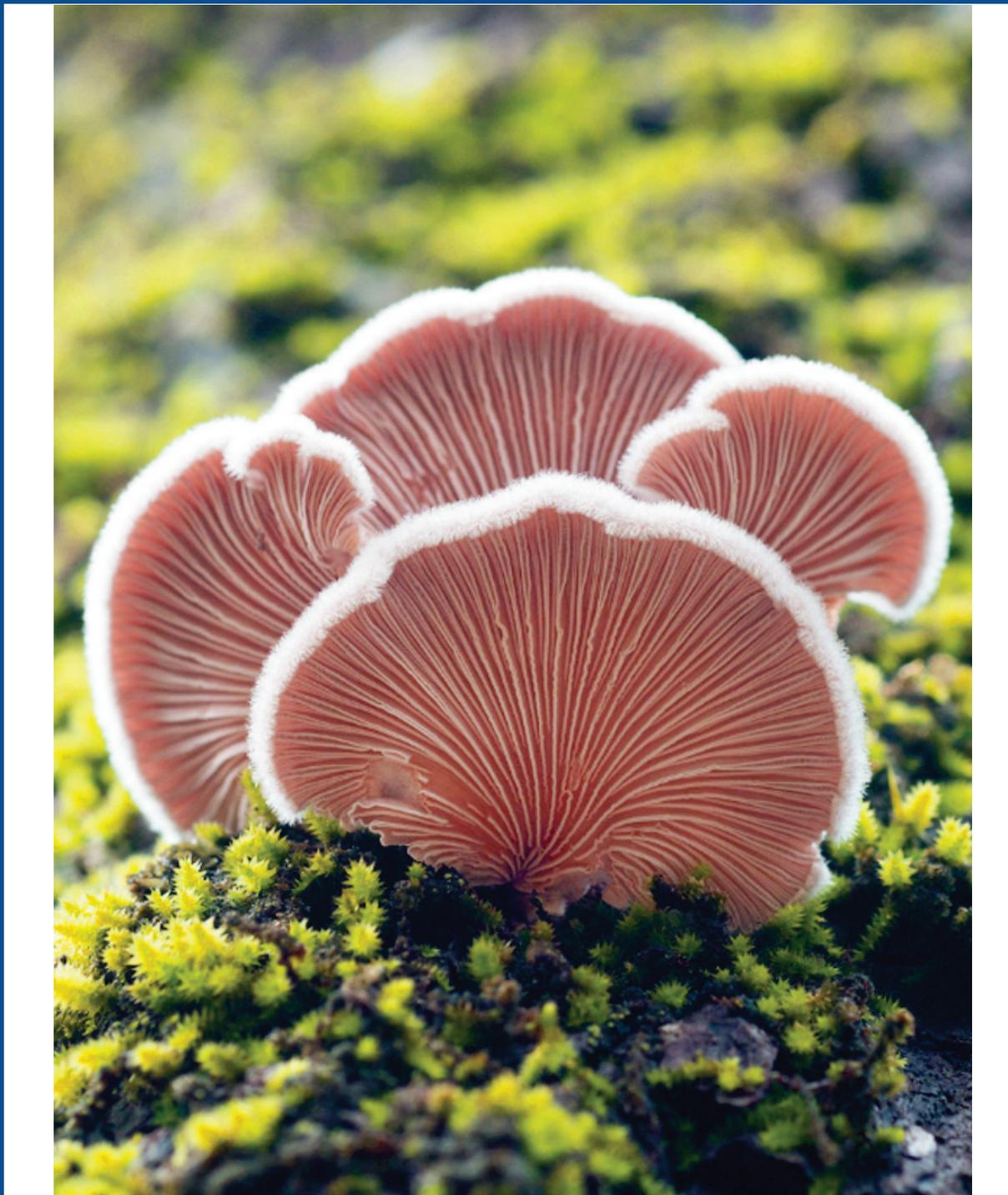


# POLIBOTÁNICA

ISSN 1405-2768



Núm. 57

 **CONAHCYT**  
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

Enero 2024

SEP



Enero 2024

Núm. 57

POLIBOTÁNICA



## PÁG.

## CONTENIDO

- 1 Características taxonómicas de las especies de *Colubrina* (Rhamnaceae) en México, basadas en la arquitectura y superficies epidérmicas  
*Taxonomic characteristics of Colubrina species (Rhamnaceae) in Mexico, based on architecture and epidermal surfaces*  
Fernández-Nava, R. | M.L. Arreguin-Sánchez | C.Y. Jorge Cruz
- 23 Flora arvense en regiones cafetaleras de la zona centro de Veracruz, México  
*Weed flora in coffee-growing regions of central Veracruz, Mexico*  
García-Mayoral, L.E. | R.I. Granados-Argüello | R. López-Morgado | L.A. Gálvez-Marroquín | F. Barbosa-Moreno
- 45 Estructura y diversidad en tres ecosistemas forestales del noreste de México  
*Structure and diversity in three forest ecosystems of northeast Mexico*  
Ramos-Hernández, C.G. | J.M. López-Hernández | I. Cantú-Silva | M.V. Gómez-Meza | H. González-Rodríguez
- 63 Estructura horizontal y diversidad de los bosques de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco en México  
*Horizontal structure and diversity of Pseudotsuga menziesii (mirb) franco forests in Mexico*  
Molina-Marchan, E. | R. Narváez-Flores | A.S. Mojica-Guerrero
- 81 Efecto de la altitud, orientación y pendiente del terreno sobre la distribución de macrohongos en un bosque tropical caducifolio de la costa de Oaxaca, México  
*Effect of altitude, orientation, and slope of the terrain on the distribution of macrofungi in a deciduous tropical forest on the coast of Oaxaca, Mexico*  
Villarruel-Ordaz, J.L. | G. Valera-Venegas | R. Garibay-Orjuel | J. Álvarez-Manjarrez | L.D. Maldonado-Bonilla | A.C. Sánchez-Espinosa
- 107 Propiedades mecánicas y químicas de las raíces de árboles nativos y su posible efecto sobre la estabilidad del suelo en Durango, México  
*Mechanical and chemical properties of native tree roots and their possible effect on soil stability in Durango, Mexico*  
Bejar-Pulido, S.J. | F.J. Hernández | I. Cantú-Silva | H. González-Rodríguez | E.O. Luna-Robles | T.G. Domínguez-Gómez
- 125 Extensión y severidad de incendios forestales en Michoacán, México en 2021 a partir de imágenes sentinel-2  
*Extent and severity of forest fires in Michoacan, Mexico, in 2021 based on sentinel-2 images"*  
España-Boquera, M.L. | O. Champo-Jiménez | M.D. Uribe-Salas
- 145 Conservación *in vitro* a mediano plazo de vainilla (*Vanilla planifolia* Andrews | Orchidaceae)  
*Medium-term in vitro conservation of vanilla (Vanilla planifolia Andrews | Orchidaceae)*  
Cisneros-Marrero, I.V. | C.L. Miceli-Méndez | A.G. Rocha-Loredo | M.Á. Peralta-Meixueiro | M.A. López-Miceli
- 157 Compuestos orgánicos en la propagación *in vitro* de *Epidendrum falcatum* Lindl orquídea endémica de México  
*Organic compounds in the in vitro propagation of Epidendrum falcatum Lindl, an orchid endemic to Mexico*  
Santiago-Jerónimo, T. | V.M. Chávez-Ávila | S. Carballar-Hernández | R. González-Cubas
- 171 Regeneración *in vitro* de *Tillandsia takizawae* Ehlers & H. Luther  
*In vitro regeneration of Tillandsia takizawae Ehlers & H. Luther*  
Hernández-Meneses, E. | S.E. Rangel-Estrada | J. Canul-Ku | E.J. Barrios-Gómez
- 183 Germinación e inducción de callo para la producción de alcaloides de dos especies de *Lupinus* en condiciones *in vitro*  
*Germination and callus induction for alkaloid production in two Lupinus species under in vitro conditions*  
Salcedo-Morales, G. | K. Morales-Muñoz | G. Paredes-Sastre | J.A. Valdovinos-Bazaldua | A.B. Castrejón-Lorenzo | F. Rosales-de la Vega | Y. León Romero | E. Montes Hernández | I. Mejía Viguera | K. Bermúdez-Torres
- 199 Compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y actividad antihipertensiva de membrillo (*Cydonia oblonga* Miller) cultivado en Zacatecas, México  
*Phenolic compounds, antioxidant capacity and antihypertensive activity of quince (Cydonia oblonga Miller) cultivated in Zacatecas, Mexico*  
Aguayo-Rojas, J. | S. Mora-Rochín | X. Tovar-Jiménez | R.O. Navarro-Cortez | M. Valdez-Morales | J.L. Ayala-Lujan
- 213 El silicio induce respuestas positivas a nivel bioquímico y de expresión de genes en plantas de tomate inoculadas con *Fusarium oxysporum*  
*Silicon induces positive responses at the biochemical and gene expression levels in tomato plants inoculated with Fusarium oxysporum*  
López-Pérez, M.C. | F. Pérez-Labrada | Y. González-García | A. Juárez-Maldonado
- 237 Efecto acaricida y ovicida de los aceites esenciales de *Chenopodium ambrosioides* L. y *Peperomia inaequalifolia* Ruiz & Pav. contra *Tetranychus urticae* en fresa (*Fragaria* spp.)  
*Acaricidal and ovicidal effect of the essential oils of Chenopodium ambrosioides L. and Peperomia inaequalifolia Ruiz & Pav. against Tetranychus urticae in strawberry (Fragaria spp.)*  
Espinoza-Gavilanes, R. | I. Tuza-Roa | C. Vásquez-Freytez | K. Jaramillo-Loayza | P. Noriega-Rivera
- 249 Begonias comestibles de Santiago Ecatlán, municipio de Jonotla, Puebla, México  
*Edible Begonias from Santiago Ecatlán, municipality of Jonotla, Puebla, Mexico*  
Cedillo Portugal, E. | D. Guerra-Ramírez | J.M. Cunill-Flores | J. Ricardo de Santiago-Gómez | D. González-Castillo | P. Díaz-Barrios
- 263 Saberes y prácticas fitoterapéuticas en la Ciudad de Salta, Argentina  
*Knowledge and phytotherapeutic practices in the City of Salta, Argentina*  
Fabbroni, M. | C.B. Flores | N.V. Arcelán | A. Salazar | E.C. Fuentes | M.V. Oliva | F.O. Robbiati



## Portada

*Schizophyllum commune* Fr. Schizophyllaceae. “Nanacate”. Hongo con sombrero en forma de abanico o concha, cubierto de pelos erectos, de 2 a 4 cm de diámetro, en estado seco presenta un color blanquecino que cambia a gris pardusco con la humedad, es duro y coriáceo. Himenio compuesto por una especie de pliegues, pseudo láminas, divididas en dos aristas más claras y dispuestas en abanico desde el pie. Tienen la característica de que en tiempo seco se retraen y cierran para proteger el himenio, abriéndose, en tiempo húmedo. Su color es rosa, rosa-canela, que evoluciona oscureciéndose. Pie lateral y prácticamente inexistente. Es una especie lignícola que parasita o saprofita árboles, fundamentalmente caducifolios. Es muy común y aguanta en el sustrato todo el año. Se desarrolla en diversos sustratos vegetales muertos o vivos y en ambientes con clima caliente a templado, ocasionalmente en clima frío en zonas con vegetación silvestre casi siempre alterada, desde el nivel del mar hasta cerca de los 3,000 m de altitud. Con distribución cosmopolita, son patógenos en humanos.

*Schizophyllum commune* Fr. Schizophyllaceae. “Nanacate”. Mushroom with a fan- or shell-shaped cap, covered in erect hairs, ranging from 2 to 4 cm in diameter. When dry, it displays a whitish color that changes to brownish-gray when exposed to moisture, and it is hard and leathery. The hymenium is composed of folds, pseudo-gills, divided into two lighter edges and arranged in a fan-like pattern from the stem. One distinctive feature is that in dry conditions, they retract and close to protect the hymenium, opening up when it is moist. Their color is pink, pink-cinnamon, evolving to darken over time. The stem is lateral and practically nonexistent. It is a lignicolous species that parasitizes or acts as a saprophyte on primarily deciduous trees. It is very common and persists in the substrate throughout the year. It thrives in various dead or living plant substrates and in environments with a warm to temperate climate, occasionally in cold climates in areas with mostly disturbed wild vegetation, ranging from sea level to nearly 3,000 m in altitude. With a cosmopolitan distribution, they are pathogens in humans.

