

SEP

POLIBOTÁNICA

ISSN 1405-2768



Enero 2023

Núm. 55

POLIBOTÁNICA



CONACYT



Núm. 55

Enero 2023

PÁG.	CONTENIDO
1	Análisis de trazos de la pteridoflora del estado de Hidalgo, México <i>Track analysis of the pteridoflora of Hidalgo, Mexico</i> Goyenechea Mayer-Goyenechea, I. V.Y. Anaya Cisneros J.M. Castillo-Cerón G. Montiel-Canales
15	<i>Salvia divinorum</i> (Lamiaceae) un nuevo registro para Veracruz, México <i>Salvia divinorum (Lamiaceae) a new record for Veracruz, Mexico</i> Castillo-Campos, G. J.G. García-Franco M. Luisa Martínez I. Fragoso-Martínez
25	Estructura y diversidad arbórea de un bosque de pino-encino en Huiztlatzala, Guerrero, México <i>Structure and tree diversity of a pine-oak forest in Huiztlatzala, Guerrero, Mexico</i> Rodríguez Pacheco, A. M. I. Palacios Rangel L. Mohedano Caballero A. Villanueva Morales
41	Riqueza, estructura y diversidad florística en huertos familiares del sureste del estado de Morelos: una aproximación biocultural <i>Richness, structure and floristic diversity in homegardens of the southeast of Morelos state: a biocultural approach</i> Tegoma Coloreano, A. J. Blancas A. García Flores L. Beltrán-Rodríguez
67	Efectos de jales mineros y materia orgánica en la supervivencia de <i>Arbustus xalapensis</i> Kunth propagado simbióticamente <i>Effect of mining tailings and organic matter on the survival of symbiotically propagated Arbutus xalapensis Kunth</i> Rodríguez González, F. M. Rangel Villafranco A.R. Velasco Reyes J.M. Gómez Bernal E.A. Ruiz Huerta
81	Concentración de kinetina y tipo de explante en la multiplicación <i>in vitro</i> de <i>Sequoia sempervirens</i> (D. Don). Endl. <i>Kinetin concentration and explant type in in vitro multiplication of Sequoia sempervirens (D. Don). Endl.</i> Castro Garibay, S.L. A. Villegas Monter I.J. Cruz Larios
95	Actividad antioxidante y citotóxica del aceite esencial de las hojas de laurel aromático (<i>Litsea glaucescens</i> Kunth) <i>Antioxidant and cytotoxic activity of essential oil from aromatic bay leaves (Litsea glaucescens Kunth)</i> Tepixtle-Colohua, V.V. M.R. González-Tepale D. Guerra-Ramírez B. Reyes-Trejo H. Zuleta-Prada A.M. Borja-de la Rosa F. Reyes-Fuentes
109	Evaluación <i>in vitro</i> del efecto antibacteriano de los extractos de <i>Bidens pilosa</i> y <i>Eryngium foetidum</i> <i>In vitro evaluation of the antibacterial effect of extracts of Bidens pilosa y Eryngium foetidum</i> Chafía-Molina, A. L. L. M. Silva-Deley
121	Desinfección de adulto pecan leaflets, and <i>in vitro</i> callogenesis induction <i>Desinfección de foliolos de nogal pecanero adulto, e inducción de callogénesis in vitro</i> Gándara-Ledezma, V. L. Tinco-García J.L. Rodríguez-de la O L. Castro-Espinoza S. Ruiz-Cruz A. Márquez-Cervantes M.A. Gutiérrez-Coronado
145	Estudios para la conservación y aprovechamiento de <i>Chrysactinia mexicana</i> , planta aromática y medicinal nativa de México <i>Studies for the conservation and use of Chrysactinia mexicana, an aromatic and medicinal plant native to Mexico</i> Magallán-Hernández, F. J.A. Valencia-Hernández R. Sánchez-Castillo
161	Usos del palo dulce <i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ort.) Sarg., en cuatro municipios del estado de Morelos, México <i>Uses of kidneywood Eysenhardtia polystachya (Ort.) Sarg. in four municipalities of the state of Morelos, Mexico</i> Lorenzo-Barrera, N.A. M. Andrade Rodríguez O.G. Villegas Torres E. Román Montes de Oca H. Sotelo Nava T. de J. Rodríguez Rojas R. Suárez Rodríguez
179	Valor cultural de la flora medicinal de las etnias Mochó y Kakchikel del estado de Chiapas, México <i>Cultural significance of medicinal plants amongst Mochó and Kakchikel ethnic groups of the state of Chiapas, Mexico</i> Trigueros-Vázquez, I.Y.: O. Ruiz-Rosado; F. Gallardo-López; B.F. Solís-Guzmán; F. Morales-Trejo y G. López-Romero
197	Estudio de plantas medicinales en el municipio de Pachuca de Soto Hidalgo, México <i>Study of medicinal plants in the municipality of Pachuca of Soto Hidalgo, Mexico</i> Lara Reimers, E.A. A.R. García Hernández F. Cruz García D. Urresti Duran J.A. Gonzales Fuentes J.A. Encina Domínguez Y. Uribe Salazar
213	Plantas silvestres comestibles del estado de Aguascalientes, México, sus formas de consumo y comercialización <i>Edible wild plants of Aguascalientes, Mexico, their forms of consumption and commercialization</i> Sandoval-Ortega, M.H. E.E. De Loera-Avila V.M. Martínez-Calderón S.G. Zumaya-Mendoza
231	Recursos forestales no maderables utilizados en elaboración de artesanías en la comunidad de Malinalco, Estado de México <i>Non-timber forest resources used in elaboration of handicrafts in the community of Malinalco, State of Mexico</i> White-Olascoaga, L. C. Chávez-Mejía D. García-Mondragón M. Michua-Hernández
245	Respuesta en el sistema de defensa antioxidante de <i>Leersia hexandra</i> Sw. a la exposición de hidrocarburos del petróleo <i>Response in the antioxidant defense system of Leersia hexandra Sw. to the exposure of petroleum hydrocarbons</i> Orocio-Carrillo, J.A. M.C. Rivera-Cruz A. Juárez-Maldonado C.C. Bautista-Muñoz Y. González-García K. Chávez-Alvarez

POLIBOTÁNICA

Núm. 55

ISSN electrónico: 2395-9525

Enero 2023

Portada

Bidens pilosa L. Asteraceae. “Acahual”.
Achenios de 5 a 18 mm de largo, los interiores lineares y más largos, los exteriores más o menos comprimidos dorso-ventralmente y más cortos, negruzcos a café, vilano con 3-2 aristas amarillas, de 1 a 3 mm de largo. Planta con múltiples propiedades terapéuticas, considerada en medicina popular como diurética y febrífuga, estomacal y antiulcerosa, para curar catarrros con fiebre, faringitis y amigdalitis.

Bidens pilosa L. Asteraceae. “Acahual”.
Achenes 5 to 18 mm long, inner ones linear and longer, outer ones more or less dorso-ventrally compressed and shorter, blackish to brownish, pappus with 3-2 yellow awns, 1 to 3 mm long. Plant with multiple therapeutic properties, considered in folk medicine as diuretic and febrifuge, stomachic and anti-ulcerous, to cure colds with fever, pharyngitis, and tonsillitis.

por/by **Rafael Fernández Nava**





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Director General: *Dr. Arturo Reyes Sandoval*

Secretario General: *Ing. Arq. Carlos Ruiz Cárdenas*

Secretario Académico: *Mtro. Mauricio Igor Jasso Zaranda*

Secretario de Innovación e Integración Social: *M. en C. Ricardo Monterrubio López*

Secretario de Investigación y Posgrado: *Dra. Laura Arreola Mendoza*

Secretario de Servicios Educativos: *Dra. Ana Lilia Coria Páez*

Secretario de Administración: *M. en C. Javier Tapia Santoyo*

Director de Educación Superior: *Dra. María Guadalupe Ramírez Sotelo*

ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Maestra Decana en Funciones de Dirección:

M. en C. Yadira Fonseca Sabater

Subdirectora Académica:

M. en C. Martha Patricia Cervantes Cervantes

Jefe de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación:

Dr. Gerardo Aparicio Ozores

Subdirector de Servicios Educativos e Integración Social:

Biól. Gonzalo Galindo Becerril

POLIBOTÁNICA, Año 28, No. 55, enero-junio 2023, es una publicación semestral editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Col. Santo Tomas C.P. 11340 Delegación Miguel Hidalgo México, D.F. Teléfono 57296000 ext. 62331. <http://www.herbario.encb.ipn.mx/>, Editor responsable: Rafael Fernández Nava. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título No. 04-2015-011309001300-203. ISSN impreso: 1405-2768, ISSN digital: 2395-9525, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de informática de la ENCB del IPN, Rafael Fernández Nava, Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Col. Santo Tomas CP 11340 Delegación Miguel Hidalgo México, D.F.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

