Pretzsch. *Ciencia UANL* 17(65): 34-41.
- Ruiz-Sánchez E, Ornelas JF (2014) Phylogeography of *Liquidambar styraciflua* (Altingiaceae) in Mesoamerica: survivors of a Neogene widespread temperate forest (or cloud forest) in North America? *Ecology and Evolution* 4(4): 311-328.
- Rzedowski J (1978) *La vegetación de México.* Limusa. México. 432p.
- Rzedowski J, Calderón de Rzedowski G (2005) Rosaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* 135: 1-157.
- Sánchez-Velásquez LR, Pineda-López MR (2006) Species diversity, structure and dynamics of two populations of an endangered species, *Magnolia dealbata* (Magnoliaceae). *Revista de Biología Tropical* 54(3): 997-1002.
- SEMARNAT (2025) Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-SEMARNAT-2025, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. Lunes 14 de abril de 2025. Cd. de México. 176p.
- Shannon C (1948) The mathematical theory of communication. In: Shannon CE, Weaver W (ed) *The mathematical theory of communication.* University of Illinois Press Urbana. USA. pp. 29-125.
- Spicer ME, Radhamoni HVN, Duguid MC, Queenborough SA, Comita LS (2022) Herbaceous plant diversity in forest ecosystems: patterns, mechanisms, and threats. *Plant Ecology* 223: 117-129. <https://doi.org/10.1007/s11258-021-01202-9>

- Treviño-Barbosa G (2024) Bosque mesófilo de montaña. En: Cruz Angón A, López Higuareda D, Melgarejo ED, Rodríguez Ruiz ER (coords) La biodiversidad en Tamaulipas: Estudio de estado Vol. I. CONABIO, México. pp. 307-315.
- Toledo T (2009) El bosque de niebla. *Biodiversitas* 86: 1-6.
- Velazco-Macías CG, Foroughbakhch-Pournavab R, Alanís-Flores GJ, Alvarado-Vázquez MA (2008) *Magnolia dealbata* en Nuevo León, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 459-463.
- Vázquez-García JA, Muñiz-Castro MA, De Castro-Arce, E, Murguía-Araiza R, Nuño-Rubio AT, J. Cházaro-B MJ (2012) Twenty new Neotropical tree species of *Magnolia* (Magnoliaceae). In: Salcedo Pérez E, Hernández Álvarez E, Vázquez-García JA, Escoto-García T, Díaz-Echevarría N (eds) Recursos Forestales del Occidente de México: Diversidad, Producción, Manejo, Aprovechamiento y Conservación. Universidad de Guadalajara. Jalisco, México. pp. 91-130.
- Vázquez-García JA, Domínguez-Yescas R, Pedraza-Ruiz R, Sánchez-González A, Muñiz-Castro MA (2015a) *Magnolia rzedowskiana* (Magnoliaceae), una especie nueva de la sección *Macrophylla* de la parte central de la Sierra Madre Oriental, México. *Acta Botanica Mexicana* 112: 19-36. <https://doi.org/10.21829/abm112.2015.1086>
- Vázquez-García JA, Domínguez-Yescas R, Velazco-Macías C, Shalisko V, Merino-Santi RE (2015b) *Magnolia nuevoleonensis* sp. nov. (Magnoliaceae) from northeastern Mexico and a key to species of section *Macrophylla*. *Nordic Journal of Botany* 34: 48-53. <https://doi.org/10.1111/njb.00800>
- Velazco-Macías C, Foroughbakhch-Pournavab R, Alanís-Flores G, Alvarado-Vázquez M (2008) *Magnolia dealbata* en Nuevo León, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 459-463.
- Villaseñor JL, Gual-Díaz M (2014) Riqueza florística del bosque mesófilo de montaña en México. En: Gual-Díaz, Rendón-Correa A (comps) Bosques mesófilos de montaña de México. diversidad, ecología y manejo. CONABIO. México. pp. 222-236.
- Williams-Linera G (2007) El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. Instituto de Ecología, A.C. CONABIO. Xalapa, Ver. 208p.