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

Director:

*Dr. Isaac Juan Luna Romero*

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 29, No. 57, enero 2024, 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*

## EDITORA 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. Cochrane*  
University of Wisconsin  
Madison, Wisconsin, US

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

*Hugo Cota Sánchez*  
University of Saskatchewan  
Saskatoon, Saskatchewan, Canada

*Claude Sastre*  
Muséum National d'Histoire Naturelle  
Paris, Francia

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

*Mauricio Velayos Rodríguez*  
Real Jardín Botánico  
Madrid, España

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

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

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

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

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

*Tom Wendt*  
University of Texas  
Austin, Texas, US

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

*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*  
*rfernan@ipn.mx*

Dirección Web  
*http://www.polibotanica.mx*

POLIBOTÁNICA es una revista indexada en:

CONAHCYT, índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del Consejo Nacional de Humanidades, 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.



# EFECTO DE LA ALTITUD, ORIENTACIÓN Y PENDIENTE DEL TERRENO SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE MACROMICETOS EN UN BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO EN LA COSTA DE OAXACA, MÉXICO

## EFFECT OF ALTITUDE, ORIENTATION AND TERRAIN SLOPE ON THE DISTRIBUTION OF MACROFUNGI IN A TROPICAL DECIDUOUS FOREST IN THE OAXACA COAST, MEXICO

Villarruel-Ordaz, J.L.; G. Valera-Venegas; R. Garibay-Orijel; J. Álvarez-Manjarrez;  
L.D. Maldonado-Bonilla y A.C. Sánchez-Espinosa

EFECTO DE LA ALTITUD, ORIENTACIÓN Y PENDIENTE DEL TERRENO SOBRE LA  
DISTRIBUCIÓN DE MACROMICETOS EN UN BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO EN  
LA COSTA DE OAXACA, MÉXICO

EFFECT OF ALTITUDE, ORIENTATION AND TERRAIN SLOPE ON THE  
DISTRIBUTION OF MACROFUNGI IN A TROPICAL DECIDUOUS FOREST IN THE  
OAXACA COAST, MEXICO



## Efecto de la altitud, orientación y pendiente del terreno sobre la distribución de macromicetos en un bosque tropical caducifolio en la costa de Oaxaca, México

### Effect of altitude, orientation and terrain slope on the distribution of macrofungi in a tropical deciduous forest in the Oaxaca coast, Mexico

Villarruel-Ordaz, J.L.;  
G. Valera-Venegas;  
R. Garibay-Orijel;  
J. Álvarez-Manjarrez;  
L.D. Maldonado-Bonilla  
y A.C. Sánchez-Espinosa

EFFECTO DE LA ALTITUD,  
ORIENTACIÓN Y  
PENDIENTE DEL TERRENO  
SOBRE LA DISTRIBUCIÓN  
DE MACROMICETOS EN  
UN BOSQUE TROPICAL  
CADUCIFOLIO EN LA  
COSTA DE OAXACA,  
MÉXICO

EFFECT OF ALTITUDE,  
ORIENTATION AND  
TERRAIN SLOPE ON THE  
DISTRIBUTION OF  
MACROFUNGI IN A  
TROPICAL DECIDUOUS  
FOREST IN THE OAXACA  
COAST, MEXICO

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 57: 81-105. Enero 2024

DOI:

10.18387/polibotanica.57.5

**José Luis Villarruel-Ordaz** / [jospetardo@hotmail.com](mailto:jospetardo@hotmail.com)

*Instituto de Genética, Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca*

**Gricelda Valera-Venegas**

*Instituto de Recursos, Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca*

**Roberto Garibay-Orijel**

*Laboratorio de Sistemática y Ecología de Micorrizas, Instituto de Biología,  
UNAM, Cdmx*

**Julieta Álvarez-Manjarrez**

*Laboratorio de Micología Integral, Instituto de Biología, UNAM, Cdmx*

**Luis David Maldonado-Bonilla**

*Cátedras CONAHCYT, Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca*

**Ana Claudia Sánchez-Espinosa**

*Instituto de Genética, Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca*

**RESUMEN:** Los hongos macroscópicos, dada su extraordinaria diversidad y capacidad de adaptación a diversos sustratos, desempeñan funciones ecológicas cruciales en los ecosistemas. No obstante, su desarrollo está fuertemente condicionado por la interacción de factores ambientales. La comprensión de esos factores y su impacto en la distribución de los hongos es esencial para entender su dinámica ecológica. Con el fin de conocer cómo se distribuyen estos organismos bajo ciertos factores topográficos, se llevó a cabo un análisis de la riqueza de macromicetos en un bosque tropical caducifolio en la costa de Oaxaca, considerando los hábitos eco-nutricionales y el sustrato donde se desarrollan, en respuesta a la altitud, pendiente y orientación del terreno.

El estudio consistió en realizar una revisión de una base de datos de campo de 251 muestras biológicas que representan 169 especies de hongos macroscópicos registradas en la Unidad de Manejo Ambiental para la Conservación de la Vida Silvestre "Jardín Botánico-Puerto Escondido". La revisión permitió determinar la forma de vida (parásita, mutualista micorrícica, saprobia) y las preferencias de sustrato (lignícola, húmicola, terrícola, parásito entomopatógeno) de cada uno de los especímenes. Para conocer las características topográficas de los sitios donde fueron recolectados los ejemplares, se diseñaron mapas de altitud, pendiente y exposición solar en los cuales se posicionaron las coordenadas geográficas registradas en la base de datos de cada una de las muestras de estudio.

Los resultados revelan un predominio de la forma de vida saprobia en este bosque tropical caducifolio, con una marcada preferencia por sustratos edáficos. Además, más del 50% de las especies analizadas mostraron una tendencia por coexistir en laderas con pendientes medianas y suaves, orientadas hacia el norte y a altitudes que oscilan entre los 120 y 140 m.

El estudio resalta las complejas interacciones entre la diversidad de macromicetos, sus preferencias nutricionales en relación con la altitud, pendiente y orientación del terreno. Se provee información relevante que puede ser utilizada en estrategias de

manejo y conservación de recursos, ubicando los sitios con mayor riqueza de especies dentro de la zona de estudio.

**Palabras clave:** Macromicetos, bosque tropical caducifolio, parámetros topográficos, patrones de distribución, formas de vida, preferencias de sustrato.

**ABSTRACT:** Macrofungi, with their extraordinary diversity and ability to adapt to various substrates, play crucial ecological roles in ecosystems. However, their development is strongly influenced by the interaction of several environmental factors. Understanding these factors and their impact on the distribution of fungi is essential to understand their ecological dynamics. To obtain data how these organisms are distributed under certain topographic factors, an analysis of the species richness of macrofungi was carried out in a tropical deciduous forest on the coast of Oaxaca, taking both the eco-nutritional habits and substrate on which, they develop in response to altitude, slope and terrain orientation.

A review was conducted of a field database of 251 biological samples representing 169 species of macrofungi registered in the Environmental Management Unit for the Conservation of Wildlife "Jardín Botánico-Puerto Escondido". The review was used to assigned a life form (parasitic, mutualistic micorrhiza, saprotrophic) and substrate preferences (lignicolous, humicolous, terricolous, entomopathogenic parasite). To understand the topographic characteristics of the collection sites, maps of altitude, slope and solar exposure were designed in which the geographical coordinates recorded in the database for each study sample were plotted.

The results reveal a predominance of saprotrophic life form in this tropical deciduous forest, with a marked preference for edaphic substrates. In addition, more than 50% of the species analyzed show a tendency to coexist on moderate to gentle slopes, oriented to the north, and at altitudes ranging from 120 to 140 m.

This study highlights the complex interactions between the diversity of macroscopic fungi, their nutritional preferences and their relationship with altitude, slope, and terrain orientation.

Relevant information is provided that can be used in resource management and conservation strategies, by identifying sites within the study area with the greatest species richness.

**Key words:** Macromycetes, deciduous tropical forest, topographic parameters, distribution patterns, life forms, substrate preferences.

## INTRODUCCIÓN

Los hongos son reconocidos como un grupo muy exitoso desde la perspectiva ecológica. La variedad de roles que desempeñan resulta fundamental para el adecuado funcionamiento de los ecosistemas, ya que su participación contribuye de manera significativa a la resiliencia y salud general de los mismos (Caiafa *et al.*, 2017; Niego *et al.*, 2023). Esa diversidad de funciones toma mayor relevancia si se considera que son el segundo grupo más diverso de eucariotas en el planeta (Purvis & Hector, 2000), y de acuerdo con las estimaciones más aceptadas, su número oscila entre los 2.2 a 3.8 millones de especies (Hawksworth & Lücking, 2017).

Para subsistir y desarrollarse, los hongos obtienen sus nutrientes a través de tres vías distintas las cuales se denominan hábitos eco-nutricionales o formas de vida (Aiazagueña *et al.*, 2016). Los simbioses mutualistas, en especial las especies que forman ectomicorrizas, son comúnmente consideradas como organismos edáficos, ya que es en el suelo donde interactúan con las raíces de las plantas para obtener nutrientes y contribuir al crecimiento y salud de muchas especies arbóreas. Las especies que son parásitas tienen requerimientos nutricionales muy diversos; las formas patógenas infectan animales regulando sus poblaciones, o parasitando plantas lo cual afecta de forma negativa su desarrollo. En las especies saprobias los requerimientos nutricionales son más complejos pues el sustrato puede ser de origen animal o vegetal, por ejemplo, hojarasca, detritos disueltos en el suelo y madera, llamados respectivamente, humícolas, terrícolas y lignícolas; en estos últimos, incluyendo los que se nutren de celulosa (lignocelulósicos) (Montoya *et al.*, 2010). Este gremio se encarga de

degradar la materia orgánica muerta, jugando un rol fundamental en el reciclado de nutrientes y en la formación de suelos.

Los macromicetos son muy sensibles a las condiciones ambientales y su diversidad, abundancia y distribución dentro de un ecosistema determinado esta influenciada por diversos factores. Parámetros como la pendiente del terreno, la exposición a la luz solar, la disponibilidad de recursos y la altitud impactan de manera directa. Más aún, la interacción compleja de esos factores crea un mosaico de microambientes que, a su vez, moldea las comunidades fúngicas (Hu *et al.*, 2022; Mazzola *et al.*, 2008; Pinna *et al.*, 2010).