REVISTA BOTÁNICA INTERNACIONAL DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

EDITOR EN JEFE

Rafael Fernández Nava

EDITORIA ASOCIADA

María de la Luz Arreguín Sánchez

COMITÉ EDITORIAL INTERNACIONAL

Christiane Anderson
University of Michigan
Ann Arbor, Michigan, US

Edith V. Gómez Sosa
Instituto de Botánica Darwinion
Buenos Aires, Argentina

Heike Vibrans
Colegio de Postgraduados
Estado de México, México

Jorge Llorente Bousquets
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad de México, México

Graciela Calderón de Rzedowski
Instituto de Ecología del Bajío
Pátzcuaro, Mich., México

Delia Fernández González
Universidad de León
León, España

Theodore S. Cochran
University of Wisconsin
Madison, Wisconsin, US

Jerzy Rzedowski Rotter
Instituto de Ecología del Bajío
Pátzcuaro, Mich., México

Hugo Cota Sánchez
University of Saskatchewan
Saskatoon, Saskatchewan, Canada

Luis Gerardo Zepeda Vallejo
Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México, México

Fernando Chiang Cabrera
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad de México, México

Claude Sastre
Muséum National d'Histoire Naturelle
Paris, Francia

Thomas F. Daniel
California Academy of Sciences
San Francisco, California, US

Mauricio Velayos Rodríguez
Real Jardín Botánico
Madrid, España

Francisco de Asis Dos Santos
Universidade Estadual de Feira de Santana
Feira de Santana, Brasil

Noemí Waksman de Torres
Universidad Autónoma de Nuevo León
Monterrey, NL, México

Carlos Fabián Vargas Mendoza
Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México, México

Julieta Carranza Velázquez
Universidad de Costa Rica
San Pedro, Costa Rica

José Luis Godínez Ortega
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad de México, México

Tom Wendt
University of Texas
Austin, Texas, US

José Manuel Rico Ordaz
Universidad de Oviedo
Oviedo, España

DISEÑO Y FORMACIÓN ELECTRÓNICA

Luz Elena Tejeda Hernández

OPEN JOURNAL SYSTEM Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Pedro Aráoz Palomino

Toda correspondencia relacionada con la revista deberá ser dirigida a:

Dr. Rafael Fernández Nava

Editor en Jefe de

POLIBOTÁNICA

Departamento de Botánica

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional

Apdo. Postal 17-564, CP 11410, Ciudad de México

Correo electrónico:

polibotanica@gmail.com

rfernand@ipn.mx

Dirección Web

http://www.polibotanica.mx

POLIBOTÁNICA es una revista indexada en:

CONACYT, índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

SciELO - Scientific Electronic Library Online.

Google Académico - Google Scholar.

DOAJ, Directorio de Revistas de Acceso Público.

Dialnet portal de difusión de la producción científica hispana.

REDIB Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico.

LATINDEX, Sistema regional de información en línea para revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.

PERIODICA, Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias.



ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD ARBÓREA DE UN BOSQUE DE PINO-ENCINO EN HUIZTLATZALA, GUERRERO, MÉXICO

STRUCTURE AND TREE DIVERSITY OF A PINE-OAK FOREST IN HUIZTLATZALA, GUERRERO, MEXICO

Rodriguez Pacheco, A.; M. I. Palacios Rangel; L. Mohedano Caballero y A. Villanueva Morales

ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD ARBÓREA DE UN BOSQUE DE PINO-ENCINO EN HUIZTLATZALA, GUERRERO, MÉXICO

STRUCTURE AND TREE DIVERSITY OF A PINE-OAK FOREST IN HUIZTLATZALA, GUERRERO, MEXICO



Estructura y diversidad arbórea de un bosque de pino-encino en Huiztlatzala, Guerrero, México

Structure and tree diversity of a pine-oak forest in Huiztlatzala, Guerrero, Mexico

Rodriguez Pacheco, A.;
M. I. Palacios Rangel;
L. Mohedano Caballero
y A. Villanueva Morales

ESTRUCTURA Y
DIVERSIDAD ARBÓREA DE
UN BOSQUE DE PINO-
ENCINO EN
HUIZTLATZALA,
GUERRERO, MÉXICO

STRUCTURE AND TREE
DIVERSITY OF A PINE-OAK
FOREST IN
HUIZTLATZALA,
GUERRERO, MEXICO

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 55: 25-40. Enero 2023

DOI:

10.18387/polibotanica.55.3

A. Rodriguez Pacheco

M. I. Palacios Rangel / marisa@ciestaam.edu.mx

L. Mohedano Caballero

A. Villanueva Morales

Universidad Autónoma Chapingo

División de Ciencias Forestales

Km 38.5 C.P. 56230. Texcoco, México.

RESUMEN: El objetivo del presente estudio fue caracterizar un bosque de *Pinus-Quercus* a través de indicadores ecológicos y la composición de especies presentes en el estrato arbóreo en Huiztlatzala, Guerrero. Se establecieron 25 sitios circulares de 500 m² para hacer el inventario del arbolado adulto y sus variables dasométricas (altura total, diámetro normal mayor a 5 cm y cobertura). Los parámetros estructurales del bosque (densidad, dominancia, área basal y cobertura) se emplearon para calcular el índice de Valor de Importancia, y los índices de similitud). La riqueza de especies forestales se estimó con los modelos Chao 1 y Bootstrap. El índice de Jaccard se utilizó para determinar la similitud entre sitios. Los resultados mostraron siete especies forestales distribuidas en dos géneros, y dos familias *Pinus teocote* registraron una altura media de 9.51 m y un diámetro de 19.55 cm superior al de otras especies, con un valor de importancia de con un 148% contraste con *Quercus rubramenta* 57%. Los estimadores de riqueza indicaron que se registró más del 98% de las especies calculadas por 1 ha para cada sitio ($H' = 1.27$, $\lambda = 0.68$). Los resultados obtenidos permitieron identificar las dimensiones, parámetros estructurales y dominancia de las especies; de ellas, *Pinus teocote* fue la de mayor valor. Se concluye que la comunidad presenta una baja diversidad y riqueza de especies arbóreas, debido al cambio de uso del suelo por influencia humana. Es necesario establecer actividades de restauración y conservación para evitar el deterioro del bosque.

Palabras clave: Árbol, conservación, disturbio antropogénico, montaña, *Pinus-Quercus*, vegetación.

ABSTRACT: The objective of this study was to characterize a *Pinus-Quercus* forest through ecological indicators and the composition of species present in the tree stratum in Huiztlatzala, Guerrero. Twenty-five circular sites of 500 m² were established to inventory the adult trees and their dasometric variables (total height, normal diameter greater than 5 cm and cover). The structural parameters of the forest (density, dominance, basal area and cover) were used to calculate the Importance Value index and the similarity indexes.) Species richness was estimated with the Chao 1 and Bootstrap models. The Jaccard index was used to determine similarity between sites. The results showed seven species distributed in two genera and two families *Pinus teocote* recorded a mean height of 9.51 m and a diameter of 19.55 cm higher than other species, with an importance value of 148% in contrast to *Quercus rubramenta* 57%. Richness estimators indicated that more than 98% of the calculated species per 1 ha were recorded for each site ($H' = 1.27$, $\lambda = 0.68$). The results obtained allowed us to identify the dimensions, structural parameters and species dominance; of these, *Pinus teocote* had the highest value. It is concluded that the community has a low diversity and richness of tree species, due to the change in land use by human influence. It is necessary to establish restoration and conservation activities to avoid forest deterioration.

Key words: Tree, conservation, anthropogenic disturbance, mountain, *Pinus-Quercus*, vegetation.

INTRODUCCIÓN

Los bosques contribuyen con bienes y servicios ambientales que permiten la conservación de la diversidad biológica, y son la base donde se produce la regulación de los ciclos vitales para la supervivencia de las especies (Blanco, 2017). Sin embargo, existen eventos que alteran temporal o permanentemente la estructura de los ecosistemas (Franklin *et al.*, 2002), ya sea como consecuencia de actividades antropogénicas o como resultado de perturbaciones naturales ocurridas a lo largo de la historia, como incendios, ciclones o erupciones volcánicas, entre otros.

Según Magurran (1998) y Hernández-Salas *et al.*, (2013) para calcular la diversidad de especies es fundamental considerar la riqueza como una de sus medidas, así como las características estructurales que poseen, ya que éstos permiten identificar su dinámica y determinar las particularidades (densidad, dominancia y frecuencia; morfología) que presenta su distribución, organización y composición en respuesta a variables climáticas, gradientes ambientales y perturbaciones antropogénicas.

En la Montaña Alta de Guerrero existen áreas de bosque de pino-encino perturbadas, debido a diversas actividades antropogénicas como la siembra de cultivos ilícitos, la tala inmoderada, los incendios y la ganadería extensiva, entre otras, provocando la deforestación de algunas áreas naturales y afectando su densidad vegetativa (Arteaga *et al.*, 1985; Cervantes *et al.*, 1996).

