

TRABAJO CIENTÍFICO

Caracterización de los árboles emergentes de relictos de selva alta perennifolia en Huehuetla, Hidalgo, México

Characterizing trees emergent of relicts of high evergreen forest in Huehuetla, Hidalgo, Mexico

M. Castelán Lorenzo¹ y J. M. Chamé Cruz²

¹ Centro de Investigación en Biología, Educación Ambiental y Agricultura Orgánica. Área de Agronomía. Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 carretera México-Texcoco; Chapingo, Texcoco, Estado de México. C.P. 56230. Tel. 5540695347. ORCID: 0000-0002-9587-7192 E-mail: mcastelanl@chapingo.mx.

² Ingeniero en Recursos Naturales Renovables. Universidad Autónoma Chapingo. E-mail: chamec_jom@hotmail.com.

Recibido en septiembre de 2024; Aceptado en septiembre de 2025

RESUMEN

Las selvas tropicales son el principal albergue de biodiversidad del planeta, pero se están destruyendo a pasos acelerados; actualmente en muchos lugares sólo quedan relictos de lo que fueron las selvas, como es el caso de México. Por ello, el presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar a los árboles emergentes de relictos de selva perennifolia en Huehuetla, Hidalgo, México. La metodología propuesta se basa en criterios dasométricos, ecológicos y biológicos, para ello, se realizó un muestreo al azar delimitando 57 sitios de 2.000 m²; distribuidos en cinco zonas de interés. Las variables que se midieron fueron diámetro normal (cm), altura (m) y diámetro de copa (m) y características del sitio de crecimiento del árbol y presencia de epífitas. Como resultados se encontraron 23 especies de árboles asociados a plantas epífitas y enredaderas, sirviendo además de alimento y resguardo para la fauna silvestre. La especie más abundante fue el jobo (*Spondias mombin* L.), la especie de mayor altura fue el álamo (*Platanus mexicana* Moric.), con 34 metros. El petatillo (*Ulmus mexicana* (Liebm.) Planch.) tuvo el diámetro normal más alto con 144 cm y el chalame (*Ficus cotinifolia* Kunth.) registró el diámetro de copa más alto con 22 m. Los árboles emergentes de los relictos de selva del municipio de Huehuetla, Hidalgo son comparables a lo descrito para otras regiones de selva del país y representan una importante fuente de recursos genéticos que debe ser conservada y recuperar la cubierta forestal fragmentada.

Palabras clave: estrato arbóreo superior, plantas epífitas, relaciones ecológico-biológicas, variables dasométricas.

ABSTRACT

Tropical rainforests are the planet's main habitat for biodiversity, but they are being destroyed at accelerated pace. Currently, only remnants of what were once rainforests remain in many places as it is the case in Mexico. Therefore, this work aimed to characterize the trees emerging from evergreen rainforest relicts in Huehuetla, Hidalgo, Mexico. The methodology employed was based upon dasometric, ecological and biological criteria. Thus, 57 sites of 2.000 m² each distributed in five areas of interest were sampled randomly. The variables determined were normal diameter (cm), height (m) and crown diameter (m) together with site characteristics and the presence of epiphyte. As a result, 23 species of trees associated with epiphytic plants and vines that also serve as food and shelter for wildlife were found. The most abundant species was the jobo (*Spondias mombin* L.), the tallest species (34 m) was the poplar (*Platanus mexicana* Moric.) The petatillo (*Ulmus mexicana* (Liebm.) Planch.) showed the highest normal diameter (144 cm) and the chalame (*Ficus cotinifolia* Kunth.) recorded the highest crown diameter (22 m). The trees emerging from the jungle relicts of the municipality of Huehuetla, Hidalgo are comparable to what has been described for other jungle regions of the country and represent an important source of genetic resources that must be conserved in order to recover the fragmented forest cover.

Key words: upper tree layer, epiphytic plants, ecological-biological relationships, dasometric variables.

1. INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales, más conocidos en México como selvas, están constituidos por asociaciones de árboles de especies latifoliadas con una gran diversidad de especies por unidad de superficie. Las selvas húmedas tropicales, ocupan sólo 10 % de la superficie terrestre y alojan del 50 % al 80 % de todas las especies de organismos existentes en la tierra (Pennington y Sarukhán, 2005). De éstos, sólo de 10 a 20 % han sido descritos a nivel de especie y es mucho menor el número para los que se tienen datos precisos sobre aspectos básicos de su biología y ecología (Rzedowski, 2006; Granados, 2007). Estas selvas son también una fuente de estabilidad climática, principalmente por la captura de CO₂ que contribuye a mitigar los impactos del cambio climático además de la obtención de múltiples recursos, desde alimentos hasta productos farmacéuticos (Primack *et al.* 1999; Santos *et al.* 2021; Aryal *et al.* 2022).

Respecto a su estructura, en una selva tropical se distinguen cinco estratos vegetales. El estrato superior está formado por las copas de los árboles más altos (dominantes o emergentes), y es discontinuo, entre 30 y 35 m de altura llegando hasta 50 m. Bajo él, y no claramente diferenciado existe otro también discontinuo, compuesto por los árboles codominantes (Martínez-Camilo *et al.* 2018; Vázquez-Negrín, *et al.* 2011). El tercer estrato es continuo, y absorbe la mayor parte de la luz incidente (árboles intermedios) con alturas de 20 a 30 m. Por debajo se encuentra un estrato con sombra y escasa vegetación (árboles suprimidos) con alturas de 10 a 12 m, y por último el estrato arbustivo con alturas de 3 a 6 m. En el estrato conocido como piso forestal o sotobosque predominan herbáceas, plántulas, helechos y raíces de árboles (Vázquez-Negrín, *et al.* 2011; Báez-Hernández *et al.* 2016; Burgos-Hernández y Castillo-Campos, 2018).