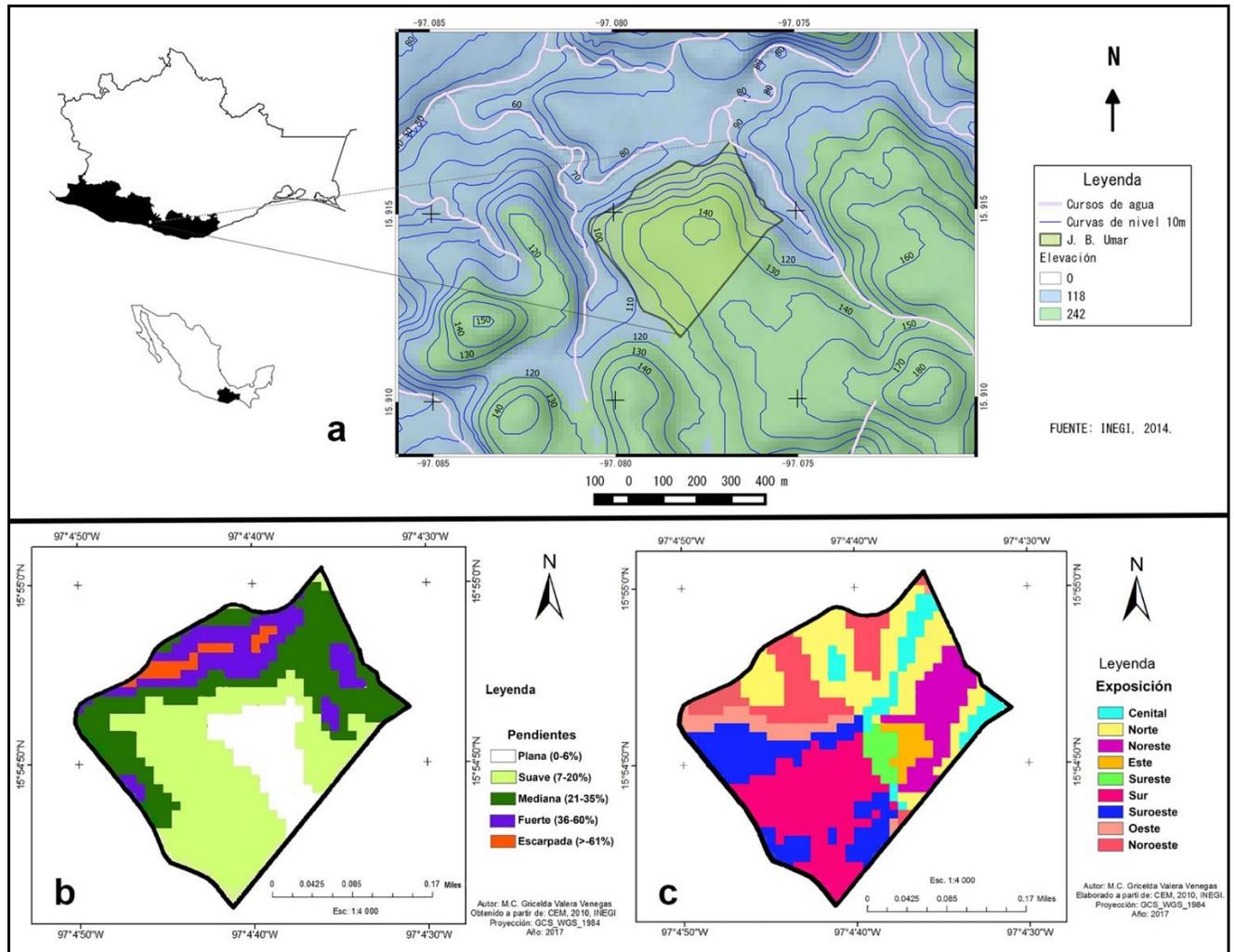
En el estado de Oaxaca se han realizado algunos estudios sobre la distribución de macromicetos en respuesta a ciertos parámetros ecológicos (Rodríguez-Gutiérrez *et al.*, 2020; Vázquez-Mendoza, 2008, 2012), permitiendo comprender un poco más la dinámica de los hongos (Díaz-Moreno *et al.*, 2005); no obstante, para la costa de Oaxaca, ese tipo de estudios son nulos y los pocos trabajos que existen están enfocados a cuantificar la diversidad de especies. Como resultado de esos trabajos se sabe que a la fecha se han registrado 198 especies de hongos macroscópicos (Raymundo *et al.*, 2022; Villarruel-Ordaz *et al.*, 2021). Uno de los principales tipos de vegetación que se presenta en la región costa de Oaxaca es el Bosque Tropical Caducifolia (BTC), el cual se caracteriza por un estrato arbóreo que tira sus hojas durante una marcada temporada seca (Challenger & Soberón, 2008); sin embargo, el conocimiento que existe sobre la diversidad de macromicetos asociados a este tipo de vegetación en la costa de Oaxaca es escaso, y la limitada comprensión que poseemos sobre los hongos tropicales en general resalta la necesidad de llevar a cabo investigaciones que contribuyan a establecer patrones de distribución, y de este modo enriquecer nuestra percepción de su función ecológica. Los hongos requieren de condiciones precisas para desarrollarse; la diversidad y distribución de especies depende de la combinación de ciertos factores, por consiguiente, para comprender un poco más dicho fenómeno se planteó analizar la riqueza de especies de macromicetos en un BTC de la costa de Oaxaca, considerando el sustrato y los hábitos eco-nutricionales, así como la respuesta a la combinación de factores topográficos como la altitud, exposición a la luz solar y la pendiente del terreno.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La zona de estudio fue la Unidad de Manejo Ambiental para la Conservación de Vida Silvestre “Jardín Botánico Puerto Escondido” (UMA-JBPE) de la Universidad del Mar; la cual se encuentra ubicada en el kilómetro 239 de la Carretera Federal 131 Sola de Vega-Puerto Escondido, en el municipio de San Pedro Mixtepec, Distrito de Juquila, Oaxaca. Se sitúa entre las coordenadas N 15°54'14.75", 15°55'1.06" y O 97°04'52.93", 97°04'29.21", a una altitud entre 80 y 145 m s. n. m (Figura 1a).

Su relieve está constituido por lomeríos suaves a pronunciados y pequeñas cañadas con pendientes fuertes a muy escarpadas, pero predominan las áreas planas a muy onduladas. Los tipos de suelos que se reportan son feozems, leptosoles y regosoles eútricos. Se presenta un clima cálido subhúmedo (Aw) con lluvias en verano de cuatro meses y sequía por el resto del año con temperatura promedio de 27 °C. El tipo de vegetación que existe es el BTC en donde destacan especies de las familias Anacardiaceae, Asteraceae, Burseraceae, Cactaceae, Fabaceae, Malpighiaceae y Rubiaceae, entre otras (INEGI, 2004, 2007, 2013a).



### Recopilación de datos y mapeo

Se trabajó con un total de 251 muestras de macromicetos, los cuales fueron recolectados por el primer autor realizando recorridos aleatorios dentro de la zona de estudio durante la temporada de lluvias de los años 2007 al 2020. Los ejemplares están registrados en una base de datos de campo y depositados en el Laboratorio de Colecciones Biológicas de la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido (LCB-UMAR). A partir de la revisión de la base de datos se obtuvo información de los especímenes sobre el sustrato de preferencia, así como las coordenadas geográficas de donde fue recolectado, las cuales fueron determinadas en su momento con un geoposicionador Garmin eTrex Vista HCX a una resolución de  $\pm 5$  m.

Se elaboraron mapas de altitud, pendiente y exposición solar a partir de un análisis espacial del área en Quantum GIS Wien versión 2.8.1. de código libre. Se utilizó una porción del Continuo de Elevaciones 3.0 (CEM 3.0 resolución 15 m), y datos de referencia como vías terrestres y causes de ríos y arroyos, así como cartografía temática de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000 serie V (INEGI, 2013b, 2013a) (Figura 1a-c). Las características topográficas de los sitios donde fueron recolectados los ejemplares de estudio se determinaron posicionando las

coordenadas geográficas de cada espécimen registradas en la base de datos en los mapas topográficos previamente elaborados.

Toda la información recopilada de la base de datos de campo y del mapeo de las coordenadas geográficas de los especímenes se encuentra disponible en el anexo 1.

### Análisis de datos

Se generó una matriz de datos considerando el número de especies registradas por preferencia de sustrato (humícolas, lignícolas, terrícolas, entomopatógenos) y el número de especies presentes en cada una de las variables topográficas (pendiente, orientación y altitud). Se realizó un análisis de correlación entre las variables con la función COEF.DE.CORREL (PEARSON) de la paquetería de Excel (Microsoft Office Profesional Plus 2016).

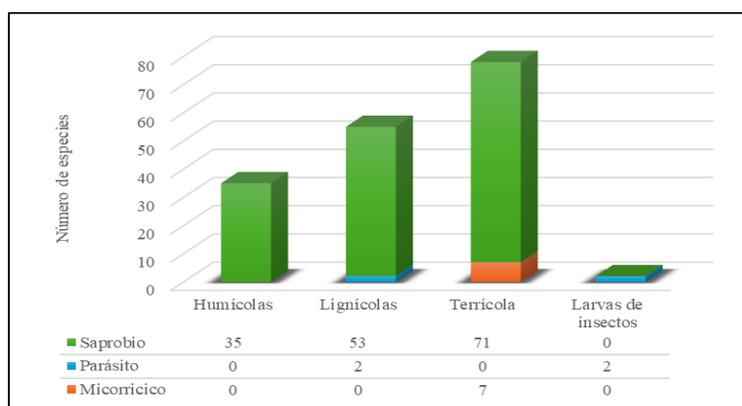
## RESULTADOS

### Riqueza específica

La revisión de la base de datos de los especímenes depositados en el LCB-UMAR permitió conocer la existencia de 169 morfoespecies, incluidas cinco con la connotación de “afinis” y cuatro más identificadas a nivel de familia. Solo el 42% de las especies están determinadas taxonómicamente por sus características morfológicas, 14 de ellas complementadas con una identificación molecular (Villarruel-Ordaz *et al.*, 2021). Las especies identificadas se distribuyen en dos divisiones diferentes, 14 especies pertenecen a la división Ascomycota y 155 a Basidiomycota. Se reconocen cinco clases con 18 órdenes, siendo los mejor representados los Agaricales con 43 géneros y 102 especies, Polyporales con 19 géneros y 25 especies y Xylariales con cuatro géneros y 11 especies. Sobresalen los géneros *Agaricus*, *Geastrum*, *Lepiota*, *Leucoagaricus*, *Leucocoprinus*, *Marasmius*, *Psatyrella* y *Xylaria*, todos ellos con más de cinco especies (Anexo 1).

### Hábitos eco-nutricionales y preferencias de sustrato

De acuerdo a la preferencia de sustrato registrada en la base de datos de los especímenes estudiados, 20.5% de las especies se desarrollaron sobre la hojarasca (humícolas), 32.3% en madera (lignícolas), 45.8% crecieron en el suelo (terrícolas) y solo 1.1% sobre larvas de insectos (entomopatógenos). La forma de vida que predominó en la zona de estudio fue el saprotrofismo con 93.5% de las especies, le siguieron las micorrícicas, las cuales representaron 4.1%, y por último las parásitas con 2.3% (Figura 2).

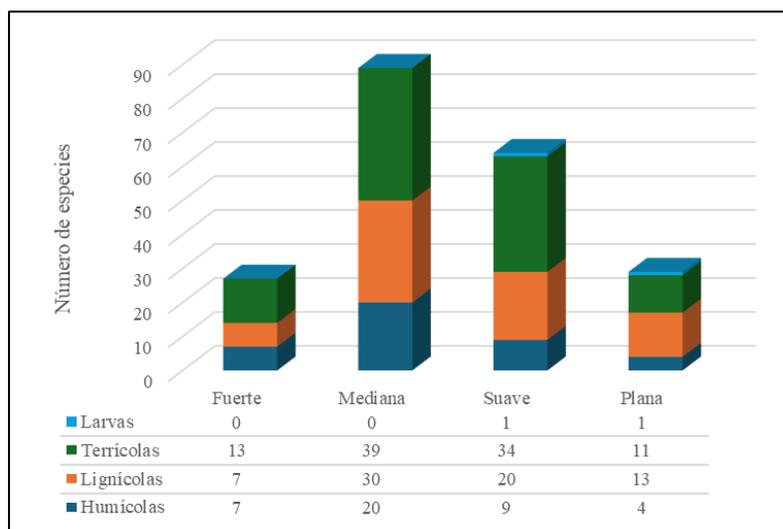


**Figura 2.** Relación del número de especies de acuerdo con el hábito eco-nutricional y la preferencia del sustrato en la UMA-JBPE.

**Figure 2.** Relationship of the number of species according to eco-nutritional habit and substrate preference in UMA-JBPE.