Tal es el caso de la comunidad de Huiztlatzala, que cuenta con áreas afectadas por la tala de árboles que han venido realizando algunas comunidades ubicadas en el área de estudio como Río San Marcos, Cruz Piedra Salada y Tierra Colorada (motivadas por la expectativa de generar mayores ingresos económicos), lo que ha provocado cambios en el uso del suelo y llevado al desmonte parcial de un sector importante de su superficie forestal. En contraste (y como respuesta emergente a esta situación), en la parte alta de la comunidad de Huiztlatzala, se han efectuado algunas acciones de conservación del bosque; sin embargo, no se han realizado estudios y mediciones *in situ* para determinar los resultados de estas prácticas.

Ante esta problemática, el objetivo del trabajo es caracterizar el bosque de pino-encino de Huiztlatzala a partir de la medición de su estructura y diversidad, con el fin de generar información como condición inicial para implementar programas de manejo sustentable o de restauración ecológica; asimismo, ampliar el conocimiento de las especies arbóreas que habitan en este lugar, contribuyendo a su conservación, ya que debido a la complejidad geomorfológica y a los problemas de violencia e inseguridad que ocurren en esa zona, ha sido difícil consolidar estudios más completos sobre la diversidad de la vegetación en la región de la Montaña de Guerrero (Valencia *et al.*, 2011). Así, las preguntas a responder en este ejercicio son: ¿Qué nivel de diversidad y riqueza de especies arbóreas se presenta en el área de estudio del bosque de pino-encino? ¿Cómo se encuentra distribuida la vegetación arbórea del bosque de Huiztlatzala, Guerrero?

Las hipótesis propuestas para ser comprobadas en el presente trabajo son: a) Al menos una especie dominante del género *Pinus* está presente con un valor de índice de importancia ≥ 180 ; b) El porcentaje de afinidad de las especies arbóreas en los sitios es $\geq 50\%$ indicando que las especies presentes tienen una alta similitud.

Se considera que la información presentada en este trabajo constituye una plataforma útil que permitirá tomar decisiones más informadas a la hora de implementar planes de conservación, planes de manejo integrado o medidas preventivas para mitigar la degradación del hábitat o la extinción de especies arbóreas endémicas. Cabe destacar que los datos presentados en este estudio son los primeros de su tipo para la comunidad de Huiztlatzala, por lo que también servirán de base para futuros estudios. Todo lo anterior se hizo bajo la idea de que el sentido de pertenencia y la clara conciencia de la importancia de sostener la diversidad de especies vegetales por parte de la población es un aspecto muy relevante, ya que es un componente fundamental que permite explicar y entender (en diferentes campos disciplinarios) su comportamiento económico comunitario, sus prácticas periódicas de manejo y colecta, y la concepción simbólica que tienen del bosque.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El municipio de Zapotitlán Tablas tiene una extensión 820.90 km² a una altitud promedio de 2,300 m, el clima es templado subhúmedo C (w2) según la clasificación de Köppen (modificado por Enriqueta García), con temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C, una precipitación promedio de 50 mm mensuales (INEGI, 2000). En cuanto a la vegetación dominante, la parte norte del municipio predomina la selva baja caducifolia, y las partes sur y meridional por bosques de coníferas y encinos. La topografía está dominada por colinas y laderas empinadas donde abundan, en el estrato arbóreo, encinos (*Quercus* spp.), pinos (*Pinus* spp), además de especies trepadoras y epífitas como las bromelias (*Bromelia* sp.).

El estudio se realizó en un área comunal con una superficie de 140 ha de bosque de *Pinus-Quercus* de la comunidad de origen indígena de Huiztlatzala, uno de los 37 poblados del municipio, ubicado en las coordenadas 17° 23'56" LW y 98°45',09" LN, el tipo de suelo es cambisol crómico y el regosol eútrico, el primero es apto para agricultura y el segundo de vocación forestal, con un bajo nivel de desarrollo mineral (CONABIO, 2010). El suelo tiene un pH ácido, de textura media, libre de carbonatos y de sales, bajo nivel de materia orgánica, exiguo nivel de calcio, muy deficiente de fósforo y deficiente en potasio, bajo en zinc y boro (CONABIO, 2010) (Fig. 1).

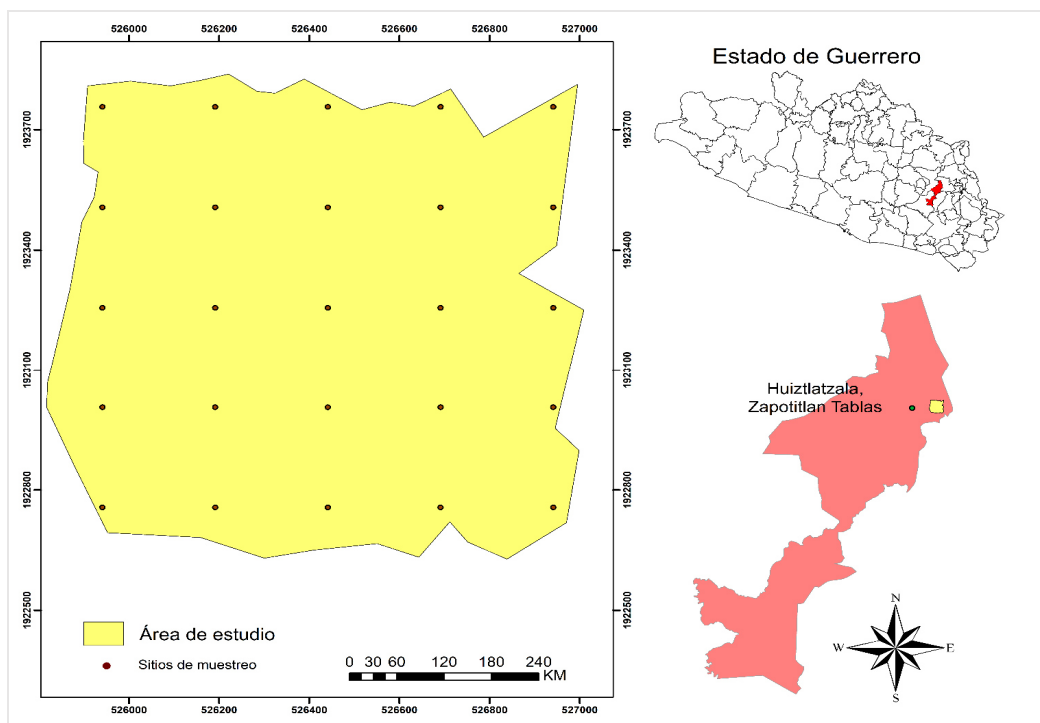


Fig. 1. Localización del área de estudio y distribución de los sitios de muestreo.

Diseño de muestreo

Se establecieron 25 sitios circulares distribuidos aleatoriamente en área de estudio, con una superficie de 500 m² (0.05 ha) para el inventario del arbolado (Fig. 1), Esto equivale a una superficie inventariada de 1.25 ha. El número de sitios es el suficiente para alcanzar un error admisible de 10 %, el cual está dentro del intervalo establecido para sitios circulares (Aguirre C. *et al.*, 2016) con un nivel de confianza de 95%. Al ser un bosque homogéneo, el tamaño de los sitios de muestreo permitió obtener

resultados significantes, en cada sitio se consideró un árbol como centro, a partir de éste se establecieron cuatro cuerdas con radio de 12.62 m para obtener la superficie de 500 m².

$$E\% = t(s\%\sqrt{n})$$

$$n = t^2 s\% \frac{t^2 s\%^2}{E\%^2}$$

n= Número de unidades de muestreo (tamaño de la muestra)

t= Valor de nivel de confianza

s%= Estimación del coeficiente de variación de la población

E%= Error admisible

Estructura y composición arbórea

Se realizó un inventario forestal en el bosque de *Pinus-Quercus* siguiendo los procedimientos de Villavicencio E. y Valdez H., (2003). Se consideraron los individuos con un diámetro mayor a 5 cm, se identificaron las especies, se contaron los ejemplares y se les midieron las variables dendrométricas de diámetro normal (DN) medido a 1.3 m del suelo. La estructura vertical, es decir, la altura total de los diferentes estratos del arbolado, se obtuvo con un hipsómetro marca *Suunto*®. Se definieron cinco clases de altura, la amplitud de cada una correspondió a 5 m. El límite inferior de la clase (altura mínima del arbolado) fue de 2 m y el límite superior (altura máxima) de 26 m.

