



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Hongos tropicales: diversidad taxonómica de macromicetos en un
cerro de Santa María Jacatepec, Oaxaca

Tesis que para obtener el título de:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA:
Orlando Espejo Rodríguez

DIRECTORA: Dra. Etelvina Gándara Zamorano



Abril, 2025

“Tú ves las hojas que mueren, yo que los hongos germinan...”

- Juancho Marqués

“Cuando respiro aspiro el suspiro de todos los seres que existen y han existido. Todo es semilla de todas las cosas, en el puerto de mi cuerpo yerto atracarán larvas y despegarán mariposas. No hay nacimiento ni muerte, principio ni fin. Solo materia inconsistente en perpetuo fluir.”

- Rafael Lechowski

“El primer sorbo de la copa de la ciencia te vuelve ateo, pero en el fondo del vaso Dios te está esperando.”

- Werner Heisenberg

“Hay un mundo más allá del nuestro, un mundo que está lejos, pero también cercano e invisible. Ahí es donde vive Dios, donde vive el muerto y los santos. Un mundo donde todo ha pasado ya, y se sabe todo. Ese mundo habla, tiene un idioma propio. Yo informo lo que dice. El hongo sagrado me toma de la mano y me lleva al mundo donde se sabe todo.”

- María Sabina

Reconocimientos y agradecimientos académicos

Primera y respetuosamente a la Dra. Etelvina Gándara, por aceptarme en su laboratorio y acogerme aun cuando apenas me conocía. Estaré siempre agradecido por la confianza que me otorgó y la paciencia que me tuvo a lo largo del camino. Es un honor que forme parte de mi historia académica.

A mis amigos del Laboratorio de Diversidad y Evolución Fúngica y Vegetal (LADEFUVE): Pau, Ángel, Ara, Denisse, Montse, Eder, Mariana, por motivarme al ver sus talentos y logros, por aprender juntos y hacer las horas en el laboratorio más amenas. Les deseo todos los éxitos en sus caminos.

A mis compañeras Mariana Angelica Aguayo Galicia y Lizbeth Ponce Pérez por el diseño de los anexos y las infografías.

Al Dr. Daniel Sihuanca y al Dr. Ricardo Pérez por sus puntuales observaciones y la amabilidad con que aceptaron la revisión de este proyecto. Mi total agradecimiento y admiración por su trabajo.

A mis profesores y profesoras de la facultad de Ciencias Biológicas por enseñarme e inspirarme a siempre aprender más acerca de este loco y fascinante universo. Gracias por formar parte de mi camino, son una inspiración.

Agradecimientos personales

A mis padres, por darme casi todo lo que tienen: el 100% de su amor, y respectivamente el 50% de sus genes, gracias por mostrarme siempre su apoyo en todos mis sueños y proyectos. Los amo infinitamente.

A los hermanos y hermanas que fui haciendo en el camino: Axel, Mich, Limón, Dana, Aspe, JP, Moi, Migue, Aldo, David, Itzel, Edgar *el rasta*, Arce, Vane, Vy, Sofi, Sheyla, Ana Lau, Taba, Javi, Angello, Jesús, Mauricio, Alejandro, Dulce, Fanny, Steven, Alan, Vladimir, los *Ludichis*, y a todos con quien haya compartido una chela y una buena plática en el *Pata chueca*, o un hermoso atardecer en algún cerrito. De corazón deseo que la vida nos permita seguir trabajando y aprendiendo juntos, los admiro y quiero aún más.

A los amigos, amigas y todas las personas que estuvieron durante la materialización de este proyecto. Gracias por aguantar el calor, las caídas y el lodo las veces que me acompañaron a buscar hongos. Sepan que ustedes también forman parte de esto. Que la magia del micelio siga iluminando sus caminos.

A la familia García Barbabosa quienes muy amablemente me prestaron su cámara con las que saqué tan bellas fotografías de los hongos. Gracias por su apoyo y amistad, mi familia y yo les estimamos mucho.

Al municipio, la comunidad y los vecinos del bello pueblito Santa María Jacatepec, quienes amablemente me permitieron trabajar en la zona.

...

A este flaco cuerpo de *Homo sapiens*, y a esta mente ecléctica e inquieta. Gracias por hacer todo esto realidad.

Dedicatoria

A mis padres Orlando Espejo Ruíz, Marisol Rodríguez Prieto, y a mi familia: mi tía Rosy, mi abuela María, y mi tío Rogelio. Porque siempre han estado allí conmigo a pesar de la distancia, apoyándome, consintiéndome y animándome a comerme el mundo. Eternamente agradecido por su amor y apoyo.

A mis hermanos Fer y Leo, y a mi primo Emiliano. Porque sé que tienen todo para lograr más y seguirnos sorprendiendo con sus habilidades. Que este modesto proyecto les sirva de ejemplo de lo que somos capaces de hacer. Los amo y admiro.

A mi abuelita Alicia y mi abuelito Luis, por quienes estoy aquí... literalmente en este mundo. Gracias por su amor y sus enseñanzas, siempre seré parte de ustedes, así como ustedes de mí.

El presente estudio forma parte del proyecto “**Sistemática y Diversidad de Macrohongos Neotropicales**”, a cargo de la Dra. Etelvina Gándara Zamorano, del Laboratorio de Diversidad y Evolución Fúngica y Vegetal (LADEFUVE), de la Facultad de Ciencias Biológicas (FCB) de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

El trabajo de investigación de esta tesis fue realizado por el C. Orlando Espejo Rodríguez, como estudiante de la Licenciatura en Biología de la FCB-BUAP, bajo la supervisión de la Dra. Etelvina Gándara Zamorano. Los datos generados, los análisis y los resultados aquí reportados no han sido utilizados para obtener otros grados ni se utilizarán para ello posteriormente. Hasta el momento, los resultados no han sido publicados, sin embargo, se someterán para su publicación en una revista científica, por el sustentante de esta tesis, la Dra. Gándara y colaboradores de LADUEFUVE, si es el caso.

Índice

Índice de figuras	9
Resumen	12
1. Introducción	13
1.1. Los bosques tropicales y los macromicetos que albergan	13
1.2. Conocimiento taxonómico de los macromicetos en México	15
1.3. Conocimiento y estimaciones de la diversidad taxonómica de macromicetos en Oaxaca	16
2. Antecedentes	17
2.1. El estudio de los hongos macromicetos en Oaxaca	17
2.2. Estudios de macromicetos en la Región de la Cuenca del Papaloapan	19
2.3. Especies de macromicetos del municipio Santa María Jacatepec	22
3. Justificación	22
4. Pregunta de investigación	24
5. Objetivos	24
5.1. Objetivo general:	24
5.2. Objetivos particulares:	24
6. Materiales y Métodos	25
6.1. Descripción del área de estudio	25
6.2. Muestreo y recolecta del material estudiado	26
6.3. Descripción y determinación taxonómica de los especímenes	28
6.3.1. Descripción de caracteres macromorfológicos	28
6.3.2. Descripción de caracteres micromorfológicos	29
6.3.3. Determinación taxonómica	29
6.3.4. Matriz de datos de los especímenes recolectados	29
6.4. Esfuerzo de muestreo e importancia de estudios taxonómicos de macromicetos	30
6.5. Búsqueda bibliográfica y matriz de datos de especímenes históricos	30
6.6. Colección de macromicetos del Neotrópico, BUAP	32
6.7. Difusión y divulgación científica	32
7. Resultados y discusión	32
7.1. Análisis taxonómico	32
7.2. Diversidad taxonómica de Basidiomycota	34
7.2.1. Agaricales	35
7.2.2. Polyporales	39
7.2.3. Otros órdenes	41
7.3. Diversidad taxonómica de Ascomycota	44
7.3.1. Xylariales	45
7.3.2. Pezizales	46
7.3.3. Hypocreales	47
7.4. Clasificación según el tipo de sustrato	47
7.5. Clasificación según la función en el ecosistema (grupos funcionales)	50
7.6. Nuevos registros de macromicetos para la Región Papaloapan y Oaxaca	52
7.7. Esfuerzo de muestreo y estimadores de riqueza	73

7.8. Importancia de los estudios taxonómicos de hongos tropicales	75
7.9. Los retos de la investigación taxonómica.....	77
7.10. Dinámica bibliográfica y registros de macromicetos del Papaloapan.....	78
7.11. Difusión y divulgación científica	115
8. Conclusiones.....	119
9. Literatura citada.....	120
10. Anexos	138