### Variables topográficas

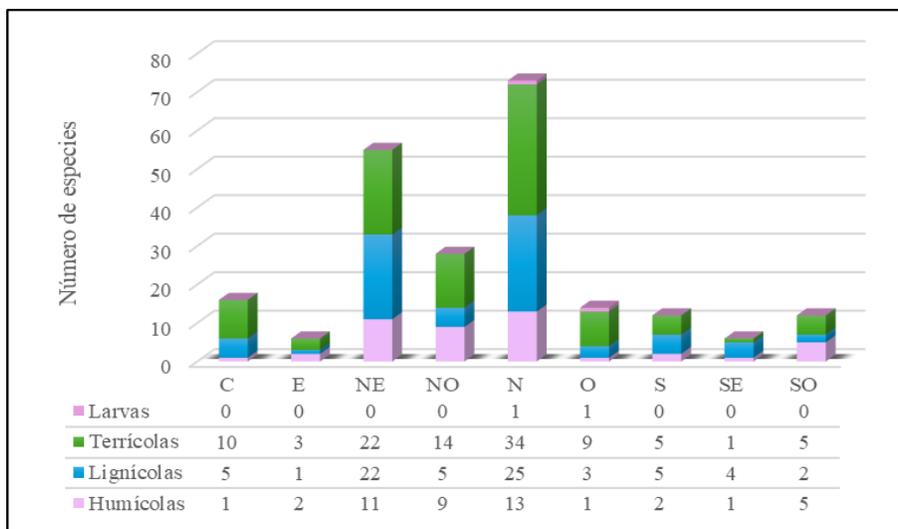
Sobre el mapa de la superficie de la UMA-JBPE se determinaron cinco categorías de pendientes: escarpadas (> de 51%), fuertes (36-50%), medianas (21-35%), suaves (7-20%) y planas (0-6%); las tres últimas, son las más representativas en la zona de estudio (Figura 1b). Alrededor del 73% de las especies registradas se distribuyeron en las pendientes medianas y suaves, y representan el 42.5% y 30.6% respectivamente. Le siguieron las pendientes planas con 13.8%, mientras que las pendientes fuertes presentaron la menor cantidad con solo 12.9% de los registros. Con base en la preferencia de sustrato, las especies terrícolas constituyeron el grupo predominante con el 48.7% de los registros, seguidas por las lignícolas con 30.1%. Se observó la presencia de especies humícolas, con el 20.1% de los registros, y un último grupo más especializado que representa 1% de las especies sobre larvas de insectos (Figura 3).



**Figura 3.** Distribución de especies de acuerdo a las preferencias nutricionales en relación a las diferentes pendientes observadas en la UMA-JBPE.

**Figure 3.** Distribution of species according to nutritional preferences in relation to different slopes observed in UMA-JBPE.

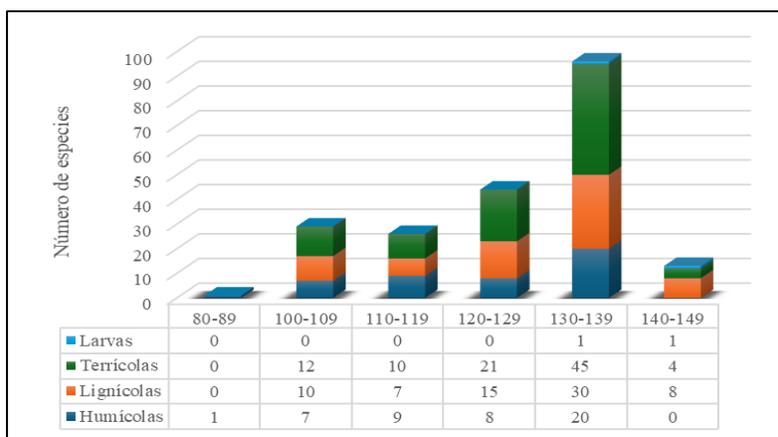
En cuanto a la orientación de los sitios de recolecta, se determinaron nueve tipos en la superficie de la UMA-JBPE: cenital, norte, sur, este, oeste, noreste, noroeste, sureste y suroeste (Figura 1c), siendo las áreas en dirección norte, noreste y noroeste, las que acumularon alrededor del 70% de los registros; mientras que las áreas con una orientación sur, suroeste y sureste, tuvieron una cantidad menor, con solo 2.7% del total de especies. Se observó una mayor proporción de especies con preferencia por sustratos terrícolas (46.3%) en comparación con las especies lignícolas (32.4%) y humícolas (20.2%). Esta tendencia es la misma en todas las condiciones de orientación analizadas, con la excepción de la parte del terreno con orientación sur y sureste, donde se registró una cantidad igual o incluso mayor de especies lignícolas. Cabe destacar que, en estas dos orientaciones, el porcentaje de especies es bastante reducido (Figura 4).



**Figura 4.** Distribución del número de especies por preferencias nutricionales en relación a la exposición solar. C: cenital, E: Este, NE: noreste, NO: noroeste, N: norte, O: oeste, S: sur, SE: sureste, SO: suroeste.

**Figure 4.** Distribution of the number of species based on nutritional preferences in relation to solar exposure. C: zenith, E: East, NE: northeast, NW: northwest, N: north, W: west, S: south, SE: southeast, SW: southwest.

Con relación a la altitud, la riqueza de especies aumentó a medida que se asciende. El intervalo altitudinal de 130 a 140 m sobresalió por contener 45.9% del total de registros. Se observó un descenso gradual en la concentración de especies a medida que disminuye la altitud, en donde el intervalo de 120 a 130 m presentó alrededor del 21% de las especies. Posteriormente, los intervalos altitudinales de 110 a 120 m y de 100 a 110 m registraron el 12.4% y 13.8% de las especies, respectivamente. De manera consistente con las tendencias observadas en las pendiente y orientación del terreno, se mostró preferencia por el sustrato terrícola con un predominio a lo largo de todo el intervalo altitudinal, representando el 44.0% del total de especies, seguida por las lignícolas con 33.4%, y posteriormente las humícolas con 21.5%. En último lugar se encontraron las especies entomopatógenas, con una presencia mínima del 0.9% (Figura 5).



**Figura 5.** Distribución de especies tomando en cuenta la preferencia de sustrato y la relación a los intervalos de altitud.

**Figure 5.** Distribution of species taking into account substrate preference and its relation to altitude intervals.

### **Coefficientes de correlación**

Para establecer la relación entre los elementos topográficos evaluados, se llevó a cabo un análisis que involucró el número de especies registradas en las cuatro categorías de preferencias de sustrato: terrícolas, lignícolas, humícolas y entomopatógenas. Este análisis se realizó en función de las variables de estudio, que incluyeron la pendiente, orientación y altitud.

Los coeficientes obtenidos en este análisis revelan una correlación positiva entre estas variables.

Los valores más altos de correlación se observaron en los siguientes casos:

1. Entre pendientes medianas a suaves y orientación norte, con coeficientes de 0.987 y 0.983 respectivamente.
2. Entre pendiente mediana y un intervalo de altitud de 120 a 140 m, con coeficientes de 0.991 y 0.989 respectivamente.
3. Finalmente, entre orientación norte y un intervalo de altitud de 120 a 140 m, con coeficientes de 1.00 y 0.992 de manera respectiva.

## **DISCUSIÓN**

### **Diversidad de especies**

Uno de los retos que enfrentan los estudios relacionados con los hongos en su entorno natural, radica en la dificultad asociada a la identificación certera de las especies. En numerosos casos, resulta imprescindible lograr una determinación precisa. Algunos estudios preliminares han revelado que aproximadamente el 70% de las especies encontradas en bosques tropicales pueden ser clasificadas en morfoespecies basadas solo en sus características macroscópicas (Braga-Neto *et al.*, 2008), no obstante, el bajo porcentaje de determinación taxonómica a nivel de especie observada en este trabajo (42% de las morfoespecies reconocidas), refleja la falta de investigaciones sistemáticas sobre la funga macroscópica tropical; la cual pudiera servir de referencia (Guzmán, 1998; Villarruel-Ordaz *et al.*, 2021). Los trabajos sobre diversidad de hongos indican que los trópicos concentran una enorme variedad de especies (O'Brien *et al.*, 2005; Tedersoo *et al.*, 2014), por lo que se sugiere poner mayor énfasis en el desarrollo de este tipo de estudios que ayuden a revertir el escaso conocimiento que se tiene de la diversidad fúngica en general. Los estudios sobre la diversidad a través del inventario de especies, son fundamentales para comprender la dinámica de los ecosistemas ya que proporcionan información vital para identificar patrones de distribución, como han señalado diversos autores (Braga-Neto *et al.*, 2008; Cannon & Kirk, 2007; Cifuentes & Guzmán, 1981; Guzmán & Piepenbring, 2011; Lodge, 2001; Sunum *et al.*, 2015; Viña, 2014), quienes han observado que géneros como *Xylaria*, *Agaricus*, *Lepiota*, *Psathyrella*, *Marasmius* y *Marasmiellus*, entre otros, tienden a ser muy representativos en regiones tropicales, una tendencia que también se observó en nuestra área de estudio (Anexo 1).

### **Formas de vida y preferencias de sustrato**

El hábito eco-nutricional que predominante en la UMA-JBPE es el saprotrofismo, con 159 especies registradas (Figura 2). Este resultado concuerda con investigaciones previas llevadas a cabo en zonas tropicales, las cuales han indicado que la diversidad de especies saprobias es más amplia en ecosistemas tropicales que en regiones templadas (Caiafa *et al.*, 2017; Hu *et al.*, 2022; Lodge & Cantrell, 1995; Tedersoo *et al.*, 2014; Viña, 2014). Es necesario considerar cuáles son las preferencias de sustrato que exhiben los macromicetos saprobios. Montoya *et al.*, (2010) llevaron a cabo un análisis de la diversidad de especies saprobias en una región tropical de Colombia, en el cual consideraron seis categorías de sustratos, siendo las especies que se desarrollan sobre madera muerta (lignícolas) las que presentaron una mayor diversidad. Es evidente que ese patrón está muy relacionado con la disponibilidad de recursos presentes en el entorno, y ésta a su vez, influenciada por la estructura del dosel, ya que las plantas son quienes aportan la mayor cantidad de materia orgánica. En ese sentido, el BTC se caracteriza por el

desprendimiento de sus hojas a lo largo de un período de 5 a 7 meses (Pennington & Sarukhán, 2005), lo que constituye una enorme fuente de biomasa en forma de hojarasca y pequeñas ramas. Esto podría suponerse que el sustrato preferencial para las especies saprobias es el húmico, sin embargo, las condiciones climáticas influyen de manera significativa, dando como resultado una velocidad de descomposición de la materia orgánica cuatro veces mayor que en áreas de climas templados (Álvarez-Sánchez, 2001; Guariguata & Kattan, 2002).

En este trabajo se adoptaron tres categorías de preferencia nutricional para las especies saprobias: húmicas, lignícolas y terrícolas. Se determinó que en la zona de estudio 71 especies mostraron preferencia hacia los nutrientes disueltos en el suelo, seguidas por aquellas que se alimentan de material lignocelulósico (lignícolas) y por último las que degradan la hojarasca (Figura 2). Estos datos soportan la idea de que la descomposición veloz de la hojarasca resulta en una disponibilidad limitada de este tipo de sustrato para muchas especies de micromicetos, lo cual estaría impulsando la necesidad de recurrir a otras fuentes de nutrientes, como el suelo para las especies edáficas o los restos de madera para las especies lignícolas.

La presencia de especies húmicas está condicionada por la composición de la comunidad de plantas, lo cual se debe a la selectividad de ciertos grupos taxonómicos. Por ejemplo, los géneros *Marasmius* y *Marasmiellus* presentan correspondencia con la distribución de algunas plantas fanerógamas (Readhead, 1989), y aunque se han identificado ciertos patrones de asociación entre los hongos saprobios y el sustrato de hojas proveniente de diferentes familias de plantas, la información cualitativa en torno a este tema es limitada (Braga-Neto *et al.*, 2008). En la zona de estudio, aproximadamente una quinta parte de las especies húmicas registradas pertenecen a esos dos géneros, y es muy probable que sigan algún patrón de asociación con las especies vegetales de mayor presencia en la UMA-JBPE, como son: *Vachellia farneciana* (L.) Wight Arn., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Heliocarpus pallidus* Rose, *Comocladia mollissima* Kunth, *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng, *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Spondias purpurea* L., entre muchas otras más propias de la vegetación secundaria de la selva baja caducifolia.