La estructura horizontal fue representada por la densidad de arbolado (*D*), el diámetro normal (*DN*) y área basal (*AB*), principalmente. Se evaluó la densidad de árboles adultos en pie (Villavicencio E. & Valdez H., 2003). El *DN* se midió utilizando una cinta diamétrica marca Richter®. Se definieron 6 clases diamétricas con amplitud de 5 cm entre cada clase. La clase máxima fue >66 cm de *DN*. Para la cobertura de dosel se midió el diámetro de copa empleando la fórmula para una elipse: *Diámetro de copa* = (*eje a* × *eje b*); para ello, se obtuvieron dos mediciones (*eje a*: norte-sur y *eje b*: este-oeste) realizadas con el hipsómetro marca *Suunto*®. Se calculó el promedio de ambas mediciones. Se utilizaron las fórmulas aplicadas por Zarco-Espinosa *et al.*, (2010), el área basal (*AB*) se estimó con la fórmula:

$$AB = \pi 4 (DN)^2$$

Donde $\pi = 3.1416$

La cobertura relativa (CR) se obtuvo aplicando la fórmula:

$$CR = \left(\frac{\text{Diámetro de copa de todas las especies}}{\text{Área muestreada}} \right) \times 100$$

Selección de variables y análisis de la vegetación

Se recolectaron muestras botánicas de los ejemplares desconocidos, las muestras se herborizaron con base en la metodología de Lot y Chiang (1986). Para la identificación se utilizó el *Catálogo de encinos del estado de Guerrero, México* (Valencia-Ávalos *et al.*, 2011), y el *Manual sobre la flora de Guerrero, Pinaceae* (Fonseca, 2013) el material se analizó en el área de Botánica de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. La información obtenida en los muestreos se concentró en una base de datos para su análisis y la obtención de indicadores ecológicos.

Cálculo de índices y análisis estadístico

Para obtener el valor del índice de importancia se calcularon los atributos de la vegetación como son: a) frecuencia (FR), b) abundancia (AR) y c) dominancia (DR), los que se indican de forma absoluta y relativa, para las especies registradas en cada uno de los sitios (Curtis &

McIntosh, 1951). La suma total de los valores relativos de los tres integra el valor de importancia ecológica, calculado para cada familia (IVF) y especie (IVI), que se expresó como el 100% (Mostacedo & Fredericksen, 2000) (Tabla 1).

La riqueza de especies se cuantificó determinando el número de familias, géneros y especies de cada sitio muestreado. La riqueza de especies de cada sitio se estimó con los modelos matemáticos Chao 1 (Chao & Lee, 1992) y Bootstrap 1 (Williams & Lutterschmidt, 2006), utilizando el programa Estimate S 8.2.0. Los datos observados y estimados se representaron mediante curvas de acumulación de especies (Palmer, 1990).

Se utilizaron los índices de Shannon Wiener H' y el de Simpson $- \lambda$ para obtener en nivel de dominancia de las especies estudiadas. Se determinó el índice o coeficiente de afinidad de Jaccard (IJ) (Moreno E., 2001), y para corroborar el nivel de igualdad entre sitios respecto a las especies identificadas, se aplicaron los análisis de similitud de Curtis y McIntosh (1951) con el software Past®, versión 3.2.

Para evaluar la eficacia del muestreo, la media de la riqueza estimada se dividió entre los índices planteados y se multiplicó por 100. El segundo método utilizado fue el de estimadores paramétricos, considerando el modelo Exponencial Negativo y la Ecuación de Clench, ambos ajustados mediante el software IBM® SPSS Statistics 25, con regresión no lineal mediante el método de estimación de Levenberg-Marquardt (L-M), según lo propuesto por Cornejo y Rebolledo (2016).

Tabla 1. Fórmulas utilizadas para determinar diversidad y estructura de las especies arbóreas.

Fórmula	Descripción
$A_r = \frac{n}{N} * 100$	A_r = abundancia relativa n = número de individuos de la especie i N = número total de individuos encontrados
$F_r = \frac{m}{M} * 100$	F_r = Frecuencia relativa m = Presencia de la especie i en el sitio de muestreo M = número total de sitios
$V_i = A_r + F_r + D_r$	V_i = valor de importancia A_r = abundancia relativa F_r = frecuencia relativa D_r = dominancia relativa
$Do_{rel} = \left(\frac{Do_i}{\sum_{i=1}^n Do_i} \right) * 100$	Do_{rel} = Dominancia relativa de la especie i respecto a la dominancia total Do = Dominancia absoluta
$H' = - \sum p_i * \ln p_i$	H' = índice de Shannon Wiener p_i = abundancia relativa
$D = \sum \left(\frac{ni(ni - 1)}{N(N - 1)} \right)$	D = índice de Simpson ni = número de individuos de la especie i N = número total
$S_n = \frac{an}{(1 + bn)}$	S_n = es el número esperado de especies, n representa el esfuerzo de muestreo. a = tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario b = es el parámetro relacionado con la forma de la curva, el cociente de a/b = representa el número de especies a alcanzar la asíntota.
$Chao_1 = S_{obs} + \frac{F^2}{2b}$	S_{obs} = especies observadas F = es el número de especies representadas por un único individuo b = el número de especies representadas por dos individuos

Fuente: Moreno (2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición florística y estructura

El listado florístico de las especies arbóreas comprende siete especies en total, distribuidas en dos géneros y dos familias (Tabla 2) *Fagaceae* con seis especies, y *Pinaceae* con una. *Pinus teocote* Schiede ex Schltdl & Cham (con altura [*h*] promedio de 9.51 m *DN* de 19.55 cm), *Quercus laurina* Bonpl (con *h* promedio de 8.22 m y *DN* de 22.25 cm), *Quercus martinezii* Mull (con *h* promedio de 7.12 m y *DN* de 15.12 cm) *Quercus rubramenta* Trel (con *h* promedio de 6.90 m y *DN* de 11.35 cm), *Quercus crispifolia* Trel (con *h* promedio de 5.89 m y *DN* de 17.51 cm), *Quercus crassifolia* Benth (con *h* promedio de 5.85 y *DN* de 10.68 cm) y *Quercus peduncularis* Née (con *h* promedio de 4.03 m y *DN* de 14.74 cm).

Tabla 2. Especies dominantes en el estrato arbóreo del bosque pino-encino en Huiztlatzala, Guerrero.

Familia	Género	Especie	Nombre común	Denominación local (lengua Me'phaa)
Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>peduncularis</i>	encino prieto	ixi xaanuu
	<i>Quercus</i>	<i>laurina</i>	encino laurel	ixi runii
	<i>Quercus</i>	<i>rubramenta</i>	encino amarillo	ixi xta'paa
	<i>Quercus</i>	<i>martinezii</i>	encino rojo	ixi xtamaña
	<i>Quercus</i>	<i>crassifolia</i>	encino cucharo	ixi cha'la
	<i>Quercus</i>	<i>crispifolia</i>	encino de agua	ixi xtujiaa
Pinaceae	<i>Pinus</i>	<i>teocote</i>	pino ocotero	xti'kha

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en campo.

Lo anterior es similar a lo planteado en otros estudios de la región como el de Ríos et al., (2018) quienes reportaron que la familia más abundante en el bosque de Piedra Escalera, Tlacoapa, Guerrero, fue *Fagaceae*, con cinco especies y *Pinaceae* con tres. Asimismo, Flores D. y López L., (2018) registraron cinco especies de la familia *Fagaceae* del bosque del Cerro de la Lucerna de Tejocote, Guerrero, como las más abundantes; por su parte, Méndez-Osorio et al. (2014) documentan cinco familias e igual número de taxones en un bosque de *Pinus-Quercus* de la Sierra Madre del Sur después de un incendio.

En contraste, Alanís-Rodríguez et al., (2011); Graciano-Ávila et al., (2017); Hernández-Salas et al., (2013); López-Hernández et al., (2017); Rubio-Camacho et al., (2017); y Zacarias-Eslava et al., (2011) reportan un número mayor de especies para ambas familias en bosques de este tipo en otras regiones de México. Esta baja riqueza de especies puede ser un efecto debido a las actividades antropogénicas realizadas en esa zona como son: la agricultura, la tala ilegal, la ganadería trashumante local y los incendios provocados por la inducción de cultivos de especies ilegales en la región (Gaussens, 2018).

Estructura vertical

La altura (*h*) del arbolado registró un porcentaje mayor para la clase de 5.00 a 9.99 m de altura (52.88 %), similar a lo señalado en otros estudios (Castellanos-Bolaños et al., 2019; García G. et al., 2019) que se concentran en esta clase dominante del estrato vertical. El menor porcentaje perteneció a la clase 15.00 a 19.99 m (1.99%). Las clases 10 a 14.99 m y <4 a 4.99 m tuvieron porcentajes similares (22.47%, y 18.69 % respectivamente) (Fig. 2).