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica del Cerro Cinco de Oro, municipio Santa María Jacatepec, Región Cuenca del Papaloapan, Oaxaca.	25
Figura 2. Cerro Cinco de Oro	26
Figura 3. Porcentaje de morfoespecies de macromicetos por cada División taxonómica.	34
Figura 4. Porcentaje de cada Orden en la división Basidiomycota	36
Figura 5. Familias de Agaricales y número de taxones registrados.....	37
Figura 6. Familias del orden Polyporales	40
Figura 7. Porcentaje de los órdenes de Ascomycota	45
Figura 8. Tipos de hongos según el sustrato	48
Figura 9. Clasificación de los macromicetos del cerro Cinco de Oro según sus grupos funcionales.....	52
Figura 10. <i>Daldinia grandis</i>	54
Figura 11. <i>Phylacia globosa</i>	56
Figura 12. <i>Amauroderma floriformum</i>	57
Figura 13. <i>Auricularia angiospermarum</i>	58
Figura 14. <i>Cerioporus varius</i>	59
Figura 15. <i>Clavulinopsis aurantiocinnabarina</i>	60
Figura 16. <i>Cotylidia diaphana</i>	61
Figura 17. <i>Crepidotus occidentalis</i>	62
Figura 18. <i>Crepidotus pseudoantillarum</i>	64
Figura 19. <i>Cystolepiota seminuda</i>	65
Figura 20. <i>Gloeocantharellus pleurobrunnescens</i>	66
Figura 21. <i>Gymnopilus purpureosquamulosus</i>	68
Figura 22. <i>Hygrocybe hypohaemacta</i>	69
Figura 23. <i>Lentaria surculus</i>	70
Figura 24. <i>Marasmius maximus</i>	71
Figura 25. <i>Marasmius segregatus</i>	72
Figura 26. Curva de acumulación de especies.....	74
Figura 27. Número de publicaciones por año de macromicetos registrados de la Cuenca del Papaloapan, Oaxaca a través del tiempo (1961-2022).....	80
Figura 28. Número de autores por publicación de macromicetos del Papaloapan a través del tiempo (1961-2022) en las diferentes revistas científicas.	81
Figura 29. Número de publicaciones de macromicetos del Papaloapan a través del tiempo (1961-2022) en las diferentes revistas científicas seleccionadas por los autores.	82
Figura 30. Número de publicaciones de macromicetos del Papaloapan por tema principal.	84
Figura 31. Número de publicaciones de macromicetos del Papaloapan por tema a través del tiempo (1961-2022).	85
Figura 32. Número de publicaciones por grupo taxonómico estudiado de macromicetos del Papaloapan.	86
Figura 33. Puntos de colecta y localidades registradas de macromicetos citados de la Región de la Cuenca del Papaloapan Oaxaca.....	114
Figura 34. Infografía de <i>Cookeina tricholoma</i>	115
Figura 35. Infografía de <i>Gloeocantharellus pleurobrunnescens</i>	116

Figura 36. Infografía de <i>Gymnopilus purpureosquamulosus</i>	116
Figura 37. Infografía de <i>Geastrum schweinitzii</i>	117
Figura 38. Infografía de <i>Hygrocybe occidentalis</i>	117
Figura 39. Infografía de <i>Lycogalopsis solmsii</i>	118
Figura 40. Infografía de <i>Phillipsia domingensis</i>	118

Índice de cuadros

Cuadro 1. Literatura en la que se citan especies de macromicetos de la Cuenca del Papaloapan, Oaxaca-.....	78
Cuadro 2. Macromicetos citados de la región de la Cuenca del Papaloapan, Oaxaca, en las 27 publicaciones analizadas.....	87
Cuadro 3. Localidades registradas de las especies citadas de la Región de la Cuenca del Papaloapan, Oaxaca.....	107

Resumen

Los ecosistemas tropicales son un gran reservorio de biodiversidad, sobre todo de especies fúngicas; sin embargo, el estudio de los hongos macromicetos tropicales de México es relativamente escaso. Si bien se han realizado algunas investigaciones que registran macromicetos presentes en la Región Cuenca del Papaloapan, Oaxaca, no todas se concentran específicamente en la diversidad micológica de la región. Es por ello, que el objetivo de este proyecto fue conocer la diversidad taxonómica, es decir el número de especies de los macromicetos presentes en “Cinco de Oro”, un pequeño cerro dentro del municipio Santa María Jacatepec, en la región de la Cuenca del Papaloapan; con un tipo de vegetación clasificado como bosque tropical perennifolio. Para ello se realizaron exploraciones micológicas libres, durante la temporada de lluvias del año 2022 y parte del 2023. De cada espécimen se describieron caracteres macromorfológicos y se realizaron cortes y observaciones bajo microscopio óptico para describir los caracteres anatómicos y micromorfológicos; para después determinar los ejemplares con ayuda de claves taxonómicas y literatura especializada. Se registraron 117 taxones de macromicetos (11 en Ascomycota y 106 en Basidiomycota), resultando en 116 morfoespecies de las cuales 58 (50%) fueron determinadas hasta especie. Los grupos más destacados de Basidiomycota son las familias Marasmiaceae (Agaricales) y Polyporaceae (Polyporales); mientras que de Ascomycota son las familias Xylariaceae (Xylariales) y Sarcoscyphaceae (Pezizales). En este trabajo, en el cerro Cinco de Oro, se encontró que el 88% de los hongos son saprobios descomponedores, 11% representan especies ectomicorrícicas y el 1% corresponde a una especie parásita. Casi el 95% de los hongos que aún faltan por descubrir y describir en el mundo están confinados principalmente a los trópicos, por lo que es urgente que se lleven a cabo más estudios taxonómicos en los bosques tropicales.

1. Introducción

1.1. Los bosques tropicales y los macromicetos que albergan

Debido a la exuberante vegetación, los bosques tropicales (BT) son uno de los ecosistemas más biodiversos del planeta, albergando más de la mitad de las especies conocidas, lo que los convierte en una de las comunidades terrestres de mayor complejidad ecológica y riqueza de organismos (Koleff et al., 2012). Estos bosques se distribuyen en regiones cercanas al Ecuador, entre los Trópicos de Cáncer y de Capricornio. Algunos de los BT más extensos del planeta se distribuyen en el Neotrópico, en países como Bolivia, Brasil, Colombia, Perú, Venezuela, y por supuesto en México (Hartshorn, 2002).

De acuerdo con Rzedowski (2006), los BT mexicanos se clasifican en bosque tropical caducifolio (BTC), bosque tropical subcaducifolio (BTS), y bosque tropical perennifolio (BTP). Estos ecosistemas se caracterizan por su constante clima cálido poco variable de una estación a otra y una marcada época de lluvias, además de poseer una enorme riqueza tanto de fauna como de flora (Hartshorn, 2002). Los BTP se extienden por el sureste del país, generalmente por debajo de los 1,200 metros sobre el nivel del mar, desde el sur de San Luis Potosí, a lo largo de Veracruz y zonas aledañas de Hidalgo y Puebla; hasta Tabasco y la Península de Yucatán; incluso algunos autores mencionan bosques análogos en pequeñas porciones de Jalisco. También abarcan una fracción de la vertiente pacífica en la Sierra Madre de Chiapas y otras áreas de menor tamaño en la Sierra Madre del Sur en Guerrero y Oaxaca (Rzedowski 2006).

La biodiversidad de los BTP no se limita solo a flora y fauna, pues también los habitan otros grupos de seres vivos, entre ellos uno que en ocasiones pasados por alto a pesar de las formas y colores tan singulares y llamativas que exhiben: los hongos (sin dejar de lado otros organismos microscópicos como bacterias y protozoarios). Dentro del reino Fungi, residen estos organismos cuyo rol es esencial en la naturaleza al estar íntimamente ligados a los servicios ecosistémicos, no solo por contribuir en la degradación de la materia orgánica, sino que son clave en el desarrollo y comunicación de las plantas a través de las micorrizas, además de ser

un importante recurso forestal no maderable pues muchas especies son aprovechadas como alimento o medicina (Heredia-Abarca, 2020).

El conocer la riqueza y diversidad taxonómica de las especies fúngicas ha sido y es todo un reto, pues depende mucho de los métodos empleados al realizar estimaciones para proponer un número aproximado. Aun así, algunos investigadores sugieren que en el mundo podrían existir entre 2.2 y 3.8 millones de especies de este linaje (Hawksworth y Lücking, 2017), otros calculan hasta 5.1 millones (Blackwell, 2011), aunque investigaciones más recientes proponen que el número bien pudiese oscilar entre 1.5 y 12 millones (Tedersoo et al., 2021), de las cuales apenas 150,000 han sido nombradas y clasificadas (Bhunjun et al., 2022).

Algunos autores mencionan que entre el 80 y 90% de los hongos son microscópicos (Hawksworth, 1991), por lo que gran parte de las especies que se calculan en el mundo corresponderían a micromicetos. Apenas una pequeña fracción de la diversidad micológica es lo suficientemente grande para ser percibida a simple vista.

Las estructuras fúngicas que logramos reconocer fácilmente en los bosques son los denominados macromicetos o recientemente denominados macrohongos; es decir, hongos que generan esporomas macroscópicos generalmente mayores a 1 mm. En este grupo encontramos a las especies pertenecientes a la división Basidiomycota y algunas de la división Ascomycota (Pompa et al., 2011).

Aunque los macromicetos representan un porcentaje menor de la funga o micobiota global, debido a sus fenotipos conspicuos y llamativos, son las especies que han sido más estudiadas taxonómica y filogenéticamente y por lo tanto las que mejor representadas se encuentran en colecciones e investigaciones científicas (Palfner et al., 2022), si bien algunas especies de micromicetos han tenido aplicaciones biotecnológicas, son menos las especies que se han estudiado.

Es bien sabido que la diversidad micológica de macromicetos es mayor en los trópicos en comparación con las zonas templadas y áridas (Guzmán, 1998a); sin embargo, el deterioro constante de la vegetación afecta directamente la presencia de hongos en los BT, comprometiendo la supervivencia de muchas especies que ni

siquiera han sido catalogadas (Guzmán, 1998a, b). La desaparición acelerada de los BT y por ende de la biodiversidad que albergan es un llamado determinante para realizar estudios taxonómicos en este tipo de ecosistemas, y en específico, sobre macromicetos.