El análisis de los hongos lignícolas presenta una complejidad notable debido a la diversidad de nichos que ocupan. Algunas especies presentes en el área de estudio como *Daldinia eschscholtzii* (Ehrenb.) Rehm, *Schizophyllum commune* Fr., *Fabiosporus sanguineus* (L.) Zmitr. y otras tantas de la familia Polyporaceae con cuerpos reproductores grandes y perennes, se han adaptado a sobrevivir en restos leñosos expuestos al sol y en ambientes secos (Bässler *et al.*, 2010), mientras que otras muestran preferencia por áreas sombrías y húmedas. Además, factores como el tamaño del material leñoso, su grado de descomposición y la presencia de otros hongos, influyen en su microhábitat (Aiztegui *et al.*, 2016; Lodge & Cantrell, 1995). La combinación de características afecta la disponibilidad de nutrientes y da como resultado una variación en la comunidad de hongos que coloniza dicho entorno. De cualquier modo, evaluar la actividad fisiológica y cuantificar la abundancia de especies en sustratos como hojarasca, suelo o restos leñosos, es una tarea compleja como lo señalan Baldrian *et al.* (2013).

Otro grupo eco-nutricional registrado para la UMA-JBPE es el de las especies micorrícicas, con tan solo siete especies (Figura 2). Es importante destacar que en este trabajo se limitó a la información registrada en la base de datos consultada sobre los hongos macroscópicos epigeos que forman ectomicorrizas. Esta restricción podría subestimar la proporción real de hongos con esa forma de vida en el ecosistema. La proporción de hongos que forman ectomicorrizas podría ser más elevada de lo que se sugiere en este estudio si se considera que, en bosques saludables, el número de hongos micorrícicos podría igualar o incluso superar a las especies saprobias en términos de riqueza específica (Hu *et al.*, 2022; Montoya *et al.*, 2010). Es importante mencionar que la mayoría de la información que se tiene sobre las micorrizas se basa en estudios realizados en regiones templadas, donde se encuentra una mayor proporción de hongos ectomicorrícicos como lo señala Tedersoo *et al.* (2014). No se descarta la posibilidad de que muchas de las especies que fueron registradas como saprobias con preferencia por sustratos

edáficos, en realidad estuvieron estableciendo relaciones mutualistas con plantas. Algunas especies de géneros como *Sebacina*, *Trechispora*, *Naucoria*, *Clavulina* y *Geastrum* han sido citadas como hongos ectomicorrícicos (Pérez-Moreno & Read, 2004; Rinaldi *et al.*, 2008), sin embargo, en el presente estudio algunas especies de esos géneros fueron registradas como saprobias. Resulta imperativo explorar alternativas metodológicas para determinar de manera más precisa la forma de vida de las especies fúngicas (Álvarez-Manjarrez *et al.*, 2021; Garibay-Orijel *et al.*, 2013; Smith *et al.*, 2011).

El gremio menos representado en la UMA-JBPE es el de los hongos parásitos de plantas e insectos, los cuales tienen preferencia por sustratos vivos (Figura 2). En el área de estudio se registró a *Ophiocordyceps sobolifera* (Hill ex Watson) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, y a una especie aun no identificada de *Cordyceps* sp., creciendo sobre larvas de insectos. Las diferentes especies de *Cordyceps* muestran una alta especificidad hacia ciertos grupos de insectos, la cual puede deberse a las características físicas y bioquímicas del hospedante, así como a las adaptaciones evolutivas del hongo (Benjamin *et al.*, 2004; Del Valle & Robledo, 2019; Viña, 2014).

En el caso de los hongos parásitos de plantas, es esencial resaltar que diversas especies catalogadas como saprobias han demostrado tener la capacidad de actuar como parásitos facultativos durante ciertas etapas de su ciclo vital. Dentro de los órdenes Hymenochaetales y Polyporales, se ha observado que numerosas especies crecen de manera parasitaria en árboles vivos; y una vez que el árbol fallece, los hongos muestran la capacidad de adoptar un comportamiento saprobio (Cooke & Whipps, 1980; Stokland *et al.*, 2012; Valenzuela *et al.*, 2004). En la zona de estudio *Earliella scabrosa* (Pers.) Gilb. & Ryvarden y *Fabiosporus sanguineus* (L.) Zmitr. mostraron ese comportamiento, lo cual corrobora lo reportado por Gilbert *et al.* (2008). Es probable que ese fenómeno sea más común de lo que se ha documentado hasta ahora.

#### **Variables topográficas**

Tanto la inclinación como la orientación de las laderas desempeñan un papel fundamental como factores determinantes de las condiciones microclimáticas, lo que a su vez afecta el desarrollo de las poblaciones fúngicas (Caiafa *et al.*, 2017; Chen *et al.*, 2018; Hu *et al.*, 2022). Estos factores desempeñan un papel fundamental en la comprensión de las variaciones en el movimiento superficial e interno del escurrimiento y la humedad del suelo, lo cual es crítico para el desarrollo de los hongos, como lo han demostrado varios estudios (Aiztazagueña *et al.*, 2016; Mazzola *et al.*, 2008; Pinna *et al.*, 2010; Serrada, 2011; Viña, 2014). En la UMA-JBPE, las pendientes demostraron ser una variable significativa en la distribución de especies. La mayor riqueza de especies se observó en las pendientes medianas, seguida de las suaves, con un total de 89 y 64 especies (Figura 3). En estas pendientes, los géneros mejor representados fueron *Lepiota* y *Marasmius*, con 12 y 10 especies, respectivamente (Anexo 1).

En terrenos con pendientes pronunciadas, el agua tiende a moverse más rápido hacia las partes bajas lo que ocasiona un aumento en la escorrentía superficial, esto significa que el agua fluye sobre la superficie en lugar de infiltrarse en el suelo (Reyna *et al.*, 2010; Shaxson & Barber, 2005). Esta condición genera que la concentración de humedad y disponibilidad de agua sea menor en las partes más altas de las laderas, de manera particular aquellas con pendientes fuertes y escarpadas, lo cual explicaría el por qué en el área de estudio la diversidad de especies es menor en ese tipo de pendientes, ya que la capacidad de retención de agua condiciona la fructificación de los hongos; además, en los terrenos con pendientes muy pronunciadas, los riesgos de erosión son más elevados y por lo tanto una menor capacidad de retención de nutrientes. En el otro extremo, las porciones del terreno con pendientes planas acumulan una mayor cantidad de agua en el suelo lo cual puede tener un efecto limitante sobre la fructificación de las especies como lo han demostrado Pinna *et al.* (2010). Esto explicaría la baja diversidad de especies que se observó en las pendientes planas en la UMA-JBPE.

La orientación del terreno también tiene un efecto limitante en la distribución de la macrofunga. Este parámetro ecológico es complejo y puede estar influenciado por otros factores como el tiempo de exposición al sol, el viento, y otros factores climáticos. En el hemisferio norte, las laderas con exposición sur reciben mayor cantidad de radiación solar y tienden a ser más cálidas y secas; mientras que las laderas con orientación norte están menos expuestas a la insolación y suelen ser más frescas y húmedas (López-Gómez *et al.*, 2012). En la zona de estudio las laderas que tienen orientación hacia el norte presentaron una mayor riqueza de especies (Figura 4), lo cual sugiere que la luz solar es un factor que influye en la temperatura y la humedad del suelo, lo que a su vez afecta las condiciones para el crecimiento y la reproducción de las especies fúngicas.

La altitud constituye un factor ligado al relieve del terreno, lo que conlleva a la necesidad de tener en cuenta esta interacción al tratar de identificar patrones relacionados con dicho parámetro. A pesar del limitado intervalo altitudinal que se presenta en la UMA-JBPE, 80 m en la parte más baja y 145 m la parte más alta, es especialmente notable el intervalo de 130 a 140 m s.n.m. donde se registró la mayor cantidad de especies (Figura 5). Existen diversos estudios que han resaltado patrones específicos de distribución en función de la altitud (Gómez-Hernández *et al.*, 2012, 2016; Martínez, 2021; Vásquez Díaz & Esquivel Vásquez, 2021; Vásquez Mendoza, 2008; Villarruel-Ordaz & Cifuentes, 2007). En esos trabajos se hace mención de otros factores igualmente influyentes, tales como el tipo de vegetación, el tipo de suelo presente, la pendiente del terreno y la temperatura ambiental, entre otros. El patrón observado en la zona de estudio confirma la persistente pauta decreciente en términos de diversidad a medida que disminuye la altitud.

#### **Correlación entre las variables**

El análisis de los coeficientes de correlación entre la altitud, la pendiente, la orientación del terreno y las preferencias nutricionales en términos de la riqueza de especies, reveló una relación positiva entre la pendiente y la orientación como lo han señalado otros autores (Aiarzagueña *et al.*, 2016; Mazzola *et al.*, 2008; Pinna *et al.*, 2010; Serrada, 2011; Viña, 2014). Los valores más altos de correlación se observaron en las pendientes medianas y suaves con una orientación norte. Esta combinación de factores ejerció una influencia significativa en la riqueza de especies. Además, se encontró una correlación positiva entre la orientación y la altitud. Las laderas con orientación norte y un intervalo de altitud de 120 a 140 m presentaron una mayor diversidad de especies, mientras que, las laderas con pendientes medianas y un intervalo de altitud de 120 a 140 m. condicionaron la presencia de 63 especies de macromicetos. Los resultados demostraron que la relación entre la altitud, la pendiente y la orientación del terreno influye de manera directa en la riqueza y las preferencias nutricionales de las especies estudiadas, con implicaciones importantes para la comprensión de la biodiversidad en la zona. La correlación de las variables consideradas en el presente estudio determinó que, de las 169 especies analizadas, 94 especies se distribuyen en un intervalo de altitud de los 120 a 140 m, principalmente en laderas que tienen una pendiente mediana y suave y con una exposición a la luz solar determinada por la orientación norte, noreste y noroeste. La forma de vida que predomina es el saprotrofismo, igual que lo reportado en otros bosques tropicales (Caiafa *et al.*, 2017; Hu *et al.*, 2022; Lodge & Cantrell, 1995; Tedersoo *et al.*, 2014; Viña, 2014). En estas condiciones la mayoría de las especies tiene preferencia por un sustrato edáfico, seguido por las lignícolas y por último las humícolas.

#### **CONCLUSIONES**

El saprotrofismo es el hábito predominante en la zona de estudio, el cual está estrechamente relacionado con la abundante materia orgánica presente en el Bosque Tropical Caducifolio (BTC) y las condiciones climáticas que lo caracterizan. Las especies saprobias terrícolas fueron las más representativas, seguidas por las saprobias lignocelulósicas y por último las humícolas.

Las pendientes medianas y suaves con orientación norte y a un intervalo de altitud de 120-140 m son los sitios donde se presenta la mayor riqueza de especies. Estos datos tienen implicaciones significativas en la comprensión de la biodiversidad de macromicetos en la UMA-JBPE ya que son relevantes para las estrategias de manejo y conservación de los recursos naturales.

En general, los resultados del estudio sugieren que la Unidad de Manejo Ambiental para la Conservación de Vida Silvestre “Jardín Botánico Puerto Escondido” es un ecosistema con una importante diversidad de macromicetos. La combinación de factores ambientales, como el clima, el tipo de vegetación y el relieve, juegan un papel fundamental en la distribución y preferencias nutricionales de las especies registradas.