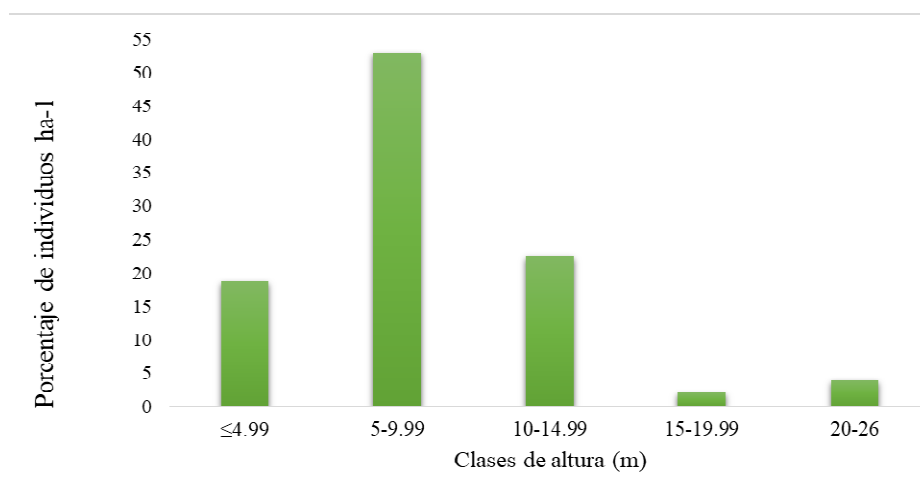


Fig. 2. Clases de altura del arbolado del bosque de *Pinus-Quercus* de Huiztlatzala, Guerrero.
Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en campo.

Los porcentajes correspondientes a las clases de altura para cada una de las especies analizadas indicaron que el mayor valor correspondió a *Quercus crassifolia* Benth en la clase de 5 a 9.99 m (73%) y en la clase 10 a 14.99 m lo ocupa *Quercus laurina* Bonpl con un 89%. Y las alturas más bajas <4.99 m corresponde a *Quercus peduncularis* Née y *Quercus crispifolia* Trel con un 46% de concentración.

En *Quercus peduncularis*, *Quercus crispifolia* y *Quercus laurina* únicamente se encontró especies arbóreas con un máximo de altura de 15 m, caso contrario con *Quercus martinezii* con *Pinus teocote* encontramos alturas de hasta de 26 m (Fig. 3).

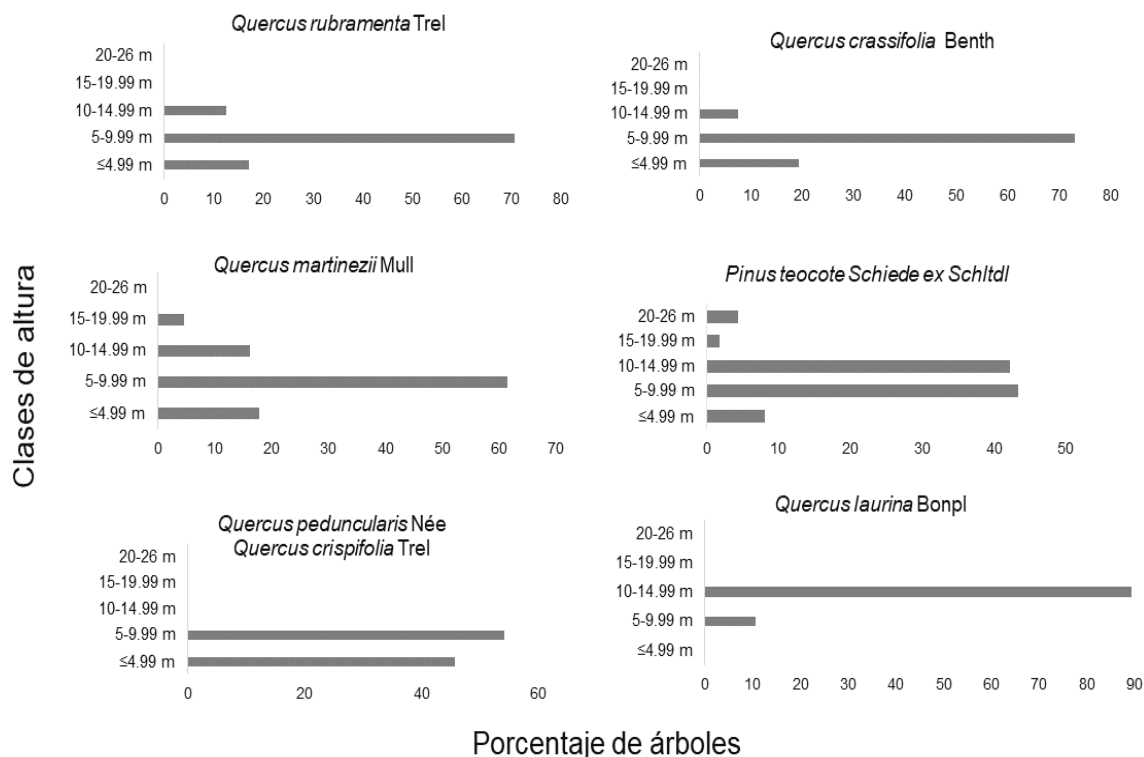


Fig. 3. Clases de altura de las especies del bosque de *Pinus-Quercus*.
Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en campo.

Estructura horizontal

La clase diamétrica I fue la de mayor número de árboles (554 ind. ha⁻¹) y la clase VI y VII (3 ind. ha⁻¹) presentó la menor cantidad (Tabla 3). El porcentaje de individuos en todas las clases diamétricas fue superior para *Pinus teocote*, excepto en la clase VII. El área basal de todas las especies representó un total de 23.55 m² ha⁻¹ a la clase I le correspondió la mayor contribución (15.33 m² ha⁻¹) (Tabla 3C).

Con base al inventario realizado *Pinus teocote* Schltdl alcanzó 402 ind. ha⁻¹, siendo éste el más alto reportado en la región, en comparación con lo indicado por Méndez O. *et al.*, (2018) y Ríos *et al.*, (2018), el primero en un bosque de pino-encino en la Sierra Madre del Sur, y el segundo en el mismo tipo de vegetación de Tlacoapa, ambos en el estado de Guerrero. Esto puede deberse también al rango altitudinal considerado en el estudio, ya que esta combinación de especies constituye el tipo de vegetación dominante en la región de la Montaña guerrerense.

Quercus rubramenta tiene 192 ind. ha⁻¹, siendo este dato similar al reportado por Flores y López, (2018), en la región de la Montaña. Lo anterior, a pesar de que se observan áreas de tala clandestina, debido a la influencia humana. Esto es relevante de mencionar, ya que es utilizada con mayor frecuencia como leña y carbón vegetal, tanto para el consumo local como para su comercialización, al igual que *Quercus martinezii*. Por otra parte, Méndez O. *et al.*, (2018) en su estudio de *Pinus-Quercus* en Guerrero contabilizaron 254 ind. ha⁻¹. De igual manera Alanís-Rodríguez *et al.*, (2010) obtuvieron 2,876 ind. ha⁻¹ en un bosque de *Pinus-Quercus*, cifra tres veces superior a la obtenida en Huiztlatzala Guerrero, en cuanto al área basal, en el presente estudio es de 23.55 m² ha⁻¹ cifra muy inferior al citado (65.01 m² ha⁻¹) Barrios-Calderón *et al.*, (2022) y (242 m² ha⁻¹) por Santiago P. *et al.*, (2012), sin embargo, en esta investigación los árboles presentaron mayores dimensiones diamétricas.

Tabla 3. Clases de diamétricas del arbolado, número (A), porcentajes (B) y área basal (C) representativos de cada especie en el bosque de *Pinus-Quercus*.

Especie	Clase (cm)							Total
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
	5-15.99	16-25.99	26-35.99	36-45.99	46-55.99	56-65.99	>66	
A) Número de individuos / clase diamétrica								
<i>Pinus teocote</i>	250	154	38	34	22	4	0	502
<i>Quercus rubramenta</i>	218	20	2	0	0	0	0	240
<i>Quercus crassifolia</i>	122	4	0	0	0	0	2	128
<i>Quercus martinezzi</i>	54	8	0	2	2	0	2	68
<i>Quercus peduncularis</i>	24	8	0	0	0	0	0	32
<i>Quercus crispifolia</i>	14	0	0	4	0	0	0	18
<i>Quercus laurina</i>	10	4	0	0	4	0	0	18
Total (1.25)	692	198	40	40	28	4	4	1006
Total (1 ha)	554	158	32	32	22	3	3	805
B) Porcentaje de individuos/ clase diamétrica								
<i>Pinus teocote</i>	36	78	95	85	79	100	0	
<i>Quercus rubramenta</i>	18	2	0	0	0	0	50	
<i>Quercus crassifolia</i>	2	0	0	10	0	0	0	
<i>Quercus martinezzi</i>	1	2	0	0	14	0	0	
<i>Quercus peduncularis</i>	8	4	0	5	7	0	50	
<i>Quercus crispifolia</i>	3	4	0	0	0	0	0	
<i>Quercus laurina</i>	32	10	5	0	0	0	0	

Total	100	100	100	100	100	100	100
C) Total de individuos/porcentaje/área basal por cada clase diamétrica							
Todas las especies	554	158	32	32	22	3	3 805
% Todas las especies	69	20	4	4	3	0	0 100
Área basal (m ² ha ⁻¹)	15.33	4.92	1.24	1.09	0.78	0.12	0.06 23.55

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en campo.