Algunas de las regiones tropicales del país con un alto potencial de investigación se encuentran en Oaxaca, la entidad más biodiversa de México con 26 tipos de vegetación (aunque algunos autores los agrupan en ocho), entre los que se encuentra el BTP, albergando la selva alta perennifolia y la selva alta subperennifolia; éste se ubica en pequeñas áreas de la Sierra Madre de Oaxaca y en gran parte de las barrancas de la Sierra Norte y de la Cuenca del Papaloapan (Williams et al., 2022). Concretamente esta última región representa una zona idónea para la proliferación de diversas especies de macromicetos tropicales, al combinar un clima cálido húmedo junto con una precipitación anual promedio de 2,000-4,500 mm (INEGI, 2001) que permiten albergar una vegetación tropical extensa y relativamente conservada, en donde los estudios relacionados a este linaje son escasos.

1.2. Conocimiento taxonómico de los macromicetos en México

La diversidad fúngica mexicana es una de las más abundantes del mundo, tratándose de un gran reservorio que bien podría albergar entre 90,000 y 200,000 especies (Aguirre-Acosta et al., 2014). A finales de la década de 1990 se reconocían apenas alrededor de 4,500 macromicetos y 2,000 micromicetos (Guzmán, 1998a, b).

En 1991 Hawksworth señaló que los macromicetos representan apenas el 10% de todas las especies fúngicas del planeta. Dicho esto, y tomando en cuenta la relación de los hongos con las plantas, así como los tipos de vegetación presentes en México, Aguirre-Acosta y et al., (2014) mencionan que el número de especies de macromicetos en el país podría oscilar entre 9,000 y 11,000 macromicetos.

Hasta el 2014, se conocía precariamente la diversidad micológica del país, aun así, se tienen datos de al menos 15 entidades, de las cuales Veracruz es la mejor estudiada, en ese entonces con poco más de 1,500 especies registradas, Jalisco con 1,040, Estado de México con 726, Sonora con 658, Michoacán con 652, Querétaro con 633, Durango con 614, Chihuahua con 580, Tamaulipas con 563, Morelos con 480, Quintana Roo con 447, Aguascalientes con 372, Puebla con 181, Campeche con 154 y Yucatán con 153 (Aguirre-Acosta et al., 2014).

1.3. Conocimiento y estimaciones de la diversidad taxonómica de macromicetos en Oaxaca

Aún en un territorio megadiverso como lo es México, Oaxaca destaca entre el resto de las entidades gracias a su amplia diversidad biológica, al número de especies endémicas y a el mosaico de culturas que han utilizado y domesticado dicha biodiversidad; es una de las entidades en las que convergen las zonas Neártica y Neotropical por lo que presenta una variedad de condiciones climático-ambientales que la sitúan como el estado más biodiverso del país (Salas-Morales, 2022).

A pesar de ser el estado con la mayor diversidad de plantas vasculares, poco se conoce sobre la diversidad taxonómica de otros organismos como los macromicetos, en 2015 Villarruel-Ordaz y colaboradores mencionaron que hasta ese momento se habían registrado “más de 400 especies”, aunque en estudios aislados. Esta cifra colocaría a Oaxaca como la doceava entidad con mayor número de registros si la adjuntamos a los datos de Aguirre-Acosta et al. (2014). Por lo anterior, el territorio oaxaqueño es una de las entidades con mayor atractivo para realizar estudios sobre la micobiota, a pesar de ello, la mayor parte de los trabajos publicados versan sobre etnomicología, es decir sobre el uso y aprovechamiento de los hongos por las diversas culturas; quizá por ser donde nació esta disciplina (Vásquez-Dávila, 2022).

La diversidad micológica oaxaqueña puede ser estimada al tomar en cuenta que Hawksworth (2001) señaló que por cada planta vascular existen seis especies de hongos, de modo que las 10,229 especies de traqueofitas registradas para Oaxaca

(Villaseñor, 2016) permitirían estimar que los ecosistemas oaxaqueños podrían albergar alrededor de 53,418 especies fúngicas, de las cuales 5,340 representarían macromicetos, aunque Guerrero et al. (2017) estimaron que podrían existir más de 13,000.

2. Antecedentes

2.1. El estudio de los hongos macromicetos en Oaxaca

En 1956, Roger Heim describió los resultados de varias expediciones realizadas por él mismo, Gordon Wasson y Valentina Pavlovna en distintas zonas del estado de Oaxaca, donde recolectaron y estudiaron varias especies de agaricales con efectos psicoactivos. Heim analizó taxonómicamente estos ejemplares logrando determinar algunas especies de los géneros *Conocybe* Fayod, *Panaeolus* (Fr.) Quél. y *Psilocybe* (Fr.) P. Kumm. por primera vez para el estado.

Tras las descripciones de Heim (1956), Oaxaca atrajo la mirada de muchos micólogos para realizar exploraciones micológicas y surgieron varias revisiones taxonómicas de algunos géneros, familias o grupos taxonómicos de macromicetos de México y de América, en los cuales se registraron, o bien se describieron por primera vez especies provenientes de Oaxaca. Singer (1957) en el trabajo "*Fungi Mexicani*" describió 15 especies de macromicetos provenientes del estado, entre ellas cuatro especies nuevas para la ciencia y dos nuevas combinaciones, además enlistó otras 27 especies colectadas en Huautla de Jiménez y depositadas en el ENCB; Singer y Smith (1958) describieron *Psilocybe candidipes* Sing. & Smith del mismo municipio; Guzmán (1959) citó *P. aztecorum* R. Heim de la Sierra de Oaxaca (sin especificar el distrito). Singer (1960) revisó *Panaeolus sphinctrinus* (Fr.) Quél. (actualmente *Panaeolus papilionaceus* (Bull.) Quél.) y *P. sphinctrinus* var. *minor* (Fr.) Singer (actualmente *Stagnicola perplexa* (P.D. Orton) Redhead & A.H. Sm.) de Huautla de Jiménez. Herrera y Guzmán (1961) citaron cinco especies de macromicetos comestibles de Oaxaca, cuatro de ellos procedentes de Tuxtepec. Pérez-Silva (1967) mencionó cuatro especies del género *Inocybe* (Fr.) Fr. distribuidas en el estado.

Hacia principios de los años 70 del siglo pasado, el interés por el estudio de los macromicetos de México y de Oaxaca y el acervo sobre las especies registradas en la entidad y en general en el país, incrementó como bien lo señalaron en los listados de macromicetos citados de México García-Romero et al. (1970), quienes reportaron cuatro especies; Herrera y Guzmán (1971) 13; Herrera y Guzmán (1972) 102; Guzmán y Herrera (1973) 18; Chacón y Guzmán (1983) 24; Bandala et al. (1987) 23; Bandala et al. (1988) 94 y Medel et al. (1999) 30. Estos trabajos representaron el comienzo del estudio científico de los macromicetos en la entidad.

No fue sino hasta 2003, cuando se realiza posiblemente el primer trabajo taxonómico enfocado completamente en la micobiota oaxaqueña, en el que Raymundo y Valenzuela (2003) enlistaron 111 especies de poliporáceos, nueve de ellas se registraron por primera vez para México y 50 para el estado. En 2006 Ramírez-Cruz et al. (2006) resumieron la información taxonómica de los 31 taxones del género *Psilocybe* conocidas hasta ese momento de Oaxaca. Raymundo et al. (2013) enumeraron 56 especies de ascomicetos de la Sierra Norte, diez resultaron nuevos registros para México y 33 para la entidad. Villarruel-Ordaz et al. (2015) registraron 128 especies de macromicetos de San Gabriel Mixtepec. En 2016 Álvarez et al. describieron *Gloniella tropicalis* V.I. Álvarez, Raymundo & R. Valenz. como especie nueva para la ciencia, además registraron otra especie de ascomiceto por primera vez para México y dos para Oaxaca, provenientes del Parque Nacional Lagunas de Chacahua, Oaxaca. Villarruel-Ordaz et al. (2021) determinaron 57 especies de macromicetos presentes en la región Costa, ocho de ellas representaron nuevos registros para el país y 20 para Oaxaca. Valenzuela et al. (2021) citaron 63 especies de Ascomycetos de tres localidades de bosques de *Oreomunnea mexicana* (Standl.) J.-F. Leroy de Oaxaca, diez fueron nuevos registros para el país y 22 para el estado. Todas estas investigaciones han sido una valiosa fuente de información que enriquece el conocimiento micológico oaxaqueño y mexicano.

El entusiasmo por los hongos en Oaxaca se ha manifestado desde entonces, no solo con la realización de estudios taxonómicos, sino de distinta índole, ya sea

ecológicos (Zamora-Martínez et al., 2013; Caiafa et al., 2017; Gómez-Hernández et al., 2019, 2021; Ruíz-Almenara et al., 2019; Pérez-Rosas et al., 2022) o etnomicológicos (Garibay-Orijel, et al., 2006, 2009; Ramírez, 2013; López-García, 2020, 2024; Ríos-García et al., 2022).

2.2. Estudios de macromicetos en la Región de la Cuenca del Papaloapan

Los primeros registros de macromicetos recolectados y estudiados de la Región de la Cuenca del Papaloapan, Oaxaca, se remontan siete décadas atrás, cuando Herrera y Guzmán (1962) publicaron un compendio con descripciones y sitios de recolecta de los hongos comestibles de México y citaron a *Cantharellus cibarius* y *Lactarius indigo* de Tuxtepec, aunque sin precisar la localidad.