Se recomienda realizar estudios más detallados sobre la influencia de los factores ambientales en la diversidad de macromicetos, incluyendo variables como la temperatura, la humedad, el pH del suelo y la composición de la vegetación, así como promover la conservación de los bosques tropicales, ya que son ecosistemas que albergan una gran diversidad biológica.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al profesor Charles Litwin por la asesoría en la traducción del resumen. De igual manera a todo el personal operativo de la UMA-JBPE por el apoyo durante las recolectas de los ejemplares biológicos, así como también a los estudiantes de la carrera de Biología de la Universidad del Mar quienes acompañaron durante los recorridos dentro de la zona de estudio. A la Secretaría de Educación Pública por el financiamiento a través del programa para el Fomento a la Generación y Aplicación e Innovadora del Conocimiento y del Fortalecimiento de los Cuerpos Académicos en Formación. Agradecemos a la Universidad del Mar por el apoyo a los proyectos internos con Clave de Unidad Programática 2IG1805, 2IG1904 y 2IG2102

## LITERATURA CITADA

- Aiartzagüeña, L., Picón, R., Sarrionandía, E., & Salcedo, I. (2016). Patrones fenológicos de fructificación de los macromicetos del País Vasco. *Zizak*, 12, 9–21.
- Álvarez-Sánchez, J. (2001). Descomposición y ciclo de nutrientes en ecosistemas terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 11–27. <https://doi.org/10.21829/azm.2001.8401843>
- Álvarez-Manjarrez, J., Rodríguez, A. U. S., Villarruel-Ordaz, J. L., Ortega-Larrocea, M. del P., & Garibay-Orijel, R. (2021). Micorrizas del bosque tropical caducifolio y otras simbiosis fúngicas. *Acta Botánica Mexicana*, 128, e1906. <https://doi.org/10.21829/abm128.2021.1906>
- Baldrian, P., Větrovský, T., Cajthaml, T., Dobiášová, P., Petránková, M., Šnajdr, J., & Eichlerová, I. (2013). Estimation of fungal biomass in forest litter and soil. *Fungal Ecology*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2012.10.002>
- Bánki, O., Roskov, Y., Döring, M., Owen, G., & et al. (2023). *Catalogue of Life Checklist (Annual Checklist 2023)*. Catalogue of Life. <https://doi.org/10.48580/dfs>
- Bässler, C., Muller, J., Dziock, F., & Brandl, R. (2010). Effects of resource availability and climate on the diversity of wood-decaying fungi. *Journal of Ecology*, 98, 822–832. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2010.01669.x>
- Benjamin, R. K., Blackwell, M., Chapela, I. H., Humber, R. A., Jones, K. G., Klepzig, K. D., & et al. (2004). Insect and other arthropod associated fungi. En M. S. Foster, G. F. Bill, & G. M. Muller (Eds.), *Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods* (pp. 395–433). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012509551-8/50021-0>
- Braga-Neto, R., Luizão, R. C. C., Magnusson, W. E., Zuquim, G., & De Castilho, C. V. (2008). Leaf litter fungi in a Central Amazonian forest: The influence of rainfall, soil and

- topography on the distribution of fruiting bodies. *Biodiversity and Conservation*, 17(11), 2701–2712. <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9247-6>
- Caiafa, M. V., Gómez-Hernández, M., Williams-Linera, G., & Ramírez-Cruz, V. (2017). Functional diversity of macromycete communities along an environmental gradient in a Mexican seasonally dry tropical forest. *Fungal Ecology*, 28, 66–75. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2017.04.005>
- Cannon, P., & Kirk, P. (2007). *Fungal families of the world* (10a ed.). CABI.
- Challenger, A., & Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres. En J. Soberón, G. Haffer, & J. Lorente-Bousquets (Eds.), *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. (pp. 87–108). CONABIO.
- Chen, Y., Yuan, Z., Bi, S., Wang, X., Ye, Y., & Svenning, J. C. (2018). Macrofungal species distributions depend on habitat partitioning of topography, light, and vegetation in a temperate mountain forest. *Scientific Reports*, 8(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-31795-7>
- Cifuentes, J., & Guzmán, G. (1981). Descripción y distribución de hongos tropicales (Agaricales) no conocidos previamente en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 16, 35–61. <https://doi.org/https://doi.org/10.33885/sf.1981.2.537>
- Cooke, R. C., & Whipps, J. (1980). The evolution of modes of nutrition in fungi parasitic on terrestrial plants. *Biological Reviews*, 55, 341–362. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1980.tb00697.x>
- Del Valle, M., & Robledo, G. L. (2019). Hongos patógenos de insectos *Cordyceps pseudomilitaris*, *Cordyceps takaomontana*. Serie 41. En G. J. Scrocchi & C. Szumik (Eds.), *Universo Tucumano* (p. 11). Fundación Miguel Lillo-CONICET.
- Díaz-Moreno, R., Marmolejo, J. G., & Valenzuela, R. (2005). Flora micológica de bosques de pino y pino-encino en Durango, México. *Ciencia UANL*, VIII(3), 362–369.
- Garibay-Orijel, R., Morales-Marañón, E., Domínguez-Gutiérrez, M., & Flores-García, A. (2013). Caracterización morfológica y genética de las ectomicorrizas formadas entre *Pinus montezumae* y los hongos presentes en los bancos de esporas en la Faja Volcánica Transmexicana. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84(1), 153–169. <https://doi.org/10.7550/rmb.29839>
- Gilbert, G. S., Gorospe, J., & Ryvarde, L. (2008). Host and habitat preferences of polypore fungi in Micronesian tropical flooded forests. *Mycological Research*, 112(6), 674–680. <https://doi.org/10.1016/j.mycres.2007.11.009>
- Gómez-Hernández, M., Williams-Linera, G., Guevara, R., & Lodge, D. J. (2012). Patterns of macromycete community assemblage along an elevation gradient: Options for fungal gradient and metacommunity analyse. *Biodiversity and Conservation*, 21(9), 2247–2268. <https://doi.org/10.1007/s10531-011-0180-3>
- Gómez-Hernández, M., Williams-linera, G., Lodge, D. J., Guevara, R., Ruiz-Sanchez, E., & Gandara, E. (2016). Phylogenetic diversity of macromycetes and woody plants along an elevationa gradient in Eastern Mexico. *Biotropica*, 48(5), 577–585. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/btp.12332>
- Guariguata, M. R., & Kattan, G. H. (2002). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Libro Universitario Regional.
- Guzmán, G. (1998). Inventorying the fungi of Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 7, 369–84. <https://doi.org/10.1023/A:1008833829473>
- Guzmán, G., & Piepenbring, M. (2011). *Los hongos de Panamá: introducción a la identificación de los macroscópico*. Instituto de Ecología, A. C.
- Hawksworth, D. L., & Lücking, R. (2017). Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species. *The Fungal Kingdom*, 79–95. <https://doi.org/10.1128/9781555819583.ch4>
- Hu, J. J., Zhao, G. P., Tuo, Y. L., Qi, Z. X., Yue, L., Zhang, B., & Li, Y. (2022). Ecological factors influencing the occurrence of macrofungi from eastern mountainous areas to the central plains of Jilin province, China. *Journal of Fungi*, 8, 871. <https://doi.org/10.3390/jof8080871>
- INEGI. (2004). *Síntesis de información geográfica del estado de Oaxaca*.
- INEGI. (2007). *Guía para la interpretación de cartografía edafológica*.

- INEGI. (2013a). *Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0. Resolución 15 m.* <https://inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>
- INEGI. (2013b). *Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie V (continuo nacional). Catálogo de metadatos geográficos.*
- Lodge, D. J. (2001). Diversidad mundial y regional de hongos. En H. M. Hernández, A. N. García Aldrete, F. Álvarez, & M. Ulloa (Eds.), *Enfoques contemporáneos para el estudio de la Biodiversidad.* (pp. 291–304). Instituto de Biología, UNAM. <https://www.researchgate.net/publication/265003567>
- Lodge, D. J., & Cantrell, S. (1995). Fungal communities in wet tropical forests: variation in time and space. *Canadian Journal of Botany*, 73(Suppl. 1). <https://doi.org/10.1139/b95-402>
- López-Gómez, V. Í., Zedillo-Velleyra, P., Anaya-Hong, S. Y., González-Lozada, E., & Cano-Santana, Z. (2012). Efecto de la orientación de la ladera sobre la estructura poblacional y ecomorfología de *Neobuxbaumia tetetzo* (Cactaceae). *Botanical Sciences*, 90(4), 453–457. <https://doi.org/10.17129/botsci.473>
- Martínez, D. (2021). *Biodiversidad y distribución de macromicetos a través de un gradiente altitudinal en el volcán de San Vicente El Salvador* [Tesis de Licenciatura, Universidad del El Salvador]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35236.40328>
- Mazzola, M., Kin, A., Morici, E., Babinec, F., & Tamborini, G. (2008). Efecto del gradiente altitudinal sobre la vegetación de las Sierras de Lihue Calel (La Pampa, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.*, 43(1–2), 103–1119.
- Montoya, S., Gallego, J. H., Sucerquia, Á., Peláez, B., Betancourt, O., & Arias, D. (2010). Macromicetos observados en bosques del departamento de Caldas: Su influencia en el equilibrio y la conservación de la biodiversidad. *Boletín Científico del Museo de Historia Natural*, 14(2), 57–73.
- Niego, A. G. T., Rapior, S., Thongklang, N., Raspé, O., Hyde, K. D., & Mortimer, P. (2023). Reviewing the contributions of macrofungi to forest ecosystem processes and services. En *Fungal Biology Reviews* (Vol. 44). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2022.11.002>
- O'Brien, H. E., Parrent, J. L., Jackson, J. A., Moncalvo, J. M., & Vilgalys, R. (2005). Fungal community analysis by large-scale sequencing of environmental samples. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(9), 5544–5550. <https://doi.org/10.1128/AEM.71.9.5544-5550.2005>
- Pennington, T. D., & Sarukhán, J. (2005). *Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies* (3a.). Fondo de Cultura Económica-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pérez-Moreno, J., & Read, D. J. (2004). Los hongos ectomicorrízicos, lazos vivientes que conectan a los árboles en la naturaleza. *Interciencia*, 29(5), 239–247.
- Pinna, S., Gévry, M. F., Côté, M., & Sirois, L. (2010). Factors influencing fructification phenology of edible mushrooms in a boreal mixed forest of Eastern Canada. En *Forest Ecology and Management* (Vol. 260, Número 3, pp. 294–301). <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.04.024>
- Purvis, A., & Hector, A. (2000). Getting the measure of biodiversity. *Nature*, 405(6783), 212–219. <https://doi.org/10.1038/35012221>
- Raymundo T., Valenzuela R., León-Avenida H. et al. (2022). Hongos. En: *La biodiversidad en Oaxaca. Estudio de Estado. Vol. II* (pp. 45-61), CONABIO.
- Readhead, S. A. (1989). A biogeographical overview of the Canadian mushroom flora. *Canadian Journal of Botany*, 67, 3003–3062. <https://doi.org/https://doi.org/10.1139/b89-384>
- Reyna, T., Lábaque, M., & Reyna, S. M. (2010). Determinación de escorrentía superficial considerando la infiltración en periodos largos. *Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*, 10(1), 5–22.
- Rinaldi, A. C., Comandini, O., & Kuyper, T. W. (2008). Ectomycorrhizal fungal diversity: separating the wheat from the chaff. *Fungal diversity*, 33, 1–45.

**Recibido:**  
4/septiembre/2023

**Aceptado:**  
15/enero/2024

- Rodríguez-Gutiérrez, I., Garibay-Orijel, R., Santiago-Morales, B., & Lindig-Cisneros, R. (2020). Comparación entre las abundancias de esporomas y ectomicorrizas del género *Laccaria* en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 91(1), 913340. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.3340>
- Serrada, R. (2011). Apuntes de Selvicultura. En *Universidad Politécnica de Madrid*. Fundación Conde del Valle de Salazar.
- Shaxson, F., & Barber, R. (2005). *Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal El significado de la porosidad del suelo*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Smith, M. E., Henkel, T. W., Catherine Aime, M., Fremier, A. K., & Vilgalys, R. (2011). Ectomycorrhizal fungal diversity and community structure on three co-occurring leguminous canopy tree species in a Neotropical rainforest. *New Phytologist*, 192(3), 699–712. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2011.03844.x>
- Stokland, J. N., Siitonen, J., & Jonsson, B. G. (2012). *Biodiversity in dead wood*. Cambridge University Press.
- Sunum, R., Quezada, M., & Bustamante, D. (2015). Fructificación de *Marasmius* Fr. en respuesta a factores climáticos en remanentes de selva de la Ecorregión Lachuá, Alta Verapaz. *Revista Científica*, 25(2), 59–75. <https://doi.org/10.54495/rev.cientifica.v25i2.91>
- Tedersoo, L., Bahram, M., Pöhlme, S., Kõjag, U., Yorou, N. S., Wijesundera, R., Villarreal, L., Vasco-Palacios, A. M., Thu, P., Suija, A., Smith, M., Sharp, C., Erki, S., Saitta, A., Rosas, M., & et al. (2014). Ecology. Disentangling global soil fungal diversity. *Science (New York, N.Y.)*, 346(6213), 1078. <https://doi.org/10.1126/science.aaa1185>
- Valenzuela, R., Raymundo, T., & Palacios, M. (2004). Macromicetos que crecen sobre *Abies religiosa* en el Eje Neovolcánico Transversal. *Polibotánica*, 18, (33–51).
- Vásquez Díaz, R. A., & Esquivel Vásquez, R. E. (2021). Biodiversidad y distribución altitudinal de macromycetes en el Cerro La Palma, Chalatenango, El Salvador. *Revista Comunicaciones Científicas Y Tecnológicas*, 5(1), 60–80.
- Vázquez-Mendoza, S. (2008). *Ecología de comunidades de macromicetos a lo largo de un gradiente altitudinal en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca*. [Maestría en Ciencias]. Instituto Politécnico Nacional.
- Vázquez-Mendoza, S. (2012). *Patrones ecológicos de macromicetos lignícolas respecto a la altitud en el sur de México* [Doctor en Ciencias]. Instituto Politécnico Nacional.
- Villarruel-Ordaz, J. L., & Cifuentes, J. (2007). Macromicetos de la Cuenca del Río Magdalena y zonas adyacentes, Delegación la Magdalena Contreras, México, D.F. *Revista Mexicana de Micología*, 25, 59–68.
- Villarruel-Ordaz, J. L., Garibay-Orijel, R., Maldonado-Bonilla, L. D., Alvarez-Manjarrez, J., Sánchez-Espinosa, A. C., Machorro-Sámamo, S., Valera-Venegas, G., & Marín-González, P. G. (2021). Tropical dry forest macromycetes in the coastal region of Oaxaca, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92. <https://doi.org/10.22201/IB.20078706E.2021.92.3733>
- Viña, N. A. (2014). *Evaluación de la riqueza de especies de macrohongos en la estrategia de restauración del corredor Barbas-Bremen, Filandia-Quindío* [Grado]. Universidad ICESI.