Parámetros e índices estructurales

Según el análisis, la especie con mayor índice de valor de importancia (IVI) fue *Pinus teocote* con un 148%, seguida de *Quercus rubramenta* con un 57%; los valores más bajos fueron reportados por *Quercus laurina* con sólo un 10%, y finalmente, *Quercus crispifolia* con un 6% (Tabla 4).

Lo anterior difiere de Ríos *et al.*, (2018) quienes reportan que la especie más abundante en el bosque de Piedra Escalera, Tlacoapa, Guerrero y con el mayor IVI de 79.14% fue *Alnus acuminata*; sin embargo, en Huiztlatzala se registró mayor abundancia para *Quercus martinezii* con 12% y *Quercus crassifolia* con 11%. En comparación con lo obtenido en el informe mencionado, estas dos especies sólo se encontraron en un rango altitudinal de 1,877 a 1,977 m cerca del cauce permanente del río, lo mismo para *Quercus crispifolia* en nuestro estudio se encontró en una altitud 1,877 a 1,977 m y según con la literatura esta especie es propia de bosques con mayor humedad.

Tabla 4. Índice de valor de importancia (IVI) de especies arbóreas del bosque *Pinus-Quercus*.

Especie	AR%	FR%	DR%	IVI%
<i>Pinus teocote</i>	49.90	28.00	69.62	148
<i>Quercus peduncularis</i>	4.17	5.33	2.04	12
<i>Quercus laurina</i>	3.58	2.67	3.60	10
<i>Quercus rubramenta</i>	22.27	25.33	9.42	57
<i>Quercus martinezii</i>	6.76	21.33	7.30	35
<i>Quercus crassifolia</i>	11.53	14.67	6.03	32
<i>Quercus crispifolia</i>	1.79	2.67	1.99	6
Total	100	100	100	300

*Donde: AR Abundancia relativa (%); FR Frecuencia relativa (%), DR Dominancia relativa (%), IVI Índice de valor de importancia ecológica para cada especie.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de los sitios de muestreo.

La especie de *Quercus rubramenta* está restringida a tres localidades en Guerrero, y una localidad en Oaxaca. En la zona de estudio se distribuye entre los 2,200 y 2,800 m de altitud. Cabe señalar que en este estado ha persistido un alto grado de degradación del ecosistema, situación que se ha mantenido durante los últimos 30 años, debido principalmente a la siembra de cultivos agrícolas para el consumo local y la siembra de cultivos ilícitos como la amapola, así como la práctica de la ganadería de subsistencia. Estas circunstancias han llevado a esta especie a ser considerada vulnerable (IUCN, 2007).

De acuerdo con la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, *Pinus teocote*, probablemente es el pino mexicano endémico de mayor distribución en diferentes entidades federativas del país, cuyo intervalo de distribución de altitud va de 1,000 a 3,300 m, presente en el estado de Guerrero donde hasta 2013 se consideraba como una población

vegetal en categoría estable (IUCN, 2007) es preciso mencionar que no se encuentra en ninguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Abundancia y Diversidad

De acuerdo con el índice de Margalef se obtuvo un valor de 0.9, lo que expresa una baja diversidad (valores < 2.0 indican una baja riqueza de especies), lo que corresponde con los valores reportados por Ríos *et al.*, (2018). En un bosque templado de la Sierra Madre del Sur de México, Méndez-Orsorio *et al.*, (2014) reportan algo similar en este índice. Mora-Donjuán & Alanís-Rodríguez (2016) indican que es normal en las comunidades de *Pinus* y *Quercus* debido al fuerte grado de asociación entre estas dos especies de este género.

El índice de Sorensen, muestra un 83% lo que expresa que hay sitios muy semejantes entre sí. Esto indica que muchas especies encontradas presentan una semejanza florística alta, y de acuerdo con el índice de Jaccard el coeficiente de correlación también es alto (0.86) (Fig. 4) lo que indica la relación de presencia-ausencia entre el número de especies comunes (*Quercus rubramenta* y *Pinus teocote*) en los sitios de muestreo, también se añade el índice de similitud de Bray-Curtis en donde se observa los sitios como el 10,12,14,16 no mostraron distancia mayor entre las especies (Fig. 5).

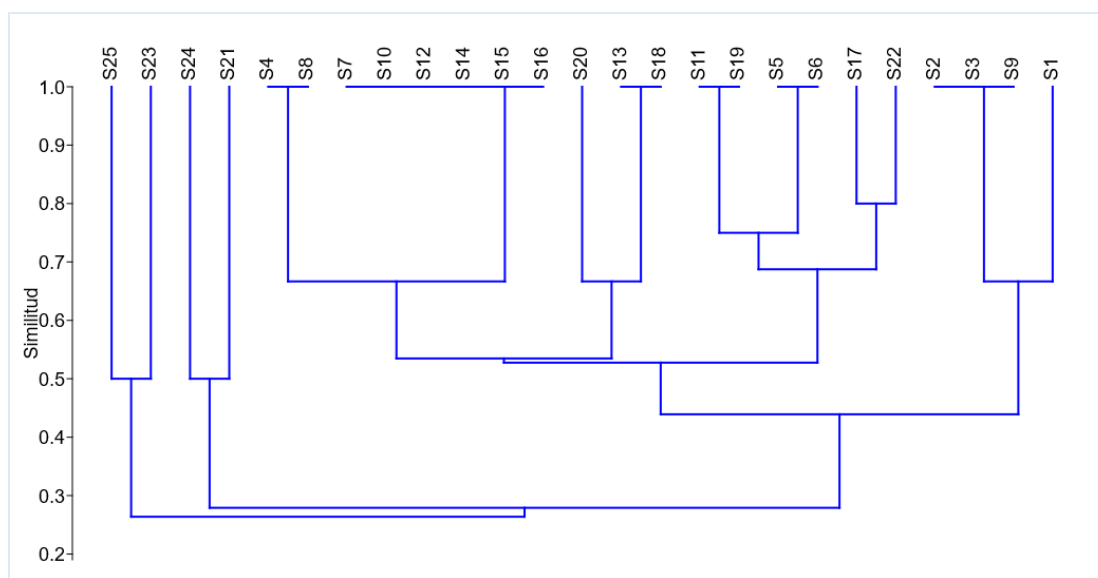


Fig. 4. Análisis clúster de Jaccard en el bosque *Pinus-Quercus* de Huiztlatzala, Guerrero.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en campo.