En 1978, Welden y Guzmán publicaron el primero de varios trabajos derivados de un proyecto CONACyT-NSF sobre hongos, mixomicetos y líquenes, de la zona convencionalmente nombrada “Uxpanapa-Coatzacoalcos-Los Tuxtlas-Papaloapan-Xalapa”, la cual abarcó la parte septentrional de Oaxaca y la meridional de Veracruz e incluyó las cuencas de los ríos Uxpanapa, Coatzacoalcos y Papaloapan. En este denominado listado preliminar los autores registraron más de 400 taxones de hongos, líquenes y mixomicetos provenientes de 186 localidades de diversas regiones de los estados de Veracruz y Oaxaca; 15 de ellas pertenecientes a la Cuenca del Papaloapan en Oaxaca. Concretamente, citaron en total 373 taxones de macromicetos al incluir a *Cronartium conigenum* Hedgc. & N.R. Hunt, *Hypomyces chrysospermus* (Bull.) Tul. & C. Tul., *H. hyalinus* (Schwein.) Tul. & C. Tul. y *Fusarium haematococcum* Nalim, Samuels & Geiser; de estos, 61 especies y una variedad fueron recolectados en la región Papaloapan.

Un año después, como parte del proyecto de Welden y Guzmán antes mencionado, Guzmán y Guzmán-Dávalos (1979) realizaron un estudio ecológico comparativo de los macromicetos de bosques tropicales y bosques de coníferas del sureste de México, en el que analizaron la distribución, la abundancia, el sustrato y la importancia económica de 170 de las especies estudiadas de las localidades registradas por Welden y Guzmán (1978); incluyeron 37 de las 61 especies de la

Región de la Cuenca del Papaloapan, tanto de áreas conservadas, sabanas, potreros y zonas perturbadas de los bosques tropicales.

Welden et al. (1979) publicaron un segundo listado de hongos, mixomicetos y líquenes, de “Uxpanapa-Coatzacoalcos-Los Tuxtlas-Papaloapan-Xalapa”, en el que incluyeron 132 especies de macromicetos, 24 de ellos de las 15 localidades antes mencionadas o de dos nuevas localidades que añadieron de la Cuenca del Papaloapan, Oaxaca. Finalmente, como parte de este mismo proyecto, León y Guzmán (1980) analizaron la distribución de 103 especies de hongos micorrícicos de la región, y citaron seis de las 17 localidades incluidas en los trabajos de Welden y Guzmán (1978) y Welden et al. (1979).

Sin embargo, desde 1965 se han registrado macromicetos de la Cuenca del Papaloapan, aunque de manera aislada, al estudiar ciertos linajes de hongos de América, México o Oaxaca. Los Tremellales han llamado la atención de algunos micólogos, Lowy (1965) describió 33 especies mexicanas de este grupo y reportó *Auricularia delicata*, *A. mesenterica* y *A. auricularia nigricans* (como *A. polytricha*) de Tuxtepec, aunque Rodríguez-Gutiérrez et al. (2022), señalaron que las primeras dos especies no se encuentran en México y que se deben hacer más exploraciones para corroborar si los taxones citados bajo estos nombres representan taxones nuevos de estos complejos de especies; estos autores mencionaron que únicamente se tiene certeza de que en México se distribuyen ocho de las diez especies registradas del género, y corroboraron que *A. nigricans* se distribuye en la localidad Sebastopol en Tuxtepec, Oaxaca. En la monografía de Tremellales, Lowy (1971) estudió 146 especies e incluyó un espécimen de *Dacrymyces dictyosporus* de Tuxtepec. Mendiola y Guzmán (1973) publicaron un artículo sobre los 47 taxones mexicanos de este orden conocidos hasta entonces y mencionaron las tres especies antes citadas por Lowy (1965, 1971), además de *Tremella lutescens*, también de Tuxtepec. Lowy y Guzmán (1979) presentaron nuevos registros de 16 especies de este mismo linaje y citaron a *Dacryopinax elegans* de Bethania, Tuxtepec.

En cuanto a los ascomicetos, Pérez-Silva (1973) describió cuatro especies de *Daldina* y citó a *D. concentrica* de Tuxtepec; Barbosa-Reséndiz et al. (2020) al

estudiar las 14 especies mencionaron que este registro quizá pertenece a *D. vernicosa*, aunque no revisaron el espécimen citado, y agregaron registros de Temascal y de Valle Nacional. Referente al género *Xylaria* Pérez-Silva (1975) estudió 12 especies y citó *X. cubensis* de Tuxtepec, *X. grammica* en Sebastopol, *X. multiplex* en Sebastopol y Valle Nacional, y *X. polymorpha* en Chiltepec, Tuxtepec; estas dos últimas especies se registraron por primera vez para la micobiota mexicana en este trabajo. San Martín y Rogers (1995) revisaron 78 taxones de este género en México y citaron 19 especies y un ejemplar como *Xylaria* cf. *complanata* de Temascal (referido como Temazcal). Osorio-Navarro et al. (2020) revisaron 20 especies de *Xylaria* del país y refirieron siete de la Cuenca del Papaloapan, Oaxaca. Pérez-Silva (1983) estudió la distribución y la taxonomía de 16 especies de *Hypoxyton* en México, de estas 6 especies y 6 variedades resultaron ser nuevos registros para el país entre ellas *H. deustum*. y *H. microplacum* de Temascal y de Chiltepec respectivamente. Medel et al. (2006) realizaron una revisión de *Phylacia* y mencionaron a *P. poculiformis* de Tuxtepec.

Marmolejo et al. (1981) registraron a *Cotylidia aurantiaca* de Tuxtepec en la publicación de teleforáceos de México. En 2003, Raymundo y Valenzuela enlistaron las 111 especies de poliporáceos conocidos de Oaxaca, consideraron 23 localidades de los Distritos de Choapan y Tuxtepec, diez de ellas previamente citadas por Welden y Guzmán (1978) y Welden et al. (1979) y una de ellas, perteneciente al Distrito de Ixtlán, en total mencionaron 36 especies de la Cuenca del Papaloapan, entre ellas *Coltricia pseudocinnamomea* que se registró por primera vez para México. Raymundo et al. (2013) citaron a *Fuscoporia callimorpha* de la región del Papaloapan al estudiar las 14 especies mexicanas del género.

Referente a taxones de Agaricales provenientes de la Región de la Cuenca del Papaloapan, *Hygrocybe erinensis* de Piedra Quemada, se propuso como combinación nueva y se citó por primera vez para México en 1981 (Valenzuela et al., 1981). Olivo-Aranda y Herrera (1994) revisaron las tres especies de *Schizophyllum* de México y examinaron un espécimen de *S. fasciatum* de Temascal. Guzmán et al. (2004) citaron por primera vez nueve especies de *Psilocybe* para

México, entre ellas *P. shultesii*, de Tuxtepec y Ramírez-Cruz et al. (2006) analizaron la distribución de las 31 especies de *Psilocybe*, incluyendo algunos taxones ahora reconocidos como *Deconica*, de Oaxaca y citaron a *D. coprophila*, *P. cordispora* y a *P. subcubensis* del Papaloapan.

En 1999 Pérez-Silva y colaboradores, publicaron una revisión de 14 especies del género *Geastrum* en México y citaron a *G. lageniforme* de Sebastopol, a *G. saccatum* de Tuxtepec, de Jalapa de Díaz y de Ojtlán y a *G. schweinitzii* de Temascal y de Tuxtepec.

2.3. Especies de macromicetos del municipio Santa María Jacatepec

Aunque hasta el momento no existen trabajos micológicos que enlisten la diversidad de hongos del municipio Santa María Jacatepec o incluso de la Cuenca del Papaloapan en Oaxaca; no cabe duda de que la región ha sido atractiva para los micólogos desde 1961; lo cual se ha reflejado en las 125 especies, dos variedades y una especie afín de macromicetos provenientes de 31 localidades y citados en 27 artículos científicos. Propiamente, del municipio Santa María Jacatepec, no fue sino hasta el 2003 que Raymundo y Valenzuela registraron por primera vez un macromiceto del municipio: *Trametes maxima*, entre las 36 especies de poliporáceos citadas de la región, de las 111 estudiadas de Oaxaca. Cobos-Villagran et al. (2020) al estudiar las cuatro especies *Rhytidhysterium* incluyeron a *R. rufulum* de dos localidades del municipio. Ortega-López et al. (2019) citaron a *Cookeina speciosa*, *C. sulcipes*, y *Phillipsia domingensis* entre las 18 especies estudiadas de Sarcoscyphaceae en México.

3. Justificación

El paulatino desarrollo del conocimiento científico acerca de los hongos en México ha contrastado notablemente con el conocimiento tradicional que diversos pueblos originarios tienen de estos organismos desde hace más de 500 años (Guzmán, 1995). En las últimas décadas se han descrito nuevas especies para la ciencia o bien se han reasignado nombres a muchos de los macromicetos de México dado

que gran parte de los linajes representan complejos de especies, o bien porque los primeros naturalistas en territorio mexicano retomaron nombres de taxones europeos (e.g. Guzmán y Ramírez-Guillén, 2001; Barbosa-Reséndiz et al., 2020; Rodríguez-Gutiérrez et al., 2022). Es aquí donde radica la importancia de llevar a cabo investigaciones taxonómicas, pues estas impulsan la valoración y el reconocimiento de la biodiversidad, convirtiéndose en el fundamento principal para la conservación ambiental (Iriando, 2000).

La vasta diversidad micológica no ha sido completamente descrita ni determinada, los cálculos que se tienen a nivel mundial se basan en la aritmética que presenta la relación entre el número de especies de plantas y hongos de cada región (Lodge, 2001). Si bien estos cálculos nos ofrecen un número aproximado de especies, los resultados dependen de los análisis empleados por el autor. Estimar un número aproximado de especies fúngicas se complica más en las regiones tropicales y subtropicales, en donde la diversidad de estos organismos es mucho mayor (Guzmán, 1998a, 1998b).