Pineda-Herrera *et al.* (2019) señalan que las partes más altas del dosel llegan a alcanzar varios metros de altura; aún en las selvas secundarias el dosel principal alcanza los 25 metros de altura. En sus copas se encuentran numerosas plantas trepadoras, bromelias y orquídeas, lo que hace que la luminosidad que llega a la superficie del suelo sea mínima. Grandes troncos de árboles en conjunto con las lianas y otras plantas trepadoras sostienen el dosel de la selva. Entre los servicios ecosistémicos que proporciona la vegetación se destacan: regulación de temperatura, protección del suelo evitando su erosión, mantenimiento de manantiales vivos, filtrado de partículas del aire lo que evita el arrastre de sedimentos por el agua; incluso, algunas especies vegetales son utilizadas en la medicina tradicional y para remediar suelo y agua, entre otros (Aryal *et al.* 2022; Báez-Hernández *et al.* 2016; Hurtado-Torres *et al.* 2022).

Villavicencio y Pérez (2010) señalan que la selva alta perennifolia en el estado de Hidalgo se encuentra en pequeños manchones en altitudes que van de los 200 a los 1.000 m s. n. m., principalmente en dos municipios de la Huasteca, Yahualica y Huautla y extensiones menores en áreas escarpadas de la zona Otomí-Tepehua, se localiza principalmente al SE y N de San Bartolo Tutotepec y la parte central y norte de Huehuetla. Se caracteriza por la presencia de árboles que miden de 25 a 40 metros de alto como ojite (*Brosimum alicatrum* Sw.), copal (*Protium copal* (Schltdl. & Cham.) Engl.), pahua (*Persea schiedeana* Mill.), chaca (*Bursera simaruba* (L.) Sarg.) y cedro (*Cedrela odorata* L.).

A pesar de que los bosques tropicales son el principal albergue de biodiversidad del planeta, se están destruyendo a pasos acelerados; entre las principales causas de su destrucción se encuentran la agricultura migratoria, el cambio de uso de suelo, la pobreza y en general la presión humana que se ejerce hacia ella. En México la tasa de deforestación es alta, según Global Forest Watch (2023) la FAO reportó que del año 2002 al 2023 se perdieron 785.000 ha de bosques tropicales, que representan el 8,5 % de disminución. Muchas áreas de selva están fragmentadas y degradadas, y ahora sólo es posible observar relictos de lo que alguna vez fue una selva frondosa. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue caracterizar a los árboles emergentes de relictos de

selva alta perennifolia, considerando criterios dasométricos, ecológicos y biológicos en el municipio de Huehuetla, Hidalgo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El municipio de Huehuetla se ubica en los 20° 23' y 20° 41' LN, y en los 97° 59' y 98° 10' de LW (Figura 1). Se encuentra a una altitud media de 520 m s. n. m. Huehuetla tiene un relieve en su mayor parte montañoso (INEGI, 2007). De acuerdo con García (2004), Huehuetla tiene un clima Am (caliente húmedo con lluvias en verano); tiene una estación corta, seca, en la mitad fría del año, pero con una cantidad total de lluvia suficiente para mantener el terreno húmedo durante todo el año, es intermedio entre el Af y el Aw, pareciéndose el primero en cuanto a cantidad total de lluvia y al segundo en cuanto a su distribución anual. La temporada de mayor precipitación se encuentra en el verano y parte del otoño que son las épocas en que los ciclones tropicales que afectan a México son más frecuentes y hacen aumentar considerablemente la cantidad de lluvia en la zona con este tipo de clima.

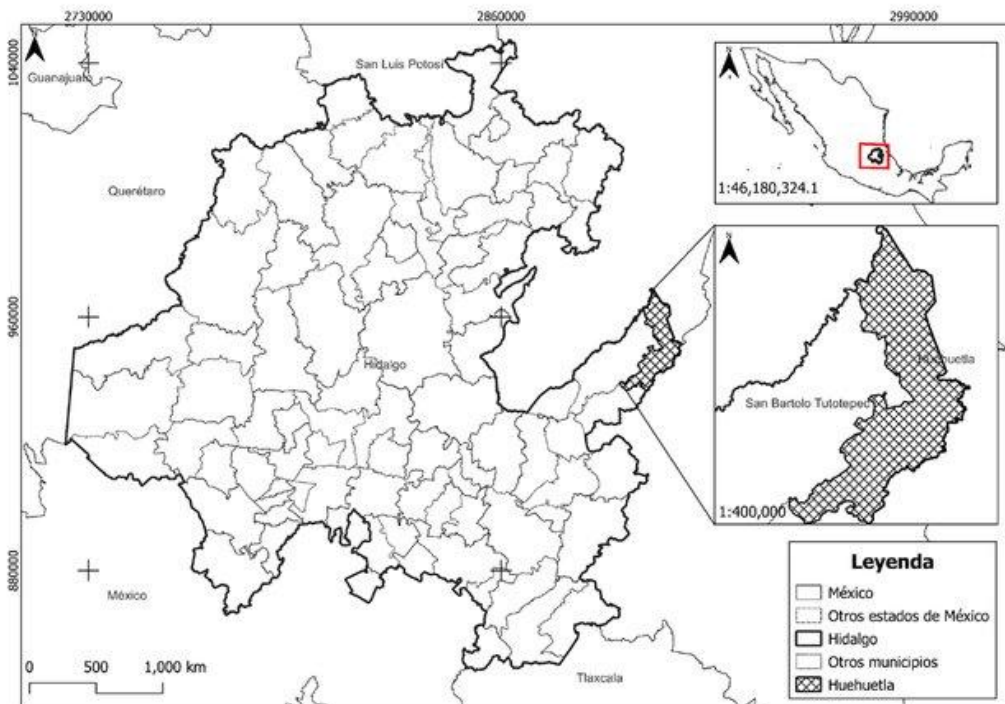


Figura 1. Localización del área de estudio. Fuente: Castillo-Oropeza, 2021.