	Sitio1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25
Sitio1	1	0.25	0.34	0.33	0.23	0.55	0.18	0.05	0.24	0.14	0.73	0.09	0.00	0.19	0.32	0.29	0.05	0.00	0.04	0.00	0.22	0.16	0.05	0.38	0.06
S2	0.25	1	0.86	0.39	0.75	0.55	0.65	0.59	0.58	0.52	0.31	0.68	0.45	0.80	0.21	0.58	0.09	0.44	0.86	0.05	0.09	0.40	0.16	0.04	0.05
S3	0.34	0.86	1	0.58	0.67	0.59	0.73	0.55	0.67	0.57	0.19	0.68	0.43	0.89	0.40	0.74	0.08	0.41	0.81	0.05	0.17	0.42	0.15	0.27	0.05
S4	0.33	0.39	0.58	1	0.49	0.58	0.61	0.58	0.67	0.59	0.09	0.51	0.53	0.56	0.78	0.79	0.05	0.51	0.40	0.06	0.16	0.46	0.18	0.70	0.06
S5	0.23	0.75	0.67	0.49	1	0.64	0.78	0.79	0.76	0.72	0.35	0.76	0.67	0.65	0.30	0.63	0.18	0.67	0.71	0.14	0.18	0.59	0.21	0.05	0.07
S6	0.55	0.55	0.59	0.58	0.64	1	0.58	0.50	0.64	0.70	0.51	0.57	0.60	0.54	0.49	0.59	0.29	0.54	0.42	0.17	0.25	0.54	0.17	0.27	0.05
S7	0.18	0.65	0.73	0.61	0.78	0.58	1	0.76	0.84	0.80	0.15	0.88	0.65	0.84	0.43	0.81	0.11	0.65	0.74	0.14	0.24	0.57	0.20	0.21	0.06
S8	0.05	0.59	0.55	0.58	0.79	0.50	0.76	1	0.87	0.81	0.12	0.74	0.77	0.62	0.31	0.59	0.07	0.78	0.63	0.10	0.08	0.59	0.25	0.06	0.09
S9	0.24	0.58	0.67	0.67	0.76	0.64	0.84	0.87	1	0.83	0.16	0.72	0.67	0.70	0.42	0.67	0.13	0.67	0.62	0.08	0.27	0.65	0.22	0.23	0.07
S10	0.14	0.52	0.57	0.59	0.72	0.70	0.80	0.81	0.83	1	0.21	0.83	0.81	0.67	0.44	0.68	0.30	0.69	0.59	0.22	0.25	0.61	0.21	0.16	0.07
S11	0.73	0.31	0.19	0.09	0.35	0.51	0.15	0.12	0.16	0.21	1	0.19	0.24	0.12	0.17	0.16	0.24	0.20	0.18	0.21	0.12	0.24	0.10	0.00	0.00
S12	0.09	0.68	0.68	0.51	0.76	0.57	0.88	0.74	0.72	0.83	0.19	1	0.74	0.78	0.38	0.79	0.22	0.63	0.77	0.20	0.17	0.56	0.20	0.10	0.06
S13	0.00	0.45	0.43	0.53	0.67	0.60	0.65	0.77	0.67	0.81	0.24	0.74	1	0.52	0.36	0.55	0.30	0.87	0.58	0.29	0.08	0.59	0.19	0.00	0.00
S14	0.19	0.80	0.89	0.56	0.65	0.54	0.84	0.62	0.70	0.67	0.12	0.78	0.52	1	0.40	0.77	0.09	0.51	0.89	0.11	0.19	0.47	0.17	0.21	0.05
S15	0.32	0.21	0.40	0.78	0.30	0.49	0.43	0.31	0.42	0.44	0.17	0.38	0.36	0.40	1	0.67	0.15	0.33	0.24	0.18	0.21	0.40	0.18	0.77	0.06
S16	0.29	0.58	0.74	0.79	0.63	0.59	0.81	0.59	0.67	0.68	0.16	0.79	0.55	0.77	0.67	1	0.13	0.49	0.64	0.15	0.18	0.44	0.16	0.49	0.05
S17	0.05	0.09	0.08	0.05	0.18	0.29	0.11	0.07	0.13	0.30	0.24	0.22	0.30	0.09	0.15	0.13	1	0.17	0.15	0.73	0.15	0.43	0.42	0.00	0.00
S18	0.00	0.44	0.41	0.51	0.67	0.54	0.65	0.78	0.67	0.69	0.20	0.63	0.87	0.51	0.33	0.49	0.17	1	0.57	0.22	0.09	0.67	0.21	0.00	0.00
S19	0.04	0.86	0.81	0.40	0.71	0.42	0.74	0.63	0.62	0.59	0.18	0.77	0.58	0.89	0.24	0.64	0.15	0.57	1	0.12	0.11	0.46	0.14	0.00	0.00
S20	0.00	0.05	0.05	0.06	0.14	0.17	0.14	0.10	0.08	0.22	0.21	0.20	0.29	0.11	0.18	0.15	0.73	0.22	0.12	1	0.10	0.45	0.44	0.00	0.00
S21	0.22	0.09	0.17	0.16	0.18	0.25	0.24	0.08	0.27	0.25	0.12	0.17	0.08	0.19	0.21	0.18	0.15	0.09	0.11	0.10	1	0.30	0.06	0.26	0.09
S22	0.16	0.40	0.42	0.46	0.59	0.54	0.57	0.59	0.65	0.61	0.24	0.56	0.59	0.47	0.40	0.44	0.43	0.67	0.46	0.45	0.30	1	0.42	0.13	0.08
S23	0.05	0.16	0.15	0.18	0.21	0.17	0.20	0.25	0.22	0.21	0.10	0.20	0.19	0.17	0.18	0.16	0.42	0.21	0.14	0.44	0.06	0.42	1	0.05	0.69
S24	0.38	0.04	0.27	0.70	0.05	0.27	0.21	0.06	0.23	0.16	0.00	0.10	0.00	0.21	0.77	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.13	0.05	1	0.07
S25	0.06	0.05	0.05	0.06	0.07	0.05	0.06	0.09	0.07	0.07	0.00	0.06	0.00	0.05	0.06	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.08	0.69	0.07	1

Fig. 5. Índice de similitud de Bray- Curtis para los 25 sitios del bosque *Pinus-Quercus* de Huiztlatzala Guerrero

Curva de acumulación de especies

En el estudio la estabilización de la curva de acumulación de especies ocurrió a partir del sitio 15, ya que con el estimador Chao 1 alcanzó una asíntota definida, que es la media de la riqueza estimada. El estimador Chao1 tuvo una eficiencia de muestreo de 100%. El estimador Bootstrap, también alcanzó la asíntota con una efectividad de muestreo de 98% (Fig. 6) lo cual indica que a partir del sitio 15 de muestreo, ya se había encontrado la mayor parte de las especies que se podría obtener en la superficie evaluada, lo que permite afirmar que estas localizaciones serían representativas para la descripción y composición de los árboles del bosque de *Pinus-Quercus* en Huiztlatzala, Guerrero.

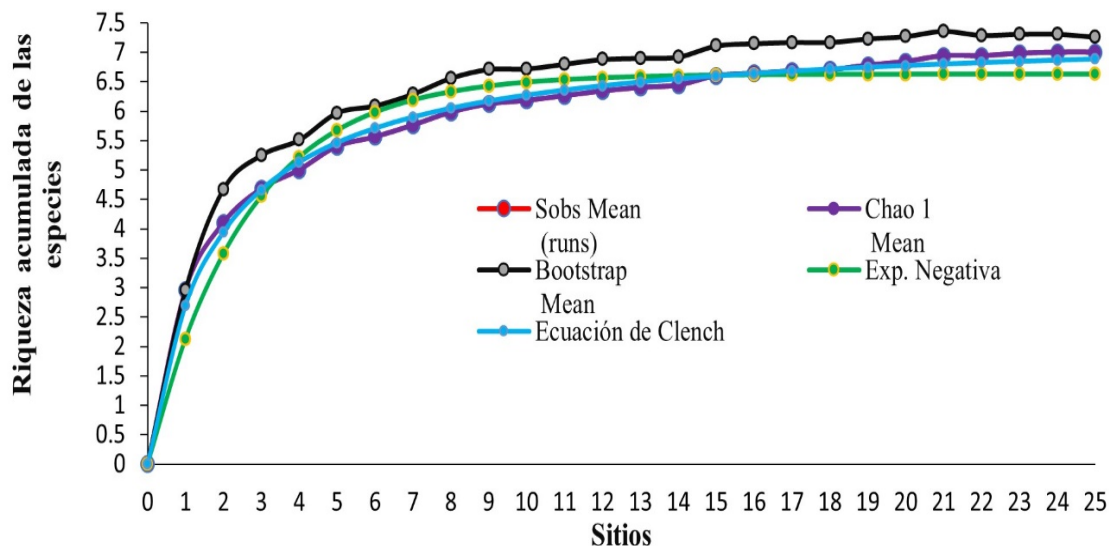


Fig. 6. Curva de acumulación de especies arbóreas del bosque *Pinus-Quercus*.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en campo.

CONCLUSIONES

La comunidad vegetal del bosque de Huiztlatzala, municipio de Zapotitlán Tablas, en el estado de Guerrero, se compone sólo de siete especies arbóreas, lo que indica una baja diversidad, dominada por *Pinus teocote* Schiede ex Schltdl & Cham y *Quercus rubramenta* Trel, que es la asociación vegetal representativa de la Montaña del estado.

Con respecto al Valor de Importancia de las especies dominantes del género *Pinus*, ninguna presenta un $IVI \geq 180$, por lo que se rechaza la primera hipótesis planteada. Finalmente, el porcentaje promedio de afinidad de las especies arbóreas en los veinticinco sitios es $\geq 50\%$, por lo tanto, se acepta la hipótesis 2, la cual indica que las especies presentes tienen afinidad de tipo alta.

Los resultados permiten identificar los parámetros estructurales y dominancia de las especies asociadas de los bosques de *Pinus-Quercus* de Huiztlatzala del estado de Guerrero, México. *Pinus teocote* resulta ser la de mayor importancia en los sitios evaluados. Las seis especies del género *Quercus* presentan alto nivel de supresión con respecto a las del género *Pinus*. El conocimiento de la composición y estructura del bosque permite integrar algunas medidas de manejo integral en la conservación y aprovechamiento de los bienes y servicios que provee el ecosistema estudiado.

AGRADECIMIENTOS

A la comunidad de Huiztlatzala, Guerrero, por permitir realizar el estudio. Al C. Felipe Cante Juárez y al C. Bernardo Rodríguez Pacheco por el apoyo brindado en la realización del trabajo de campo.