Aunado a esto, la escasa o nula bibliografía relacionada a los macromicetos de Santa María Jacatepec complica el estudio de estos organismos. Este municipio representa una de las regiones en las que predominan zonas conservadas de BTP en México, una de las comunidades ecológicas más complejas en cuanto a estructura, composición, riqueza e interacciones de organismos lo cual ha sido vastamente documentado en cuanto a la flora y la fauna (Hartshorn, 2002; Koleff et al., 2012), aunque poco sabemos sobre la funga o micobiota de estas regiones, por lo que este reto es un motivante para realizar más investigaciones que se sumen a los trabajos micológicos realizados en la Cuenca del Papaloapan y regiones adyacentes, para aumentar la literatura disponible y así contribuir al conocimiento taxonómico de los macromicetos en Oaxaca, en México y en general en el Neotrópico.

4. Pregunta de investigación

¿Cuál es la composición de especies y diversidad taxonómica de los macromicetos del Cerro Cinco de Oro y qué grupos son los más representativos?

5. Objetivos

5.1. Objetivo general:

- Inferir y describir la diversidad taxonómica de macromicetos presentes en el Cerro Cinco de Oro, municipio de Santa María Jacatepec y contribuir al conocimiento de la Región de la Cuenca del Papaloapan, de México y del Neotrópico

5.2. Objetivos particulares:

- Determinar la identidad taxonómica y generar un listado y una matriz de datos de los ejemplares recolectados en el cerro Cinco de Oro
- Resaltar la importancia del muestreo y de los estudios taxonómicos de los macromicetos en las zonas tropicales
- Crear una matriz de datos de los macromicetos registrados históricamente, en la Región de la Cuenca del Papaloapan
- Incrementar el acervo de la Colección de Hongos del Laboratorio de Diversidad y Evolución Fúngica y Vegetal de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
- Difundir y divulgar el conocimiento generado, a través de material gráfico en redes sociales y en Santa María Jacatepec

6. Materiales y Métodos

6.1. Descripción del área de estudio

Cinco de Oro se localiza en el municipio Santa María Jacatepec, Distrito de Tuxtepec, en la Región Cuenca del Papaloapan, Oaxaca. Se ubica entre las coordenadas geográficas 17°51'11.9" - 17°50'26.3" de latitud norte y 96°11'57.4" - 96°11'11.5" de longitud oeste, a 100 m al noreste de la localidad Cinco de Oro, a 19 km al noroeste de la localidad más habitada del municipio, La Joya, y a 3 km al suroeste de la cabecera municipal de Santa María Jacatepec. La altitud oscila entre 90 y 380 msnm. El tipo de vegetación agrupa selva alta perennifolia, aquí tratado como BTP de acuerdo con Rzedowski (2006), vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva alta perennifolia y pastizal cultivado (INEGI, 2010) (Fig. 1). Es un pequeño cerro, que se enaltece cada temporada de lluvias con una cascada pluvial entre los meses de junio a enero (Fig. 2).

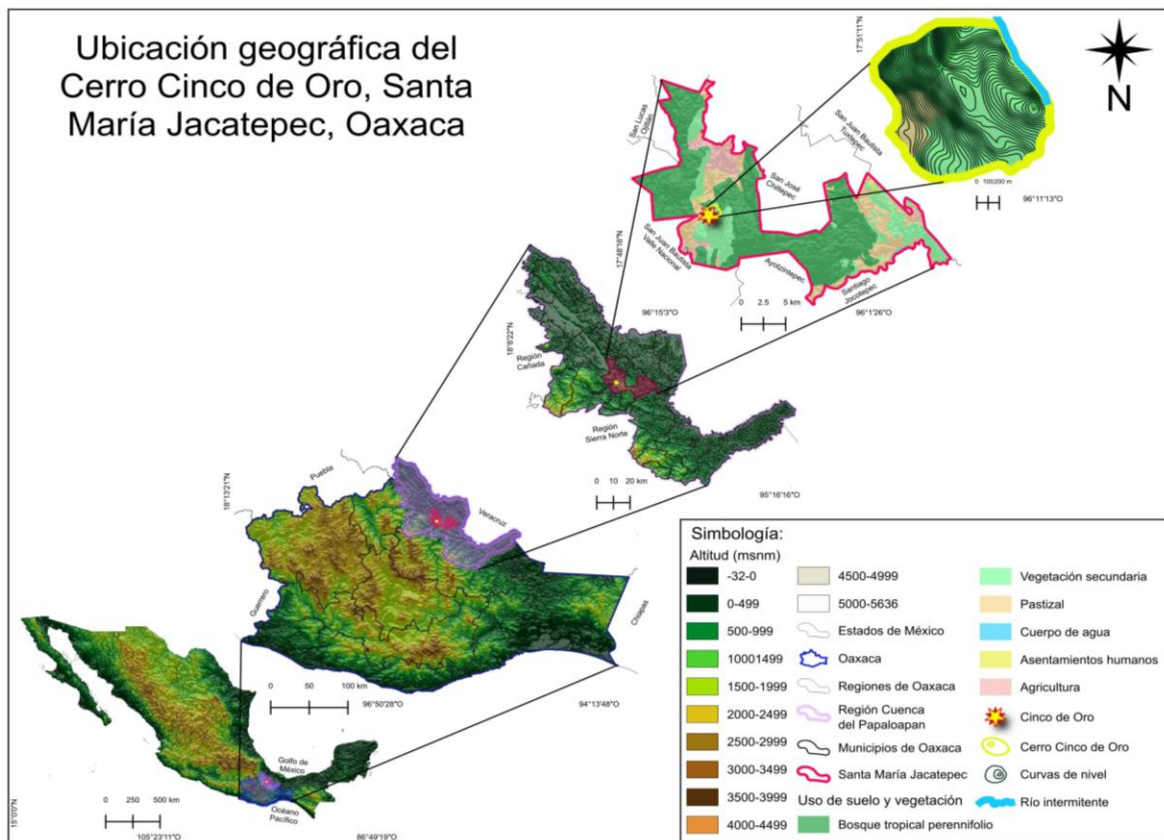


Figura 1. Ubicación geográfica del Cerro Cinco de Oro, municipio Santa María Jacatepec, Región Cuenca del Papaloapan, Oaxaca.



Figura 2. Cerro Cinco de Oro, Santa María Jacatepec: a) cascada, b) vegetación tropical perennifolia, c) vista del cerro

6.2. Muestreo y recolecta del material estudiado

Para inferir y describir la diversidad de macromicetos del Cerro Cinco de Oro, se realizaron recolectas de especímenes durante la temporada de lluvias del 2022 (junio - noviembre) y en julio del 2023. El muestreo se centró en el sendero que lleva hacia la cascada, en donde se llevaron a cabo 16 exploraciones micológicas no sistematizadas, es decir de muestreo libre. El método empleado se define por algunos micólogos como “muestreo oportunista” y consta en recorrer tanto como se pueda un área específica, colectando tantos esporomas como sea posible de todos

los sustratos presentes en el sitio (Mueller et al., 2004). Si bien los datos obtenidos con este método no son fácilmente cuantificables, es útil cuando se trata de áreas que no han sido exploradas previamente (como lo es el caso), permitiendo el registro de nuevas especies, sin limitarse a parcelas, sustratos o hábitats específicos en los que buscar. Otra de las ventajas de este método clásico es la obtención de una lista de especies del área de estudio (Schmit y Lodge, 2005). Además, la recolecta se realizó bajo el criterio Gómez-Hernández et al., (2021) y adaptado de Schmit et al. (1999); es decir, se reconocieron como un mismo individuo (especimen micológico) y recolectaron todos los esporomas observados de la misma especie a simple vista en un radio de 50 cm, al tener en cuenta el hábito de crecimiento cespitoso, los que forman “anillos de bruja”, o bien los que crecen sobre troncos o restos de madera, ya que como bien se ha señalado en estos organismos, el individuo es el micelio que se desarrolla bajo el suelo o dentro de la madera y lo que vemos y recolectamos durante la época de lluvias o temporada reproductiva de los macromicetos, son los esporomas; con este método se evita sobreestimar la abundancia y permite tener esporomas en varias fases ontogenéticas para observar y describir la variación necesaria para la determinación taxonómica. Salvo en algunos casos, en los que solo se observó un esporoma, como el de la especie entomopatógena.

En este caso, se recorrió el sendero (Fig. 1) presente en el cerro Cinco de Oro, que va desde las faldas hasta la parte más alta a la que se puede acceder caminando (185 msnm). Dado que se trata de un camino estrecho con pocas áreas abiertas, se recolectaron los ejemplares que se encontraron a lo largo del camino y en los pequeños claros. Para recolectar los esporomas húmícolas y terrícolas (micorrícicos o no) se desenterraron con cuidado, y los lignícolas se recogieron con ayuda de un cuchillo en el caso de encontrarse fuertemente adheridos a la madera y se evitó maltratar la base o bien el estípite (Gándara, 2004). Inmediatamente después, cada ejemplar se colocó en bolsas de papel encerado o bien en cajas plásticas pequeñas para impedir el daño de las estructuras; además se anotaron y colocaron los datos necesarios asociados a la bitácora de campo como localidad, coordenadas, altitud, tipo de vegetación, fecha y número de colecta, para posteriormente elaborar las

etiquetas y depositar el material en la colección de macromicetos del Laboratorio de Diversidad y Evolución Fúngica y Vegetal (LADEFUVE) de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Una vez finalizado el muestreo, se describieron las estructuras morfológicas y algunas organolépticas de cada espécimen y para la preservación se optó por un método de deshidratación natural con radiación solar directa, el cual ha demostrado ser un método efectivo y rápido para el secado de macromicetos silvestres (Mendieta y Medina, 1995). Una vez secos, cada ejemplar junto con su etiqueta micológica correspondiente se almacenó en bolsas herméticas de plástico.