Se realizó un muestreo al azar. Para ello se procedió a hacer recorridos por tres zonas delimitadas del municipio, en donde se ubicaron los principales relictos de selva presentes; para ello se delimitaron 57 sitios de muestreo en total. Una vez ubicado el sitio, se tomó al árbol más alto dentro del mismo para considerarlo como centro de un sitio circular de 2000 m² en el cual se contaron todos los individuos presentes de la misma especie. Se describieron las características dasométricas, biológicas y ecológicas del árbol emergente presente en el sitio. Las variables dasométricas que se consideraron fueron: diámetro normal (cm), altura (m) y diámetro de copa (m); como variables ecológicas se consideraron: ubicación cerca de un cuerpo de agua, en una

cañada, con presencia de nidos y madrigueras y en cuanto a las variables biológicas: asociados con epífitas, enredaderas y plantas parásitas y finalmente como variables del sitio se consideraron la altitud (m s.n.m.), exposición, pedregosidad (%) y pendiente (%). Los materiales empleados para la realización del estudio fueron: cámara fotográfica, libreta de campo, GPS, cinta diamétrica, pistola Haga, clinómetro y machete.

Una vez concluida la fase de campo en el verano de 2021, se capturaron los resultados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel para facilitar su análisis, en el mismo programa se calculó el volumen de cada árbol emergente y se construyeron las gráficas comparativas de altura, diámetro normal y diámetro de copa, así como los porcentajes de orquídeas y epífitas, y condiciones del sitio de crecimiento de los árboles. La mayoría de los sitios muestreados se localizaron en lugares con pendientes muy fuertes, ya que la topografía escarpada con porcentaje de pendiente muy alto es la que predomina en el municipio de Huehuetla, además son los lugares en donde, por el difícil acceso, aún se conserva la vegetación con pocos daños.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron 23 especies de árboles emergentes, todos ellos reportados por Pennington y Sarukhán (2005) para las selvas altas perennifolias de México y cuatro de ellos reportados por Villavicencio y Pérez (2010) para el estado de Hidalgo, *Persea schiedeana*, *Cedrela odorata*, *Liquidambar styraciflua* y *Bursera simaruba*. La complejidad de la selva alta es tal que determinadas especies se pueden encontrar creciendo de diferentes maneras: en rodales muy grandes, pequeños manchones o solitarios; pueden ser frecuentes o no, todo obedece a diferentes factores como el grado de fragmentación provocada por la acción del hombre o simplemente a procesos naturales. Santos *et al.* (2021) señalan que *Spondias mombin* y *Bursera simaruba* constituyen la etapa clímax de las selvas tropicales de México. La Tabla 1 presenta la frecuencia y abundancia total de los árboles emergentes por zonas.

El árbol de jobo (*Spondias mombin* L.) fue el que mayor frecuencia tuvo, llegando a repetirse en un total de cinco sitios, en los que se encontró como dominante; a éste le siguió el cedro rojo (*Cedrela odorata* L.), petatillo (*Ulmus mexicana* (Liebm.) Planch.) y el chalame (*Ficus cotinifolia* Kunth.) con un total de cuatro. El árbol de quince (*Lonchocarpus hidalgensis* Lundell.) fue el más abundante como especie, a pesar de encontrarse en únicamente dos sitios. La abundancia de éste se debe a que en uno de estos sitios existía un rodal bastante denso, llegando a contar 17 individuos en un área de unos 800 m². Le siguió el liquidámbar (*Liquidambar styraciflua* L.) con 16 individuos. El álamo (*Platanus mexicana* Moric.) tuvo una representatividad considerable por su altura.

La flora de las regiones cálido-húmedas de México se caracteriza por elementos geográficos neotropicales, aunque no es raro encontrar mezclas de especies de otras regiones (Pennington y Sarukhán, 2005; Rzedowski, 2006). Así, entre las especies registradas, algunas fueron de un clima transicional A(C), semicálido, por ejemplo, *Ulmus mexicana*, *Quercus spp.* y *Liquidambar styraciflua* (Vázquez *et al.* 2017). Los árboles, entre los que sobresalen el *Ficus cotinifolia*, *Ulmus mexicana*, *Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn., *Spondias mombin*, *Diospyros digyna* Jacq. y *Cedrela odorata*, estaban sostenidos con grandes contrafuertes, típicos de las selvas altas perennifolias (Gómez-Pompa y Vázquez-Yanes, 1985; Pineda-Herrera *et al.* 2019; CONABIO, 2022). Es de resaltar que en el caso del mango (*Mangifera indica*) no es un árbol típico de las selvas húmedas, pero como consecuencia de la fragmentación ha colonizado los espacios naturales debido a su alta adaptabilidad a condiciones climáticas favorables desde que fue introducida en México y se estableció como cultivo (Martínez *et al.* 2020).

Tabla 1. Frecuencia de árboles emergentes, abundancia por zonas y totales.

Nombre común	Nombre científico	Abundancia por zona					F	T.A.
		1	2	3	4	5		
1. Liquidámbar	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	16					1	16
2. Encino prieto	<i>Quercus oleoides</i> Schltdl. & Cham	3	1				2	4
3. Encino blanco	<i>Quercus conspersa</i> Benth.	7	7				2	14
4. Álamo	<i>Platanus mexicana</i> Moric.	2	1	13		1	3	16
5. Cedro rojo	<i>Cedrela odorata</i> L.	2	11	1	1		4	15
6. Jobo	<i>Spondias mombin</i> L.	1	1	1	1		5	5
7. Zapote negro	<i>Diospyros digyna</i> Jacq.	5	1				2	6
8. Anaya	<i>Beilschmiedia anay</i> Blake	1	2				2	3
9. Mamey	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn.	1	2	1			3	4
10. Petatillo	<i>Ulmus mexicana</i> (Liebm.) Planch	1	1	1	1		4	4
11. Árbol quince	<i>Lonchocarpus hidalgensis</i> Lundell	17	1				2	18
12. Zopilote	<i>Platinicium</i> spp.	2	3				2	5
13. Chalame	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	1	1	1	1		4	4
14. Nogal	<i>Juglans pyriformis</i> Liebm.	1	2	1			3	4
15. Pagua	<i>Persea schiedeana</i> Nees.	1	1	1			3	3
16. Chagua	<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) S.	1					1	1
17. Mirra	<i>Liquidambar macrophylla</i> Oerst.	1					1	1
18. Palo de agua	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Planch. & Decne.	1	2	1			3	4
19. Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	1	1				2	2
20. Frijolillo	<i>Cojoba arborea</i> (L.) B. & R.	2					1	2
21. Chaca	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	4	1	1			3	6
22. Rabo de cojolite	<i>Cupania dentata</i> Moc. & Sessé ex DC.	2	1				2	3
23. Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	1	1				2	2