**Anexo 1.** Listado taxonómico de las especies registradas en la UMA-JBPE.

La validez de los nombres científicos está basada en el Catálogo de la vida (Bánky *et al.*, 2023).

EXPO: Exposición; C: Cenital; O: Oeste; N: Norte; NE: Noreste; NO: Noroeste; E: Este; SE: Sureste; SO: Suroeste; S: Sur

ALT: Altitud (m s.n.m.); PEND: Pendiente; F: Fuerte; M: Mediana; S: Suave; P: Plana.

SUS: Sustrato; T: Terrícola; H: Humícola; L: Lignícola; L ins: Larvas de insectos. FVIDA: Forma de vida; Sap: Saprobio; Par: Parásito; Mic: Micorrícico.

**Appendix 1.** Taxonomic list of species recorded in UMA-JBPE.

The validity of scientific names is based on the Catalogue of Life (Bánky *et al.*, 2023).

EXPO: Exposure; C: Zenith; W: West; N: North; NE: Northeast; NW: Northwest; E: East; SE: Southeast; SW: Southwest; S: South.

ALT: Altitude (m above sea level); PEND: Slope; S: Steep; M: Moderate; G: Gentle; P: Flat.

SUS: Substrate; T: Terrestrial; H: Humicolous; L: Lignicolous; L ins: Insect larvae. FVIDA: Life form; Sap: Saprophyte; Par: Parasite; Mic: Mycorrhizal.

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	EXPO.	ALT.	PEND.	SUS.	FVIDA		
Ascomycota	Leotiomycetes	Rhytismatales	Pezizellaceae	Calycina	<i>Calycina citrina</i> (Hedw.) Gray	NE	100-110	F	T	Sap		
	Sordariomycetes	Hypocreales	Cordycipitaceae	Cordyceps	<i>Cordyceps</i> sp. 01	O	130-140	S	L ins	Par		
			Ophiocordycipitaceae	Ophiocordyceps	<i>Ophiocordyceps sobolifera</i> (Hill ex Watson) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora	N	140-145	P	L ins	Par		
		Xylariales	Hypoxyloaceae	Annulohypoxyton		<i>Annulohypoxyton truncatum</i> (Starbäck) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh	N, C	120-140	M; S	L	Sap	
				Daldinia		<i>Daldinia eschscholtzii</i> (Ehrenb.) Rehm	N; SE	130-145	P; S	L	Sap	
				Hypoxyton		<i>Hypoxyton haematostroma</i> Mont.	N	130-140	S	L	Sap	
					<i>Hypoxyton rubiginosum</i> (Pers.) Fr.	N	140-145	P	L	Sap		
			Xylariaceae	Xylaria			<i>Xylaria filiformis</i> (Alb. & Schwein.) Fr.	N	120-130	M	L	Sap
							<i>Xylaria polymorpha</i> (Pers.) Grev.	N	130-140	S	L	Sap
						<i>Xylaria</i> sp. 01	N; S	130-145	P; S	L	Sap	
						<i>Xylaria</i> sp. 02	S	130-140	S	L	Sap	
					<i>Xylaria</i> sp. 03	NE	120-130	M	L	Sap		
			<i>Xylaria</i> sp. 04	S	130-140	S	L	Sap				
			<i>Xylaria</i> sp. 05	N	110-120	F	L	Sap				

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	EXPO.	ALT.	PEND.	SUS.	FVIDA
Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Agaricaceae	<i>Agaricus</i>	<i>Agaricus caribaeus</i> Pegler	N; NE; S	110-140	F; M; S	T	Sap
					<i>Agaricus aff. porphyropos</i>	N	110-120	M	T	Sap
					<i>Agaricus</i> sp. 01	NE	110-120	M	T	Sap
					<i>Agaricus</i> sp. 02	NO	130-140	M	H	Sap
					<i>Agaricus</i> sp. 03	N	110-120	F	T	Sap
					<i>Agaricus</i> sp. 04	NO	130-140	S	T	Sap
				<i>Chlorophyllum</i>	<i>Chlorophyllum</i> sp. 01	C; NE	100-130	M	T	Sap
				<i>Cystolepiota</i>	<i>Cystolepiota</i> sp. 01	NE	130-140	S	T	Sap
				<i>Lepiota</i>	<i>Lepiota</i> sp. 01	N	110-120	M	H	Sap
					<i>Lepiota</i> sp. 02	N	120-130	M	T	Sap
					<i>Lepiota</i> sp. 03	NE	100-110	F	T	Sap
					<i>Lepiota</i> sp. 04	N; S	100-140	F; S	T	Sap
					<i>Lepiota</i> sp. 05	N	120-130	M	T	Sap
					<i>Lepiota</i> sp. 06	NO	130-140	M	H	Sap
					<i>Lepiota</i> sp. 07	S	130-140	S	T	Sap
					<i>Lepiota</i> sp. 08	N	110-120	F	T	Sap
					<i>Lepiota</i> sp. 09	N	110-120	F	H	Sap
					<i>Lepiota</i> sp. 10	O; NE; SO	130-140	F; S; P	T	Sap
					<i>Lepiota</i> sp. 11	NE	100-110	M	H	Sap
<i>Lepiota</i> sp. 12	NO	130-140	S		T	Sap				
<i>Lepiota</i> sp. 13	C; E	130-140	S		T	Sap				

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	EXPO.	ALT.	PEND.	SUS.	FVIDA
Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Agaricaceae	<i>Lepiota</i>	<i>Lepiota</i> sp. 14	N	120-130	M	L	Sap
					<i>Lepiota</i> sp. 15	O	130-140	S	T	Sap
				<i>Leucoagaricus</i>	<i>Leucoagaricus lilaceus</i> Singer	C	130-140	S	T	Sap
					<i>Leucoagaricus</i> sp. 01	NE	100-110	M	H	Sap
					<i>Leucoagaricus</i> sp. 02	C	130-140	S	T	Sap
					<i>Leucoagaricus</i> sp. 03	O; N	120-140	M; S	H	Sap
					<i>Leucoagaricus</i> sp. 04	SO	130-140	P	H	Sap
					<i>Leucocoprinus</i>	<i>Leucocoprinus birnbaumii</i> (Corda) Singer	N	110-120	F	L
				<i>Leucocoprinus fragilissimus</i> (Ravenel ex Berk. & M.A. Curtis) Pat.		NE	100-110	M	T	Sap
				<i>Leucocoprinus scissus</i> Justo, Bizzi & Angelini		E	130-140	S	H	Sap
				<i>Leucocoprinus</i> sp. 01		NE; NO	120-140	M; S	H	Sap
				<i>Leucocoprinus</i> sp. 02		N	140-145	P	T	Sap
				Macrolepiota	<i>Macrolepiota excoriata</i> (Schaeff.) Wasser	NE	130-140	F	T	Sap
				Crepidotaceae	Crepidotus	<i>Crepidotus</i> sp. 01	N; NE	100-145	M; P	L
			<i>Crepidotus</i> sp. 02			NE	130-140	F	L	Sap
			Entolomataceae	Leptonia	<i>Leptonia</i> sp. 01	N	130-140	M	T	Sap
					<i>Leptonia</i> sp. 02	N	130-140	M	T	Sap
					<i>Leptonia</i> sp. 03	NO	130-140	S	T	Sap
					<i>Leptonia</i> sp. 04	NO	130-140	S	L	Sap
			Hygrophoraceae	Hygrocybe	<i>Hygrocybe cantharellus</i> (Schwein.) Murrill	N	120-130	M	T	Sap
DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	EXPO.	ALT.	PEND.	SUS.	FVIDA

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	EXPO.	ALT.	PEND.	SUS.	FVIDA
Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Hygrophoraceae	<i>Hygrocybe</i>	<i>Hygrocybe</i> sp. 01	C; O	130-140	S	T	Sap
					<i>Hygrocybe</i> sp. 02	N	120-130	M	T	Sap
			Hymenogastraceae	<i>Naucoria</i>	<i>Naucoria</i> sp. 01	NE	100-110	F	T	Sap
			Inocybaceae	<i>Inocybe</i>	<i>Inocybe</i> sp. 01	O	130-140	S	T	Mic
			Inserta sedis	<i>Clitocybe</i>	<i>Clitocybe</i> sp. 01	SO	130-140	P	H	Sap
				<i>Cystoderma</i>	<i>Cystoderma</i> sp. 01	S	130-140	S	T	Sap
				<i>Lepista</i>	<i>Lepista</i> sp. 01	C	130-140	P	T	Sap
				<i>Neopaxillus</i>	<i>Neopaxillus dominicanus</i> Angelini & Vizzini	N; O; C; S; SO	120-140	M; S; P	T	Sap
				<i>Tricholosporum</i>	<i>Tricholosporum</i> sp. 01	N	120-130	M	H	Sap
					<i>Tricholosporum</i> sp. 02	N; S	100-140	M; S	H	Sap
				<i>Trogia</i>	<i>Trogia cantharelloides</i> (Mont.) Pat.	N; O; SO	120-140	S	L	Sap
			Lyophyllaceae	<i>Calocybe</i>	<i>Calocybe carnea</i> (Bull.) Donk	NO	130-140	S	T	Sap
					<i>Calocybe gambosa</i> (Fr.) Donk	N; E	120-140	M; S	T	Sap
					<i>Calocybe</i> sp. 01	C; NO	130-140	S; P	T	Sap
				<i>Gerhardtia</i>	<i>Gerhardtia</i> sp. 01	NE	100-110	M	H	Sap
				<i>Lyophyllum</i>	<i>Lyophyllum</i> sp. 01	C	130-140	P	T	Sap
				<i>Tephroclybe</i>	<i>Tephroclybe</i> sp. 01	NE	100-110	M	T	Sap
			Lycoperdaceae	<i>Calvatia</i>	<i>Calvatia cyathiformis</i> (Bose) Morgan	NE; NO; O	100-140	M; S	T	Sap
					<i>Calvatia rugosa</i> (Berk. & M.A. Curtis) D.A. Reid	N	120-130	M	T	Sap