6.3. Descripción y determinación taxonómica de los especímenes

6.3.1. Descripción de caracteres macromorfológicos

Para determinar las especies de macromicetos, se requiere seguir claves taxonómicas, las cuales conjuntan caracteres macro y micromorfológicos, además de algunos rasgos organolépticos. Inmediatamente después de finalizar los muestreos diarios y previo al proceso de preservación, se describieron macromorfológicamente todos y cada uno de los especímenes recolectados, con base en los caracteres mencionadas por Lodge et al. (2004), Cappello (2006) y Cappello-García et al. (2013): forma del esporoma (cerebroide, espatulada, efusa-refleja, pileada-estipitada, repisa, dimidiada, coraloide o ramarioide, globosa, en forma de estrella, en forma de copa); consistencia del esporoma (gelatinosa, correosa, membranosa, cartilaginosa, esponjosa, carnososa, fibrilosa, lignificada) y tipo de himenio (lino, con venaciones, laminar, poroide, dentado, encerrado). En el caso de los hongos pileado-estipitados: tamaño, forma, ornamentación, textura, margen, consistencia y color del píleo; tipo y color del himenio; tamaño, posición, forma, ornamentación, textura, consistencia y color del estípite; y de estar presentes anillo y/o volva forma, consistencia, textura y color. Además de eso se registró el tipo de sustrato, hábito de crecimiento (solitario, disperso, gregario, cespitoso), olor y sabor.

6.3.2. Descripción de caracteres micromorfológicos

Cada uno de los especímenes se estudió y describió micromorfológicamente de acuerdo con las técnicas y métodos tradicionales utilizados en la micología (Largent, et al. 1978; Cappello-García et al., 2013). Se realizaron cortes del esporoma, una vez seleccionado el más fino, se montó en un portaobjetos; se rehidrató con etanol al 95% y se agregó KOH al 5% o bien Rojo Congo 3%, Azul de Lactofenol 3% o Reactivo de Melzer, para comprobar la reacción amiloide, dextrinoide o cianófila de las estructuras; se colocó un cubreobjetos y se observó bajo el microscopio óptico trinocular Motic BA210RED o bien microscopio de epifluorescencia Trinocular Motic BA410 y se utilizó la cámara y el software *Motic Plus 07*, además de un ocular con regleta para medir las estructuras observadas. Se describió forma, tamaño, ornamentación, color, pared y reacción química de esporas, ascas, paráfisis, basidios, cistidios, hifas, trama del himenio, pileipelis y estipitipelis.

6.3.3. Determinación taxonómica

Con base en los caracteres antes mencionados, se determinó la identidad taxonómica de los especímenes, siguiendo claves taxonómicas de guías micológicas o de la literatura especializada para cada linaje de macromicetos como los trabajos de Dennis (1956), Pérez-Silva (1972, 1975), Pegler y Fiard (1978), San Martín y Rogers (1989, 1993, 1995b), Guzmán (1990), San Martín y Levin, (1997), San Martín et al., (1998), Medel et al. (2006, 2008), Stadler et al. (2014) Campi y Maubet (2015); Ávalos-Lázaro et al. (2016); Becerril-Navarrete et al. (2018); Ortega-López et al. 2019); Barbosa-Reséndiz et al. (2019); Rodríguez-Gutiérrez et al. (2022); Osorio-Navarro et al. (2022), entre otros.

6.3.4. Matriz de datos de los especímenes recolectados

Paralelamente se elaboró una base de datos de los macromicetos recolectados para este trabajo con información de: 1) Colector y número de colecta. 2) Fecha de colecta. 3) División, subdivisión, clase, orden, familia, género, especie, categoría infra específica, autor(es), para lo que se siguió la clasificación de *Index Fungorum*,

(2024). 4) Datos geoespaciales, país, estado, distrito, municipio, localidad, altitud, latitud, longitud, tipo de vegetación. 5) Datos adicionales, sustrato, grupo funcional, descripción morfológica, número de fotografía del proyecto (Cuadro 2).

Una vez depuradas las bases de datos, se generó un mapa (Fig. 3) en el programa QGIS v.3.36 (2024) para ello se creó un archivo *shape* de la distribución geográfica de las especies de macromicetos recolectados históricamente y otro de las recolectas para este trabajo, se realizó un polígono del Cerro Cinco de Oro con ayuda de capa de *Google Hybrid* disponible en la herramienta *Quick Map Services*, se utilizaron las capas División política estatal 1:25 (CONABIO, 2011), Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (INEGI, 2017), y Uso del suelo y vegetación, 1:25 (INEGI, 2021).

6.4. Esfuerzo de muestreo e importancia de estudios taxonómicos de macromicetos
Para evaluar la completitud y comparar la riqueza de especies macrofúngicas registradas a través de la temporada de colecta con la riqueza esperada de especies en el Cerro Cinco de Oro, se calcularon los estimadores de riqueza *Jackknife 1* y *Bootstrap*; además, se calcularon las especies esperadas únicas en cada mes de muestreo y las especies esperadas registradas más de una vez en el programa *EstimateS* v. 9.1.0 (Colwell 2019). *Jackknife 1* se basa en el número de especies encontradas, la ocurrencia de especies en una sola muestra y el número de especies colectadas. *Bootstrap* se basa en el número de especies observadas y la proporción de muestras en las que las especies fueron registradas (Schmit y Mueller 2004).

6.5. Búsqueda bibliográfica y matriz de datos de especímenes históricos

Para conocer qué especies de macromicetos se han registrado previamente en el área de estudio y la región, se realizó una búsqueda bibliográfica exhaustiva de literatura sobre macromicetos, basidiomicetos, ascomicetos, Agaricales, Tremellales o Poliporales de Santa María Jacatepec, del Distrito de Tuxtepec o bien

de la Región Cuenca del Papaloapan, Oaxaca, publicados desde 1961 hasta 2022; y se dividieron en tres periodos: 1) 1961-1980), 2) 1981-2000 y 3) 2001-2022. Se descartaron los trabajos de 1) macromicetos citados de México, 2) aquellos que solamente citan las publicaciones de Welden y Guzmán (1978) y Welden et al., (1979), 3) los registros que no corresponden a la Región de la Cuenca del Papaloapan.

Se obtuvo un acervo bibliográfico en el que luego de analizar los temas principales de las publicaciones se clasificaron y etiquetaron por 1) tema principal de estudio: distribución y rol ecológico, listado micobiótico, revisión taxonómica, y 2) grupo taxonómico estudiado (funga, macromicetos, Basidiomycota, Ascomycota); a partir del cual se creó una matriz de datos de registros históricos de las especies reportadas del área de estudio y de la región, en la que se incluyó: 1) Información taxonómica, división, subdivisión, clase, orden, familia, nombre aceptado actualmente (*Index Fungorum*, 2024), nombre como fue citado (sinonimias), además se corroboró si en revisiones taxonómicas del taxón citado se confirma la presencia de la especie en México, dado que en los últimos años se ha verificado que varios taxones distribuidos en el territorio mexicano fueron nombrados bajo epítetos de especies europeas y se han realizado combinaciones nuevas o bien se han descrito especies nuevas. 2) Datos geoespaciales, distrito, municipio, localidad, tipo de vegetación, altitud y coordenadas geográficas obtenidas inicialmente de Raymundo y Valenzuela (2003) a partir de las cuales se revisó cada localidad y se corroboró o corrigió con ayuda de mapas de cartas topográficas de la Región de la Cuenca del Papaloapan, Oaxaca (INEGI, 2010) en las que se sobrepusieron las coordenadas de las localidades de las especies de macromicetos registradas históricamente, obtenidas inicialmente, y la capa de *Google Hybrid* disponible en la herramienta *Quick Map Services*, del programa QGIS v.3.36 (2024), después de corregir o descartar las localidades se actualizó la matriz de datos. 3) Referencia bibliográfica.

6.6. Colección de macromicetos del Neotrópico, BUAP

Después de realizar la descripción de las estructuras micromorfológicas y la determinación taxonómica a nivel específico o en algunos casos a nivel genérico, se llevó a cabo el proceso curatorial y de etiquetado para incorporar los especímenes a la Colección de Macrohongos del Laboratorio de Diversidad y Evolución Fúngica y Vegetal (LADEFUVE) de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Con lo que se incrementó el número de especímenes y sin duda se realizó un gran aporte al representar macromicetos del Neotrópico, con lo que se contribuye al acervo de nuestra institución y al resguardo de germoplasma.

6.7. Difusión y divulgación científica

Además de la generación de conocimiento científico es importante también concientizar a la población sobre la importancia de realizar este tipo de trabajos, por lo que es deber de los científicos difundir y divulgar los resultados de investigaciones como este trabajo, por ello se redactó y está por enviarse un artículo de difusión científica. También se dio una entrevista sobre “La importancia de los hongos en los ecosistemas” en el Podcast de ECAFFS (Educa, Conserva y Aprovecha la Flora y Fauna Silvestre A.C.), y se ha generado material gráfico para compartir paulatinamente en redes sociales y en la comunidad de Santa María Jacatepec.