F. Frecuencia; T. A: Total de árboles

Caracterización dasométrica

En las selvas altas perennifolias la altura de los árboles del estrato superior oscila entre los 25 a 30 m; los que presentan alturas mayores a 30 m son denominados emergentes, cuya función es importante por ser los que dan estabilidad al ecosistema y soporte a una gran diversidad de vida (Vázquez-Negrín, *et al.* 2011; Báez-Hernández *et al.* 2016). El rango de altura de los árboles emergentes va de 20,5 a 35 m (Figura 2). El árbol más alto fue el álamo (*Platanus mexicana*) con 35 m mientras que el más bajo dentro de este estrato fue el árbol llamado chaca (*Bursera simaruba*) con 20,5 m; esta especie difícilmente ocupa el estrato emergente por ser de alturas medianas, llegando raras veces hasta los 30 m (Vázquez *et al.* 2017; Hernández-Ramos *et al.* 2021). El 70 % de los árboles encontrados se ubicaron en el rango de 20 a 25 m, el 17 % se encuentran entre los 25 a 30 m y solamente 13 % alcanzan a rebasar los 30 m de altura. De esta manera, de acuerdo con Martínez-Camilo *et al.* (2018), muy pocos árboles cumplen con la altura para ser llamados emergentes como tal, al igual que los reportados por Castelán (2016) para la región Chatina en Oaxaca y Avendaño-Arrazate *et al.* (2021) para la selva Lacandona en Chiapas. Lo anterior posiblemente debido al daño que ha sufrido la selva en el área de estudio, ya que la mayor parte de ésta es vegetación secundaria en recuperación, y en los relictos fueron los únicos árboles notables que aún se encuentran.

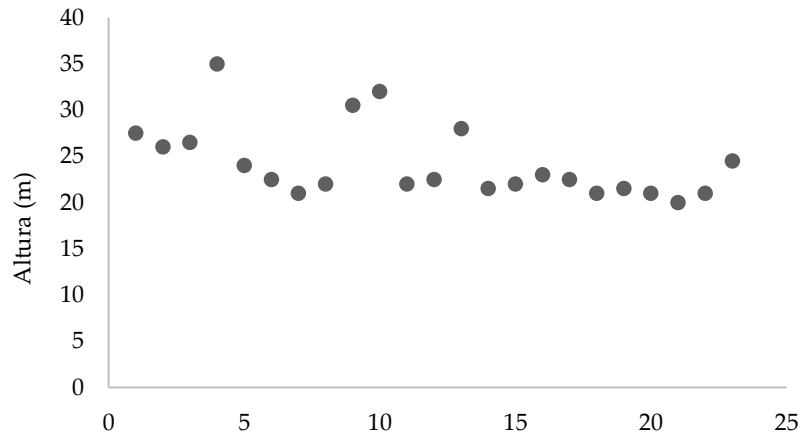


Figura 2. Altura promedio por especie de árboles emergentes.
El rango dominante va de 20 a 25 m.

Granados-Victorino *et al.* (2017), reportan similitudes en cuanto a especies presentes en la selva alta perennifolia y la mediana perennifolia al estudiar tres estadios sucesionales en la selva de Huautla, Hidalgo, ubicando en el estrato emergente a individuos de más de 20 m de altura con las especies *Cedrela odorata* y *Ceiba pentandra* y en el estrato intermedio a *Bursera simaruba*, *C. odorata* para la selva secundaria juvenil. Mientras que, para la selva secundaria intermedia, el estrato emergente lo ocupaban *B. simaruba* y *Dendropanax arboreus* con más de 20 m de altura y en la selva secundaria madura, el estrato emergente estaba ocupado por *Ceiba pentandra* y *Pouteria sapota* con más de 30 m de altura y el estrato intermedio lo ocupaban *B. simaruba*, *D. arboreus* con alturas de entre 15 y 25 m, la complejidad de la selva resalta en que una misma especie arbórea puede ocupar los diferentes estratos.