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	EXPO.	ALT.	PEND.	SUS.	FVIDA	
Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Lycoperdaceae	<i>Calvatia</i>	<i>Calvatia</i> sp. 01	C	130-140	S	T	Sap	
					<i>Calvatia</i> sp. 02	SO	130-140	S	H	Sap	
				<i>Lycoperdon</i>	<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	N	140-145	P	T	Sap	
			Marasmiaceae	<i>Marasmius</i>	<i>Crinipellis</i>	<i>Crinipellis</i> sp. 01	NE	100-110	M	L	Sap
					<i>Marasmius</i> aff. <i>corrugatiformis</i>	NE	130-140	S	H	Sap	
					<i>Marasmius stramineiceps</i> Wannathes, Desjardin & Lumyong	NE	100-110	M	L	Sap	
					<i>Marasmius congregatus</i> Mont.	NE	130-140	S	H	Sap	
					<i>Marasmius haematocephalus</i> (Mont.) Fr.	N; NE	110-130	M; S	H	Sap	
					<i>Marasmius</i> sp. 01	NE	110-120	M	L	Sap	
					<i>Marasmius</i> sp. 02	NE	120-130	M	H	Sap	
					<i>Marasmius</i> sp. 03	N; S	110-140	F; S	H	Sap	
					<i>Marasmius</i> sp. 04	C	130-140	P	L	Sap	
					<i>Marasmius</i> sp. 05	N	130-140	M	H	Sap	
					<i>Marasmius</i> sp. 06	N	120-130	M	T	Sap	
			Mycenaceae	<i>Hemimycena</i>	<i>Hemimycena</i> sp. 01	NO	130-140	S	T	Sap	
					<i>Mycena</i>	<i>Mycena</i> sp. 01	N	120-130	M	T	Sap
						<i>Mycena</i> sp. 02	NO	130-140	S	T	Sap
			Omphalotaceae	<i>Collybiopsis</i>	<i>Collybiopsis gibbosa</i> (Corner) R.H. Petersen	O	80-90	S	H	Sap	
				<i>Marasmiellus</i>	<i>Marasmiellus</i> sp. 01	N	110-120	F	H	Sap	
				<i>Micromphale</i>	<i>Micromphale</i> sp. 01	NO; NE	100-140	M	H	Sap	

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	EXPO.	ALT.	PEND.	SUS.	FVIDA
Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Pleurotaceae	<i>Hohenbuehelia</i>	<i>Hohenbuehelia portegna</i> (Speg.) Singer	SO	130-140	P	L	Sap
				<i>Pleurotus</i>	<i>Pleurotus djamor</i> (Rumph. ex Fr.) Boedijn	C; SE; NO	130-140	M; S; P	L	Sap
			Pluteaceae	<i>Pluteus</i>	<i>Pluteus</i> sp. 01	N	130-140	M	T	Sap
					<i>Pluteus</i> sp. 02	SO	130-140	P	T	Sap
				<i>Volvariella</i>	<i>Volvariella bombycina</i> (Schaeff.) Singer	NO	130-140	S	L	Sap
					<i>Volvariella</i> sp. 01	NO	120-130	M	H	Sap
					<i>Volvariella</i> sp. 02	E; NO	130-140	S	T	Sap
				<i>Volvopluteus</i>	<i>Volvopluteus gloiocephalus</i> (DC.) Vizzini, Contu & Justo	NE	110-120	M	T	Sap
			Psathyrellaceae	<i>Candolleomyces</i>	<i>Candolleomyces</i> aff. <i>cacao</i>	N; E	110-140	F; S	H	Sap
					<i>Candolleomyces candolleanus</i>	N	110-120	F	H	Sap
				<i>Parasola</i>	<i>Parasola plicatilis</i> (Curtis) Redhead, Vilgalys & Hopple	N	120-130	M	T	Sap
				<i>Psathyrella</i>	<i>Psathyrella</i> sp. 01	NE	110-120	M	T	Sap
					<i>Psathyrella</i> sp. 02	N	120-145	M; P	T	Sap
					<i>Psathyrella</i> sp. 03	N	130-140	M	T	Sap
					<i>Psathyrella</i> sp. 04	SE	130-140	P	H	Sap
					<i>Psathyrella</i> sp. 05	N	130-140	S	T	Sap
			Pterulaceae	<i>Pterula</i>	<i>Pterula</i> sp. 01	N	130-140	M	L	Sap
					<i>Pterula</i> sp. 02	NO	130-140	M	T	Sap
			Strophariaceae	<i>Agrocybe</i>	<i>Agrocybe</i> sp. 01	NO	130-140	S	T	Sap
				<i>Pholiota</i>	<i>Pholiota</i> sp. 01	O	130-140	S	T	Sap
Schizophylaceae	<i>Schizophyllum</i>	<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	N; NE	120-140	F; M; P	L	Sap			

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	EXPO.	ALT.	PEND.	SUS.	FVIDA
Basidiomycota	Agaricomycetes	Auriculariales	Auriculariaceae	<i>Auricularia</i>	<i>Auricularia fuscossuccinea</i> (Mont.) Henn.	NE	130-140	S	L	Sap
					<i>Auricularia mesenterica</i> (Dicks.) Pers.	O	130-140	S	L	Sap
					<i>Auricularia nigricans</i> (Sw.) Birkebak, Looney & Sánchez-García	NE	100-110	M	L	Sap
			Inserta sedis	<i>Protomerulius</i>	<i>Protomerulius</i> sp. 01	NO	130-140	M	H	Sap
		Boletales	Boletaceae	<i>Boletus</i>	<i>Boletus</i> sp. 01	N	130-140	M	T	Mic
			Boletinellaceae	<i>Phlebopus</i>	<i>Phlebopus mexicanus</i> Cifuentes, Cappello, T.J. Baroni & B. Ortiz	NE	100-110	M	T	Mic
					<i>Phlebopus beniensis</i> (Singer & Digilio) Heinem. & Rammeloo	N	110-120	M	T	Mic
			Gyroporaceae	<i>Gyroporus</i>	<i>Gyroporus castaneus</i> (Bull.) Quéf.	N	130-140	M	T	Mic
			Tapinellaceae	<i>Tapinella</i>	<i>Tapinella panuoides</i> (Fr.) E.-J. Gilbert	S	130-140	S	L	Sap
		Cantharellales	Hydnaceae	<i>Clavulina</i>	<i>Clavulina</i> sp. 01	NE	130-140	S	T	Sap
		Corticiales	Corticaceae	Inserta sedis	<i>Corticioide-liso</i> sp. 01	N	140-145	P	L	Sap
					<i>Corticioide-poroide</i> sp. 02	N	120-130	M	L	Sap
		Geastrales	Geastraceae	<i>Geastrum</i>	<i>Geastrum javanicum</i> Lév.	SO	120-130	S	H	Sap
					<i>Geastrum lageniforme</i> Vittad.	C; NO	130-140	F; S	H	Sap
					<i>Geastrum minimum</i> Schwein.	N	140-145	P	T	Sap
					<i>Geastrum saccatum</i> Fr.	NE; NO	110-140	M; S	T	Sap
					<i>Geastrum</i> sp. 01	NO	130-140	M	H	Sap
<i>Geastrum</i> aff. <i>violaceum</i>	N; NE				110-140	S	H	Sap		

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	EXPO.	ALT.	PEND.	SUS.	FVIDA
Basidiomycota	Agaricomycetes	Gloeophyllales	Gloeophyllaceae	<i>Gloeophyllum</i>	<i>Gloeophyllum striatum</i> (Fr.) Murrill	N; NE	100-120	F; M	L	Sap
		Hymenochaetales	Hymenochaetaceae	<i>Hymenochaete</i>	<i>Hymenochaete</i> sp. 01	NE	110-120	M	L	Sap
				<i>Phylloporia</i>	<i>Phylloporia spathulata</i> (Hook.) Ryvarden	N	120-130	M	T	Sap
			Inserta sedis	<i>Trichaptum</i>	<i>Trichaptum</i> sp. 01	NE	100-110	M	L	Sap
		Polyporales	Cerrenaceae	<i>Cerrena</i>	<i>Cerrena hydnoides</i> (Sw.) Zmitr.	NE	100-110	M	L	Sap
			Fomitopsidaceae	<i>Rhodofomitopsis</i>	<i>Rhodofomitopsis feei</i> (Fr.) B.K. Cui, M.L. Han & Y.C. Dai	N	130-140	S	L	Sap
			Ganodermataceae	<i>Cristataspora</i>	<i>Cristataspora</i> sp. 01	N	130-140	S	L	Sap
			Inserta sedis	<i>Fabisporus</i>	<i>Fabisporus sanguineus</i> (L.) Zmitr.	C	120-130	M	L	Sap
			Irpicaceae	<i>Flavodon</i>	<i>Flavodon flavus</i> (Klotzsch) Ryvarden	NE	100-110	M	L	Sap
				<i>Irpex</i>	<i>Irpex</i> sp. 01	NE	100-110	M	L	Sap
			Panaceae	<i>Cymatoderma</i>	<i>Cymatoderma</i> sp. 01	N; NE; NO	100-140	F; M	T	Sap
					<i>Cymatoderma</i> sp. 02	N; SE	130-140	S; P	T	Sap
				<i>Panus</i>	<i>Panus neostrigosus</i> Drechsler-Santos & Wartchow	NE	100-110	M	H	Sap
			Polyporaceae	<i>Corioloopsis</i>	<i>Corioloopsis</i> sp. 01	NE	120-130	M	L	Sap
				<i>Crassisporus</i>	<i>Crassisporus microsporus</i> B.K. Cui & Xing Ji	E; NE	100-140	M; S	L	Sap
				<i>Earliella</i>	<i>Earliella scabrosa</i> (Pers.) Gilb. & Ryvarden	N	120-145	M; P	L	Par
				<i>Favolus</i>	<i>Favolus tenuiculus</i> P. Beauv.	N	130-140	M	L	Sap
				<i>Fomes</i>	<i>Fomes</i> sp. 01	O	130-140	S	L	Par
				<i>Foraminispora</i>	<i>Foraminispora rugosa</i> (Berk.) Costa-Rez., Drechsler-Santos & Robledo	NE; SO	100-130	M; S	T	Sap

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	EXPO.	ALT.	PEND.	SUS.	FVIDA
Basidiomycota	Agaricomycetes	Polyporales	Polyporaceae	<i>Ganoderma</i>	<i>Ganoderma martinicense</i> Welti & Courtec.	N; NE; SE	110-140	F; M; P	L	Sap
				<i>Inserta sedis</i>	<i>Poliporoide</i> sp. 01	N	120-130	M	T	Sap
					<i>Poliporoide</i> sp. 02	SE	130-140	P	L	Sap
				<i>Lentinus</i>	<i>Lentinus berteroi</i> (Fr.) Fr.	N	120-140	M	L	Sap
					<i>Lentinus crinitus</i> (L.) Fr.	NE	110-120	M	L	Sap
					<i>Lentinus tricholoma</i> (Mont.) Zmitr.	N; NE; C; NO	120-140	F; M; S	L	Sap
					<i>Lentinus velutinus</i> Fr.	N; NE; SO; O	120-140	F; M; S	T	Sap
				<i>Polyporus</i>	<i>Polyporus</i> sp. 01	S	130-140	S	L	Sap
				<i>Trametes</i>	<i>Trametes</i> aff. <i>variegata</i>	NE; NO	120-140	M	L	Sap
					<i>Trametes villosa</i> (Sw.) Kreisel	N; NE	120-145	M; P	L	Sap
		Russulales	Russulaceae	<i>Russula</i>	<i>Russula</i> sp. 01	NE	130-140	S	T	Mic
		Sebacinales	Sebacinaceae	<i>Sebacina</i>	<i>Sebacina schweinitzii</i> (Peck) Oberw.	N; NE	120-130	M	H	Sap
		Thelephorales	Thelephoraceae	<i>Thelephora</i>	<i>Thelephora versatilis</i> Ram.-Lóp. & Villegas	N; NO	100-130	F; M	T	Mic
		Trechisporales	Hydnodontaceae	<i>Trechispora</i>	<i>Trechispora pallescens</i> (Bres.) K.H. Larss.	N; NE; NO; SO	100-140	F; M; P; S	H	Sap
		Dacrymycetes	Dacrymycetales	Dacrymycetaceae	<i>Dacrymyces</i>	<i>Dacrymyces spathularia</i> (Schwein.) Alvarenga	N	120-130	M	T
Tremellomycetes	Tremelales	Tremellaceae	<i>Tremella</i>	<i>Tremella wrightii</i> Berk. & M.A. Curtis	N	110-130	F; M	T	Sap	