LITERATURA CITADA

- Aguirre C., Ó. A., Jiménez P., J., Treviño G., E. J., & Meraz A., B. (2016). Evaluación de diversos tamaños de sitio de muestreo en inventarios forestales. *Madera y Bosques*, 3(1), 71–79. <https://doi.org/10.21829/myb.1997.311380>
- Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Pando-Moreno, M., Aguirre-Calderón, O. A., Treviño-Garza, E. J., & Canizales-Velázquez, P. A. (2010). Análisis de la diversidad arbórea en áreas restauradas post-incendio en el parque ecológico Chipinque, México. *Acta Biológica Colombiana*, 15(2), 309–324. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319027885021%0ACómo>
- Alanís-Rodríguez, Eduardo, Jiménez-Pérez, J., Valdecantos-Dema, A., Pando-Moreno, M., Aguirre-Calderón, O., & Treviño-Garza, E. J. (2011). Caracterización de regeneración leñosa post-incendio de un ecosistema templado del parque ecológico Chipinque, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 17(1), 31–39. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.05.032>
- Arteaga M., B., Etchevers, J. D., & Volke H., V. (1985). Influencia de las características fisiográficas y edáficas en el crecimiento *Pinus radiata* D. Don en Ayototxtla, Guerrero. *Agrociencia*, Abr-jun(60), 109–121. <https://biblat.unam.mx/es/revista/agrociencia/articulo/influencia-de-las-caracteristicas-fisiograficas-y-edaficas-en-el-crecimiento-de-pinus-radiata-d-don-en-ayotla-guerrero>
- Barrios-Calderón, R. de J., Pérez P., J. E., Torres V., J. R., & Aguirre-Cadena, J. F. (2022). Estructura y composición florística de un bosque de *Pinus-Quercus* en El Porvenir, Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(73), 50–74. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i73.1252>
- Blanco, J. A. (2017). Bosques, suelo y agua: explorando sus interacciones. *Ecosistemas*, 26(2), 1–9. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2017.26-2.01>
- Castellanos-Bolaños, J. F., Treviño-Garza, E. J., Aguirre-Calderón, O. A., Jiménez-Pérez, J., & Velázquez-Martínez, A. (2019). Diversidad arbórea y estructura espacial de bosques de pino-encino en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 1(2), 39–52. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v1i2.636>
- Cervantes, V., Arriaga, V., & Carabias, J. (1996). La problemática socioambiental e institucional de la reforestación en la Región de la Montaña, Guerrero, México. *Boletín de La Sociedad Botánica de México*, 59, 67–80. <https://doi.org/10.17129/botsci.1506>
- Chao, A., & Lee, S. M. (1992). Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of the American Statistical Association*, 87(417), 201–217. <https://doi.org/10.1080/01621459.1992.10475194>
- CONABIO. (2010). *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible* (CONABIO (ed.)). Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. www.biodiversidad.gob.mx
- Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1951). An upland forest continuum in the Prairie-Forest border region of Wisconsin. *Ecology*, 32(3), 476–496. <https://doi.org/10.2307/1931725>
- Flores D., I., & López L., B. (2018). Distribución y conocimiento tradicional del género *Quercus* en Guerrero, México. *Foro de Estudios Sobre Guerrero, Medio Ambiente y Recursos Naturales*, 4(5), 561–570. www.fesgro.mx
- Fonseca, R. M. (2013). Flora de Guerrero. Pinaceae. In UNAM (Ed.), *Universidad Nacional Autónoma de México*. Facultad de Ciencias. <https://doi.org/10.2307/j.ctt20p56d7.46>
- Franklin, J. F., Spies, T. A., Pelt, R. Van, Carey, A. B., Thornburgh, D. A., Berg, D. R., Lindenmayer, D. B., Harmon, M. E., Keeton, W. S., Shaw, D. C., Bible, K., & Chen, J.

- (2002). Disturbances and structural development of natural forest ecosystems with silvicultural implications, using Douglas-fir forests as an example. *Forest Ecology and Management*, 155(1–3), 399–423. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00575-8](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00575-8)
- García G., S. A., Narváez F., R., Olivas G., J. M., & Hernández S., J. (2019). Diversidad y estructura vertical del bosque de pino-encino en Guadalupe y Calvo. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10(53), 41–63. <https://doi.org/https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i53.173>
- Gaussens, P. (2018). La otra montaña roja: el cultivo de la amapola en Guerrero. *Textual*, 71, 33–69. <https://doi.org/10.5154/r.textual.2017.71.003>
- Graciano-Ávila, G., Aguirre-Calderón, O. A., Alanís-Rodríguez, E., & Luján-Soto, J. E. (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>
- Hernández-Salas, J., Aguirre-Calderón, Ó. A., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Treviño-Garza, E. J., González-Tagle, M. A., Luján-Álvarez, C., Olivas-García, J. M., & Domínguez-Pereda, L. A. (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. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2012.08.052>
- INEGI. (2000). Anuario estadístico de Guerrero. In *INEGI*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.engfailanal.2008.01.004%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.engfracmech.2008.11.011%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.corsci.2009.12.020%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.corsci.2009.11.044%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.2010.07.003%0Ahttp>
- López-Hernández, J. A., Aguirre-Calderón, Ó. A., Alanís-Rodríguez, E., Monarrez-Gonzalez, J. C., González-Tagle, M. A., & Jiménez-Pérez, J. (2017). Composición and diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, México. *Madera Bosques*, 23(1), 39–51. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2311518>
- Lot, A., & Chiang, F. (1986). *Manual de herbario: administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos*. UNAM. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/1221409>
- Magurran, A. E. (1998). *Measuring biological diversity*. <http://www.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0632056339.html>
- Méndez-Osorio, C., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Aguirre-Calderón, O., & Treviño-Garza, E. (2014). Análisis de la regeneración postincendio en un bosque de pino-encino de la Sierra de Guerrero, México. *Ciencia UANL*, 17(69), 63–70. <http://eprints.uanl.mx/6930/1/Art.-de-la-Sierra-Guerrero-a-colorts.pdf>
- Méndez O., C., Mora D., C. A., Alanís R., E., Jiménez P., J., Aguirre C., O. A., Treviño G., E. J., & Pequeño L., M. A. (2018). Fitodiversidad y estructura de un bosque de pino-encino en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(50), 35–53. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i50.236>
- Mora-Donjuán, C. A., & Alanís-Rodríguez, E. (2016). Resiliencia de bosques de pino – encino en América: una visión global del estado actual. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 13(33), 01–02. <https://doi.org/DOI:10.18845/rfmk.v13i33.2571>
- Moreno E., C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal. In *Proyecto de Manejo Forestal Sostenible*. <https://doi.org/10.1080/01443610410001722590>
- Palmer, W. M. (1990). The estimation of species richness by extrapolation. *Ecological Society of America*, 71(3), 1195–1198. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/1937387>
- Ríos, C. J. M., Cantú, A. V., López, L. B., & Pacheco, F. C. (2018). Diversidad y estructura forestal en bosques de la comunidad Piedra Escalera, Tlacoapa, Guerrero. *Foro de Estudios Sobre Guerrero, Medio Ambiente y Recursos Naturales*, 4(5), 581–592.

Recibido:
16/mayo/2022

Aceptado:
16/enero/2023

- Rubio-Camacho, E. A., González-Tagle, M. A., Himmelsbach, W., Ávila-Flores, D. Y., Alanís-Rodríguez, E., & Jiménez-Pérez, J. (2017). Patrones de distribución espacial del arbolado en un bosque mixto de pino-encino del noreste de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(1), 113–121. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.01.015>
- Santiago P., A. L., Villavicencio G., R., Godínez H., J. de J., Chávez A., J. M., & Toledo G., S. L. (2012). Tamaño de fragmentos forestales en el bosque pino-encino, Sierra de Quila, Jalisco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 3(14), 23–38. <https://doi.org/Doi:10.29298/rmcf.v3i14.472>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). (2007). *Lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la conservación de la naturaleza*. <https://www.iucnredlist.org/es>
- Valencia-Ávalos, S., Cruz-Durán, R., Martínez-Gordillo, M., & Jiménez-Ramírez, J. (2011). La flora del municipio de Atenango del río, estado de Guerrero, México. *Polibotánica*, 32, 9–39. <https://www.scielo.org.mx/pdf/polib/n32/n32a2.pdf>
- Villavicencio E., L., & Valdez H., J. I. (2003). Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal rusticano de café en San Miguel, Veracruz, México. *Agrociencia*, 37(4), 413–423. <https://www.redalyc.org/pdf/302/30237410.pdf>
- Williams, J. K., & Lutterschmidt, W. L. (2006). Species-Area relationships indicate large-scale data gaps in herbarium collections. *Lundellia*, 9, 41–50. <https://doi.org/10.25224/1097-993x-9.1.41>
- Zacarias-Eslava, L. E., Cornejo-Tenorio, G., Cortés-Flores, J., González-Castañeda, N., & Ibarra-Manríquez, G. (2011). Composición, estructura y diversidad del cerro El Águila, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 854–869. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.3.684>
- Zarco-Espinosa, V. M., Valdez-Hernández, J. L., Ángeles-Pérez, G., & Castillo-Acosta, O. (2010). Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia*, 26(1), 1–17. www.ujat.mx/publicaciones/uciencia