En cuanto a la variable diámetro normal, éste se encuentra en el rango de 50 a 144,5 cm, teniendo el valor más bajo el liquidámbar y sobresaliendo entre todos, el petatillo, siendo un árbol impresionante que, aunque la mayoría no tenían una copa tan frondosa su tronco casi siempre fue bastante grueso. El 13 % de los árboles se encuentran entre los 50 a 60 cm, el 35 % se encuentra en un rango de 60 a 70 cm, el 31 % se encuentra entre 70 y 80 cm, 9 % se encuentra en el rango de 80 a 100 cm y el 12 % rebasa los 100 cm. El diámetro de copa indica el grado de cobertura arbórea en un ecosistema forestal, es decir, el porcentaje de sombra que hay en el bosque, que depende de la posición sociológica que ocupan los árboles (Humano, 2020). En especies intolerantes, como en la mayoría de los pinos, un porcentaje de sombra mayor a 50 % puede perjudicar a las plántulas, evitando que se establezca una buena regeneración pero en las selvas tropicales el panorama es diferente por lo que la mayoría de las plantas del sotobosque son tolerantes a la sombra y pueden crecer con la poca luz que logran captar aquí los claros generan nuevas oportunidades, la llegada de más energía luminosa a los niveles bajos del bosque tiene consecuencias para todas las plantas ubicadas bajo su alcance: pueden crecer nuevas ramas hacia la apertura, plántulas y árboles pueden desarrollarse más rápidamente, semillas fotosensibles pueden germinar e incluso algunas plantas de los estratos bajos pueden disponer finalmente de suficiente energía para producir flores y frutos (Gómez-Pompa y Vázquez-Yanes, 1985; Hernández-Ramírez y García-Méndez, 2015). Los valores de diámetro de copa de los diferentes árboles se encuentran entre 5 y 22,5 m, de ellos *Lonchocarpus hidalgensis* presenta el menor diámetro y *Ficus cotinifolia* el mayor, ya que en todos los sitios en los que se encontró presentó ramas gruesas y muy extendidas. El 13 % de los árboles se encuentran entre 5 y 10 m, 57 % se encuentran entre 10 y 15 m. En el rango de 15 a 20 m se ubica el 22 % de los árboles y solamente un 8 % sobrepasa los 20 m, que en este caso son *F. cotinifolia* y *Ulmus mexicana* (Figura 3).

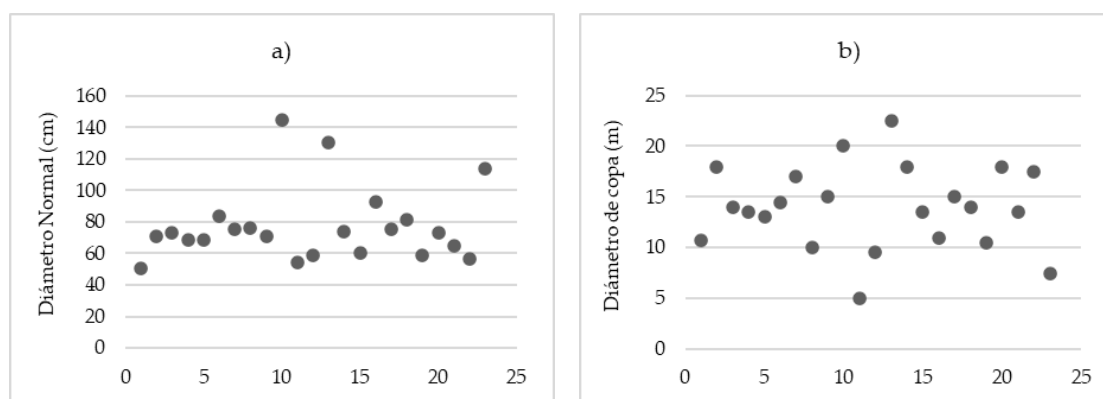


Figura 3. Diámetro normal (a) y diámetro de copa (b) promedio por especie de árboles emergentes.

Caracterización biológica-ecológica

El 75 % de las especies de árboles son usadas como maderables, sin embargo, de las 23 especies arbóreas encontradas, 12 son clave para la provisión de alimento para la fauna silvestre y como hábitat para abejas, jugando un papel muy importante dentro de la selva (Tabla 2).

Como proveedor de alimento para la fauna silvestre en general, sobresale en importancia *F. cotinifolia* por el tipo de frutos que produce, que resultan atractivos tanto para aves como para mamíferos, seguido de *S. mombin*, en el que se pueden observar gran cantidad de aves en la época de maduración del fruto. A decir de los propios habitantes del municipio, pequeños mamíferos como tlacuache, mapache y tejón suelen frecuentar mayormente al mamey, zapote negro y mango. Por diversidad destaca igualmente *F. cotinifolia*, en el que se encontraron nidos y madrigueras de diversas especies de fauna silvestre, seguido de *U. mexicana*, que fueron los árboles con mayor diámetro normal y mayor diámetro de copa. Mientras que *P. mexicana*, fue la especie con mayor cantidad de nidos de aves que, por ser los árboles emergentes de mayor altura sirven como descanso para las aves y de ahí descienden a los estratos bajos, en especial las aves llamadas “papanes” (*Cyanocorax morio* Wagler) que comúnmente se les puede ver construyendo nidos en los álamos.

Tabla 2. Árboles útiles para la fauna silvestre

Nombre común	Nombre científico	Hábitat de abejas	Alimento para la fauna silvestre
Encino prieto	<i>Quercus oleoides</i> Schltdl. & Cham		*
Encino blanco	<i>Quercus conspersa</i> Benth.	*	*
Álamo	<i>Platanus mexicana</i> Moric.	*	
Jobo	<i>Spondias mombin</i> L.		*
Zapote negro	<i>Diospyros digyna</i> Jacq.	*	*
Anaya	<i>Beilschmiedia anay</i> Blake		*
Mamey	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn.		*
Chalame	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	*	*
Nogal	<i>Juglans pyriformis</i> Liebm.		*
Pagua	<i>Persea schiedeana</i> Nees.		*
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.		*
Chaca	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	*	

Caracterización del sitio de crecimiento de los árboles emergentes

El rango altitudinal considerado fue de entre 320 msnm, zona más cálida en el municipio y los 1.033 msnm, cerca de los límites con la zona templada. Los árboles de las especies *L. styraciflua*, *P. aculeata*, *L. macrophylla* y *C. arborea* se encontraron en un solo sitio por lo que presentan valores únicos. *Q. oleoides*, *Q. conspersa*, *U. mexicana*, *F. cotinifolia* y *L. hidalgensis* se encontraron en las partes más altas, con pendientes pronunciadas y pedregosidad desde nula hasta muy alta, llegando al 90 %, siendo árboles muy viejos. *P. mexicana*, *C. odorata*, *D. digyna*, *B. anay*, *P. schiedeana*, *M. indica*, *B. simaruba* y *C. dentata*, se encontraron en altitudes y pendientes medias. *C. pentandra* y *S. mombin* en las partes más bajas y con pendientes desde los 33 a 75 % (Tabla 3).