7. Resultados y discusión

7.1. Análisis taxonómico

A lo largo de 16 exploraciones se recolectaron 117 especímenes micológicos, bajo el criterio de Gómez-Hernández et al. (2021), previamente descrito en los métodos, en el que cada espécimen consta de varios esporomas, salvo en los casos en los que únicamente se observó uno. Los especímenes corresponden a 116 morfoespecies, de las cuales, 58 (50%) se determinaron a nivel especie y 13

(11.2%) representan taxones afines a alguna especie, mientras que 23 (18.8%) se determinaron a nivel género y 22 a nivel orden (20%) (Cuadro 1).

En perspectiva, estos datos no sorprenden al compararlos con otros estudios de macromicetos en bosques tropicales de México, pero invitan a prestar atención a la importancia de este tipo de estudios. Por ejemplo, Welden y Guzmán (1978) enlistaron 373 especies o variedades determinadas de hongos provenientes de 186 localidades de Oaxaca y Veracruz, de estas 163 (43.69%) proceden de 49 localidades del estado de Oaxaca y 61 (16.35%) se recolectaron en 15 localidades de la Región de la Cuenca del Papaloapan. Un año después Welden et al. (1979) incluyeron 17 especies más de la zona de estudio, determinadas por los autores Ryvar den y Setliff, especialistas en poliporáceos. Pompa et al. (2011) reportaron 56 especies de macromicetos, incluyendo una de Glomeromycota, determinadas a partir de un muestreo en manglar y bosque tropical subperennifolio de Puerto Morelos, Quintana Roo. Salinas-Salgado et al. (2012) mencionaron 75 especies de macromicetos xilófagos del bosque tropical caducifolio de Cocula, Guerrero. Cappello et al. (2013) presentaron una guía de 53 especies de macromicetos y un líquen de bosque tropical subperennifolio del Parque Agua Blanca en Tabasco. En contraste podemos mencionar que Villarruel et al. (2015) determinaron el 44% de 290 morfoespecies recolectadas durante tres años en un bosque tropical subcaducifolio de Mixtepec, Oaxaca, por otro lado, Villarruel et al. (2021) determinaron tan solo el 35.6% de 160 morfoespecies muestreadas durante dos años en una región de bosque tropical caducifolio de la costa de Oaxaca.

De las 116 morfoespecies, 11 (9%) se agrupan en siete géneros, cuatro familias, tres órdenes, dos clases y una subdivisión en la división Ascomycota; mientras que 105 (91%) se clasifican en 50 géneros, 25 familias, siete órdenes, una clase y una subdivisión en Basidiomycota (Fig. 3).

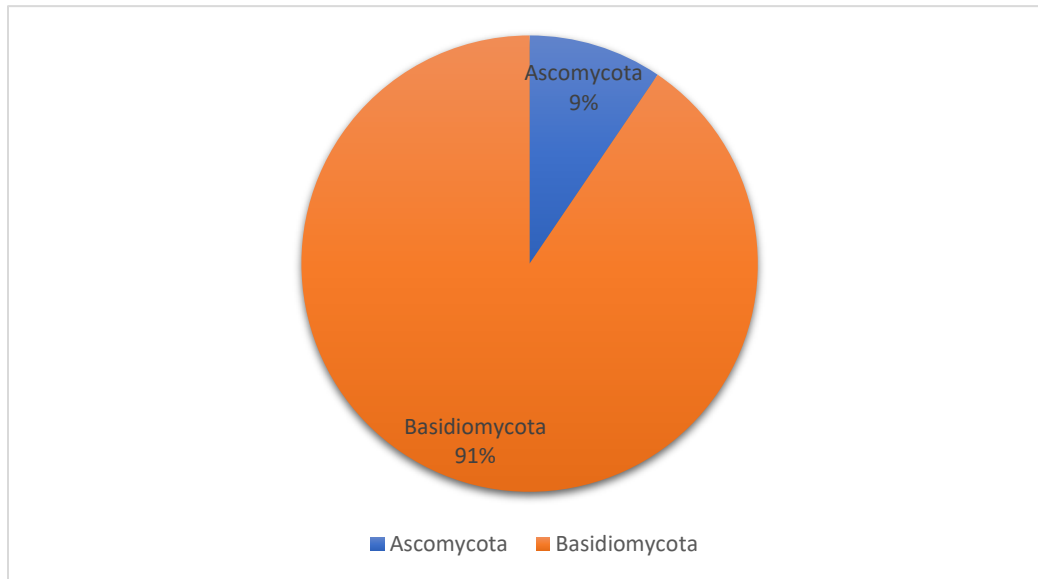


Figura 3. Porcentaje de morfoespecies de macromicetos por cada División taxonómica.

7.2. Diversidad taxonómica de Basidiomycota

De todo el reino Fungi, Basidiomycota es la segunda división de hongos más grande (después de Ascomycota), con más de 40,000 especies descritas en el mundo, aunque tranquilamente el número total de basidiomicetos puede oscilar entre 1 y 4 millones según algunos autores. A pesar de su gran diversidad, las familias de basidiomicetos pueden clasificarse en solo cinco categorías según su estilo de vida: saprobios descomponedores, degradadores de madera, ectomicorrícicos, parásitos de plantas, y en menor medida levaduriformes (He et al., 2022).

En el Cerro Cinco de Oro encontramos organismos saprobios descomponedores, degradadores de la madera, y algunas especies terrícolas que posiblemente cumplan un rol micorrícico. La presencia de estos tres grupos nos revela una notable diversidad de basidiomicetos, la cual es posible gracias a la amplia disponibilidad

de microhábitats y sustratos en distintos estados de descomposición que encontramos en los bosques tropicales (Lodge, 1997).

Dos órdenes de basidiomicetos presentes en Cinco de Oro destacan por encima del resto: los Agaricales, con 53 taxones que se agrupan en 14 familias, 30 géneros y 27 especies identificadas; y los Polyporales, con 21 ejemplares agrupados en cinco familias, 14 géneros y 15 especies determinadas. Con menos representantes, pero igual de llamativos encontramos a los Gomphales con dos familias, dos géneros y dos especies; a los Hymenochaetales con una familia y dos géneros con una especie identificada y otra solo hasta género, le siguen a los Auriculariales con una familia, un género y dos especies, y, por último, Geastrales y Trechisporales, con una única familia y un solo género con su respectiva especie cada uno (Fig. 4) (Anexos 1-4).

7.2.1. Agaricales

No es de extrañar que los Agaricales conformen el grupo más amplio dentro del cerro. Este orden es de lejos el más diverso y mejor conocido, con más de 23,000 especies descritas a nivel mundial, agrupadas en 46 familias y más de 500 géneros, lo que lo convierte en uno de los grupos de hongos mejor estudiados (Kalichman et al., 2020). Aquí se incluyen los hongos con la clásica estructura conformada por sombrero, pie y un himenio laminar (píleo-estipitados), este grupo morfológico representa cerca del 67% de los géneros de Agaricales (Cao et al., 2021).

Sin embargo, no solo las formas píleo-estipitadas son parte de este orden, también podemos encontrar otros grupos morfológicos como faloides (formas cilíndricas como falo, o en forma de red), los nidularoides (forma de nidos), clavaroides (forma de coral), cantarelloides (forma de trompeta, o infundibuliformes), resupinados (crecen adheridos al sustrato) y en menor medida algunas especies con himenio poroso (Cao et al., 2021).

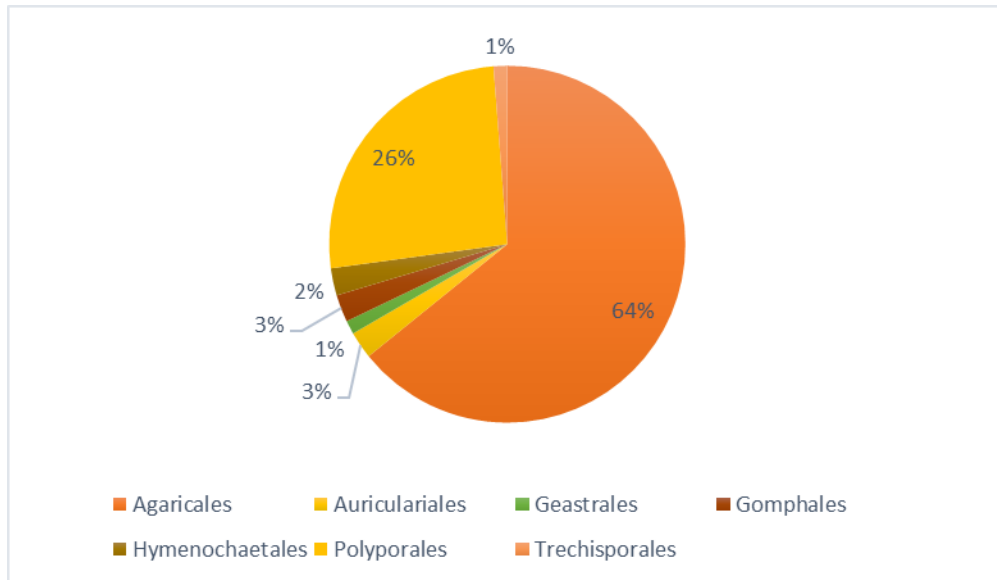


Figura 4. Porcentaje de cada Orden en la división Basidiomycota

En Cinco de Oro, la familia de Agaricales con más especímenes registrados es Marasmiaceae con 13 taxones, le sigue Hygrophoraceae con siete; en tercer lugar, la familia Agaricaceae con cinco taxones; después Mycenaceae con cuatro; luego Psathyrellaceae y Pleurotaceae con tres cada una; le siguen Crepidotaceae y Omphalotaceae con dos ejemplares cada una. El resto de las familias de Agaricales cuentan con apenas un representante: Callistosporiaceae, Clavariaceae, Entolomataceae, Hymenogastraceae, Physalacriaceae y Schizophyllaceae (Fig. 5) (Anexo 1).