Tabla 3. Rango altitudinal, pendiente y pedregosidad del sitio de crecimiento de los árboles emergentes en Huehuetla, Hidalgo.

Nombre común	Nombre científico	Pendiente (%)	Pedregosidad (%)	Altitud (m s.n.m.)
Liquidámbar	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	80	0	722
Encino prieto	<i>Quercus oleoides</i> Schlttl. & Cham	70 – 75	0 – 85	710 – 1032
Encino blanco	<i>Quercus conspersa</i> Benth.	70 – 75	0 – 45	705 – 1025
Álamo	<i>Platanus mexicana</i> Moric.	38 – 50	45 – 90	624 – 719
Cedro rojo	<i>Cedrela odorata</i> L.	35 – 90	10 – 70	661 – 880
Jobo	<i>Spondias mombin</i> L.	38 – 75	8 – 80	436 – 725
Zapote negro	<i>Diospyros digyna</i> Jacq.	35 – 65	15 – 75	706 – 725
Anaya	<i>Beilschmiedia anay</i> Blake	55 – 73	50 – 88	664 – 725
Mamey	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn.	30 – 52	40 – 85	660 – 739
Petatillo	<i>Ulmus mexicana</i> (Liebm.) Planch	55 – 97	0 – 90	905 – 1027
Árbol de quince	<i>Lonchocarpus hidalgensis</i> Lundell	63 – 80	50	945 – 1013
Palo de zopilote	<i>Platimicium</i> spp.	70 – 75	35 – 50	940 – 992
Chalame	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	62 – 98	40 – 87	671 – 1025
Nogal	<i>Juglans pyriformis</i> Liebm.	67 – 75	50 – 60	845 – 918
Pagua	<i>Persea schiedeana</i> Nees.	55 – 92	45 – 85	679 – 875
Chagua	<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem.	77	90	1015
Mirra	<i>Liquidambar macrophylla</i> Oerst.	77	40	1016
Palo de agua	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Planch. & Decne.	50 – 85	40 – 85	682 – 967
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	42 – 68	10 – 90	724 – 869
Frijolillo	<i>Cojoba arborea</i> (L.) Britton & Rose	37	5	726
Chaca	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	29 – 55	15 – 80	665 – 750
Rabo de cojolite	<i>Cupania dentata</i> Moc. & Sessé ex DC.	69 – 80	75 – 92	673 – 679
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	33 – 75	17 – 45	320 – 490

Los lugares mejor conservados son laderas con fuertes pendientes y áreas pedregosas, debido a su difícil acceso y a las limitaciones que imponen a la agricultura. Con ello, los relictos de selva alta perennifolia encontrados en el municipio de Huehuetla se restringen a lugares con un porcentaje de pendiente y pedregosidad alto, propios del rango altitudinal de los bosques tropicales (Murga-Orrillo *et al.* 2021), a pesar de esto es posible el cambio de uso de suelo debido a la presión demográfica, que cada vez demanda más recursos, como la extracción de madera sin control. Hasta hace un tiempo, los árboles eran valorados únicamente por sus beneficios económicos, dejando de lado su importancia ambiental. Hoy en día, la tendencia apunta a reconocer su aporte ecológico, otorgando igual valor a todos los árboles por los servicios

ambientales que brindan, como el mantenimiento de fuentes de agua, la conservación de la biodiversidad, la regulación del clima y la captura de carbono (CONANP, 2017; Aryal *et al.* 2022).

La relación entre altitud, variables dasométricas y presencia de epífitas es débil (Coeficiente de correlación= 0.17). Independientemente del rango altitudinal, las especies encontradas muestran diferente altura, diámetro normal, diámetro de copa y porcentaje de epífitas (Figura 4), así la mayoría de las especies caracterizadas comparten el rango de 400 a 1.000 m s.n.m. con excepción de *C. pentandra* que se encontró desde los 320 hasta máximo 490 m s.n.m., *P. aculeata* y *L. macrophylla* que sólo se encontraron en un sitio a 1.015 y 1.016 m s.n.m. respectivamente y sólo *U. mexicana* y *Q. oleoides* se encontraron en la máxima altitud, 1.027 y 1.032 m s.n.m., con sus requerimientos ambientales y nichos ecológicos propios de las especies pero asociados probablemente a disturbios antropogénicos, cuya tendencia es a modificar la distribución debida el desplazamiento altitudinal derivada del cambio climático (Sánchez, *et al.* 2019; Santos *et al.* 2021).

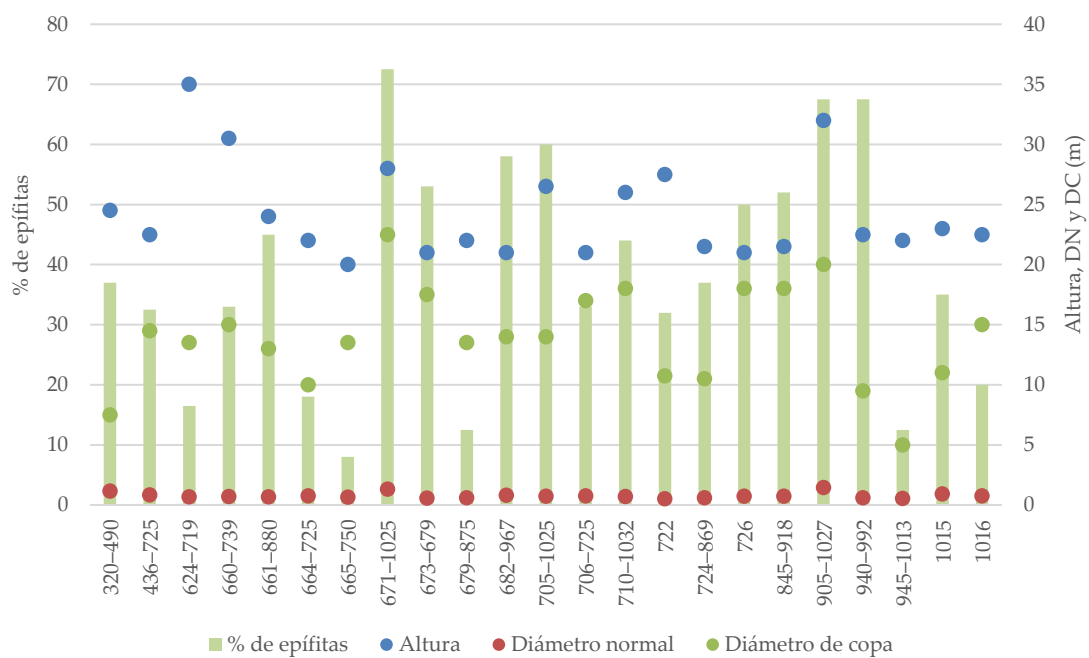


Figura 4. Relación entre el rango altitudinal, variables dasométricas y presencia de epífitas en árboles emergentes.

Al igual que los porcentajes de presencia de epífitas, el 100 % de los árboles se encontraron asociados con algún tipo de epífitas como orquídeas, bromelias, musgos y líquenes típico de las selvas tropicales (Primack *et al.* 1999; Pineda-Herrera *et al.* 2019). En el 90 % de los árboles se encontró asociado a algún género perteneciente a la familia *Orchidaceae*, abundantes en el municipio, incluso suelen encontrarse adheridas a las rocas en algunos acantilados. *Ficus cotinifolia* se encontró asociado con 72,5 % de epífitas en promedio, de este porcentaje un 31,3 %, fue de orquídeas. A este le siguieron *U. mexicana* y *Platimicium spp.* con 67,5 % de epífitas y 25 % de orquídeas. A diferencia de *P. mexicana* y *P. schiedeana* con 12,5 % y *B. simaruba* con 8 % que fueron los árboles con los porcentajes más bajos de epífitas y no hubo presencia de orquídeas, quizá debido a su tipo de corteza, por ser lisa y desprendible. En *C. pentandra*, *M. indica*, *P. sapota* y *B. anay*, a pesar de contener un número considerable de epífitas, la presencia de orquídeas fue muy pequeña.

Una planta epífita que destaca en la zona es el heno (*Tilandsia usneoides* (L.) L.), especie de la familia *Bromeliaceae*. Es común en sitios húmedos, tanto de regiones templadas como tropicales. El 45 % de las especies están asociadas con algún tipo de heno, de las cuales la mayoría se encontraron en las zonas de mayor altitud, por arriba de los 1000 m, destacando el encino prieto (*Quercus oleoides* Schltdl. & Cham) con un 40 % en promedio. Otra relación ecológica interesante es la del encino blanco (*Quercus conspersa* Benth.) con el hongo amarillo (*Cantharellus cibarius* Fr.) puesto que debajo de la hojarasca del encino, dichos hongos crecen en la temporada de lluvias, cuando el suelo está húmedo y son muy apreciados en la región por ser comestibles.

4. CONCLUSIONES

Se caracterizaron 142 individuos de 23 especies de árboles emergentes, entre los cuales el árbol más frecuente y abundante fue el jobo (*Spondias mombin*) seguido del árbol de quince (*Lonchocarpus hidalgensis*). El álamo (*Platanus mexicana*) presentó la mayor altura; el petatillo (*Ulmus mexicana*) presentó el mayor diámetro normal y el chalame (*Ficus cotinifolia*) presentó el mayor diámetro de copa. El mayor porcentaje de epífitas y orquídeas lo obtuvo *Ficus cotinifolia* además de ser el mayor productor de alimento y resguardo a la fauna silvestre. El rabo de cojolite (*Cupania dentata*) registró el mayor porcentaje de musgos y líquenes.

Los árboles emergentes que quedan como relictos de la selva alta perennifolia no cumplen con las características que definen a estos árboles, puesto que el porcentaje de altura superior a 30 metros fue apenas del 13 %, lo que lleva a concluir que el impacto por su destrucción en el pasado tuvo consecuencias negativas en el desarrollo y crecimiento de los árboles. Sin embargo, la abundancia, riqueza y diversidad de especies representan una importante fuente de recursos genéticos por lo que debe ser conservada y en lo posible, recuperar la cubierta forestal fragmentada a través de reforestaciones con estas especies y propiciar su regeneración natural.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dirección General de Investigación y Posgrado a través del Centro de Investigación en Biología, Educación Ambiental y Agricultura Orgánica (CIBEAO) por apoyar el proyecto.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aryal, D. R.; B. H. De Jong; S. Ochoa-Gaona; J. Mendoza-Vega; L. Esparza-Olguín y S. L. Cruz. 2022. Fine Wood decomposition rates decline with the age of tropical successional forests in southern Mexico: Implications to ecosystem carbon storage. *Ecosystems* 25:661-677.
- Avendaño-Arrazate, C. H.; G. M. Suárez-Venero; A. Mendoza-López; M. Martínez-Bolaños; J. Reyes-Reyes y S. Espinosa-Zaragoza. 2021. Composición arbórea de especies asociadas al cacao: selva Lacandona y sistemas agroforestales, Chiapas, México. *Agronomía Mesoamericana* 32(2):365-381.
- Báez-Hernández, A.; G. Herrera-Meza; M. Vázquez-Torres; E. N. Aquino-Bolaños y A. J. Martínez. 2016. Allometric relationships of 19 tree species of the high evergreen forest. *Botanical Sciences* 94(2):209-220.

- Burgos-Hernández, M. y G. Castillo-Campos. 2018. Análisis florístico de la selva tropical perennifolia del centro-norte de Veracruz, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 5(15):451-463.
- Castelán, L. M. 2016. Diversidad arbórea y silvicultura comunitaria en la región Chatina de Oaxaca. En: Pérez Soto, F.; E. Figueroa Hernández y L. Godínez-Montoya (Eds.). *Desarrollo Económico en México*, p 105-111. ECORFAN, México.
- CONABIO. 2022. Selvas húmedas. Comisión Nacional para el uso y Conocimiento de la Biodiversidad [en línea]. [fecha de consulta: 09 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/selvaHumeda>
- CONANP. 2017. La importancia que tienen los Bosques Tropicales. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [en línea]. [fecha de consulta: 09 de julio de 2024]. Disponible en: <https://n9.cl/qh23xb>
- García, E. 2004. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlas a las condiciones de la República Mexicana)*. México, D.F. 90 p.
- Global Forest Watch. 2023. Pérdida primaria del bosque en México [en línea]. [fecha de consulta: 20 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://n9.cl/hv5hw1>
- Gómez-Pompa, A. y C. Vázquez-Yanes. 1985. Estudios sobre la regeneración de selvas en regiones cálido-húmedas de México. En: Gómez-Pompa, A. y S. Amo-Rodríguez (Eds.). *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México*, p 1-25. Edit. CECSA, Vol. II, Xalapa, Veracruz, México.
- Granados, J. 2007. Las selvas tropicales y el cambio climático. *Ciencias* (octubre-diciembre):41-49.
- Granados-Victorino, R. L.; A. Sánchez-González; D. Martínez-Cabrera y P. Octavio-Aguilar. 2017. Estructura y composición arbórea de tres estadios sucesionales de selva mediana subperennifolia del municipio de Huautla, Hidalgo, México. *Revista mexicana de biodiversidad* 88(1):122-135.
- Hernández-Ramírez, A. M. y S. García-Méndez. 2015. Diversidad, estructura y regeneración de la selva tropical estacionalmente seca de la Península de Yucatán, México. *Revista de Biología Tropical* 63(3):s.p.
- Hernández-Ramos, J.; J. C. Tamarit-Urias; A. H. Ramos; X. García-Cuevas y E. Buendía-Rodríguez. 2021. Modelos para estimar el volumen comercial de *Bursera simaruba* (L.) Sarg. y de *Metopium brownei* (Jacq.) Urb. en Quintana Roo, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 12(68):4-29.
- Humano, C. A. 2020. Modelado del crecimiento de especies nativas forestales de la Selva Pedemontana de Yungas, Argentina. *Quebracho-Revista de Ciencias Forestales* 28(1):5-19.
- Hurtado-Torres, M. C.; P. Montañez-Escalante y J. Jiménez-Osornio. 2022. La selva tropical y los servicios ecosistémicos que brinda. Percepciones de una comunidad maya del sur de Yucatán, México. *Investigaciones Geográficas* 78:89-106.
- INEGI. 2007. *Anuario estadístico de Hidalgo*. Tomo I y II, Aguascalientes, Ags., México.
- Martínez-Camilo, R.; M. González-Espinosa; N. Ramírez-Marcial; L. Cayuela y M. A. Pérez-Farrera. 2018. Tropical tree species diversity in a mountain system in southern Mexico: local and regional patterns and determinant factors. *Biotropica* 50(3):499-509.
- Martínez, C. J. A.; A. G. Fajardo; J. S. Esquivel; D. M. González; A. G. Prieto y D. Rincón. 2020. Manejo agronómico del cultivo de mango *Mangifera indica* L. *Revista Ciencias Agropecuarias* 6(1):51-78.

- Murga-Orrillo, H.; M. F. Coronado-Jorge; C. Abanto-Rodríguez y F. De Almeida-Lobo. 2021. Gradiente altitudinal y su influencia en las características edafoclimáticas de los bosques tropicales. *Madera y bosques* 27(3):1-13.
- Pennington, T. D. y J. Sarukhán. 2005. *Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies*. 3ª ed. UNAM, FCE, México. 523 p.
- Pineda-Herrera, E.; R. J. Carreón-Santos; J. L. Valdez-Hernández y V. M. Interián-Ku. 2019. Crecimiento en diámetro de tres especies arbóreas en una selva secundaria de Quintana Roo, México. *Madera y bosques* 25(1):1-12.
- Primack, R. B.; D. Bray; H. A. Galleti y I. Ponciano. 1999. *La selva maya, conservación y desarrollo*. Siglo Veintiuno Editores, México. 475 p.
- Rzedowski, J. 2006. *La vegetación de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 1ra edición digital, México. 505 p.
- Sánchez, G., F.; H. J. I. Valdez; D. P. Hernández y R. L. Beltrán. 2019. Distribución y correlación espacial de especies arbóreas por gradiente altitudinal en la Selva Lacandona, Chiapas. *Revista mexicana de ciencias forestales* 10(54):74-99.
- Santos, A., F.; A. I. Monterroso; D. Granados; A. Villanueva y M. Santacruz. 2021. Proyecciones para las selvas tropicales de México considerando el nicho ecológico y el cambio climático. *Bosques* 12(2):119.
- Vázquez-Negrín, I.; O. Castillo-Acosta; J. I. Valdez-Hernández; J. Zavala-Cruz y J. L. Martínez-Sánchez. 2011. Estructura y composición florística de la selva alta perennifolia en el ejido Niños Héroes Tenosique, Tabasco, México. *Polibotánica* 32:41-61.
- Vázquez, T. M.; J. J. Campos y F. M. Juárez. 2017. *Árboles tropicales de Veracruz*. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. 528 p.
- Villavicencio, N. M. A. y B. E. Pérez. 2010. Vegetación e inventario de la flora útil de la Huasteca y la zona Otomí-Tepéhua de Hidalgo. *Ciencia Universitaria* (1):23-33.