La familia Marasmiaceae es representada principalmente por el género *Marasmius*, con más de 1400 especies descritas a nivel mundial (Oliveira et al., 2020) que se distribuyen ampliamente en las zonas tropicales, sobre todo en el Neotrópico donde exhiben una notable diversidad (Oliveira et al., 2014).

Se trata de hongos principalmente humícolas (y algunos lignícolas) que juegan un importante papel en la descomposición de la hojarasca, en la formación de suelos y el reciclaje de los nutrientes. También participan en la cadena trófica ya que son fuente de alimento para algunos invertebrados como moluscos e insectos, y para algunos vertebrados pequeños (Sunum, 2013).

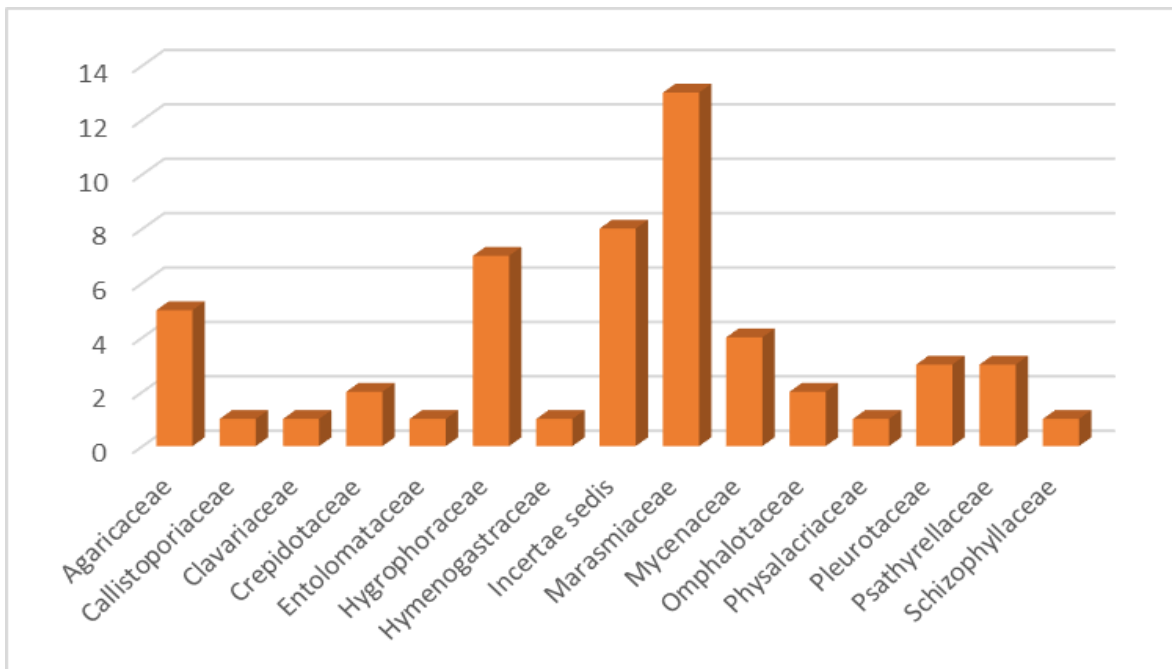


Figura 5. Familias de Agaricales y número de taxones registrados

Usualmente son de pequeño tamaño y crecen sobre las hojas caídas, presentan colores llamativos y un sombrero de forma convexa a plana, a veces campanulada, poseen un pie bastante delgado similar a un alambre y láminas libres o adheridas, pero casi siempre notablemente separadas (Cappello-García, 2006). El género *Marasmius* representa el grupo de hongos con más especies registradas en este trabajo dentro del cerro Cinco de Oro.

La segunda familia más con más especies registradas es Hygrophoraceae, una de las mejor conocidas en el mundo con más de 600 especies en 26 géneros, volviéndola una de las familias más grandes de Agaricales (Cardoso, 2020). En

Cinco de Oro podemos encontrar al menos seis especies del género *Hygrocybe* y una del género *Humidicutis*.

Los higroforáceos son hongos bastante llamativos debido a sus brillantes colores que van desde intensos rojos hasta sutiles amarillos, tonos verdes y violetas, también presentan colores opacos y raras veces incluso son incoloros (Kummer, 1972). Estos macromicetos crecen en los claros de los bosques, alimentándose de restos de tallos o raíces de diferentes herbáceas (Cuesta, 2003).

Se distribuyen a nivel mundial y están presentes en diversos tipos de hábitats, tanto en climas templados como en zonas tropicales, a menudo formando asociaciones con una gran variedad de especies vegetales (Halbwachs et al., 2013).

La familia Pleurotaceae es otro grupo representativo de los ecosistemas tropicales. El género insignia es *Pleurotus*, el cual contiene especies con píleos flabeliformes carnosos, que generalmente se unen al sustrato mediante un pie excéntrico o lateral, aunque puede haber especies que no presenten pie; las láminas son decurrentes muy juntas unas de las otras, a veces pueden estar notablemente separadas. Son hongos lignícolas capaces de descomponer la lignocelulosa eficientemente (Flecha-Rivas, 2014).

Dentro del cerro encontramos dos géneros de pleurotáceos: *Nothopanus* y *Pleurotus*. Muchas especies de este último se cultivan alrededor del mundo y son aprovechadas como fuente de alimento, como el *Pleurotus djamor*, presente en Cinco de Oro. Como dato curioso esta especie es utilizada por algunos chinantecos debido a su potencial gastronómico en el municipio de Valle Nacional (López-García et al, 2020), comunidad vecina Santa María Jacatepec.

La familia Psathyrellaceae incluye especies frágiles y con esporas oscuras, usualmente de pequeño tamaño, en Cinco de Oro está representada por los géneros *Coprinellus*, *Lacrymaria* y *Parasola*, que son hongos descomponedores especialmente de restos vegetales, por lo que contribuyen en el ciclo de nutrientes de los ecosistemas. No obstante, se trata de una de las familias con mayor dificultad para identificar taxonómicamente a sus integrantes, ya que muchas de las especies

podrían ser sinonimias o pertenecer a otros géneros, lo que dificulta su identificación (Nagy et al., 2013).

Otra familia bien representada es Mycenaceae, con los géneros *Xeromphalina* y *Mycena*, este último cuenta con más de 500 especies descritas en el mundo, son hongos generalmente de pequeño tamaño con basidiomas algo frágiles (Niveiro, 2015). En cuanto al género *Xeromphalina* se trata de hongos de mediano tamaño con sombreros de colores naranjas o amarillos, cuentan con una distribución mundial y crecen gregarios o cespitosos sobre restos vegetales en descomposición de diversas gimnospermas y angiospermas (Miller, 1968).

También tenemos a la familia Agaricaceae con los géneros *Leucocoprinus*, *Cystolepiota* y *Lepiota*. Estos últimos crecen principalmente en el suelo, descomponiendo la lignina y celulosa de los restos vegetales. Se distribuyen en todo el mundo, aunque son más diversos y abundantes en las regiones tropicales (Vellinga, 2004).

A pesar de tratarse del grupo de hongos mejor conocido y estudiado, la comprensión de la diversidad y distribución de los Agaricales en los trópicos está lejos de estar completa, pues muchos de los especímenes tropicales no han sido documentados ni descritos, lo que dificulta su estudio (Ovrebo, 1996).

7.2.2. Polyporales

Otro de los órdenes de Agaricomycetes mejor estudiados es el de los Polyporales, con más de 1800 especies registradas a nivel mundial (Vinjusha y Kumar, 2022), lo que lo convierte en uno de los grupos de hongos más destacables y mejor representados en todos los bosques del planeta (Rajchenberg, 2011).

Estos hongos se caracterizan por presentar himenios porosos, laberintiformes o en menor medida laminares, forman basidiomas de consistencias carnosas, corchosas o correosas. La mayoría son especies lignícolas que se alimentan de la madera, provocándole dos tipos de pudrición: blanca y café, en la primera, los hongos descomponen celulosa, hemicelulosas y lignina, reduciendo así la madera a una

masa fibrosa blanquecina. Los poliporáceos que causan la pudrición café utilizan hemicelulosas y celulosas de la pared celular, dejando la lignina sin degradar, pero descomponiéndola a tal punto que la madera se rompe en pequeños trozos oscuros que se desintegran fácilmente (Raymundo y Valenzuela, 2003). Al ser la mayoría lignícolas, y a su vez saprobios degradadores, su presencia es bastante notable en los ecosistemas tropicales, pues son hongos que se encuentran típicamente creciendo sobre madera en descomposición o parasitando algunos árboles (Cuesta, 2003).

Las familias de Polyporales presentes en Cinco de Oro son: Cerrenaceae, Irpicaceae, Meripilaceae, Panaceae y Polyporaceae (Fig. 6), siendo esta última la que más taxones presentó, con 14 especímenes que representan el 67% del orden. La mayoría corresponde a especies lignícolas, como el *Favolus tenuiculus* el cual es aprovechado en algunas zonas de la región del Papaloapan por ser un hongo comestible (López-García et al., 2020), o los *Lentinus* spp., los cuales destacan entre los poliporáceos por presentar un himenio con láminas en lugar de poros.

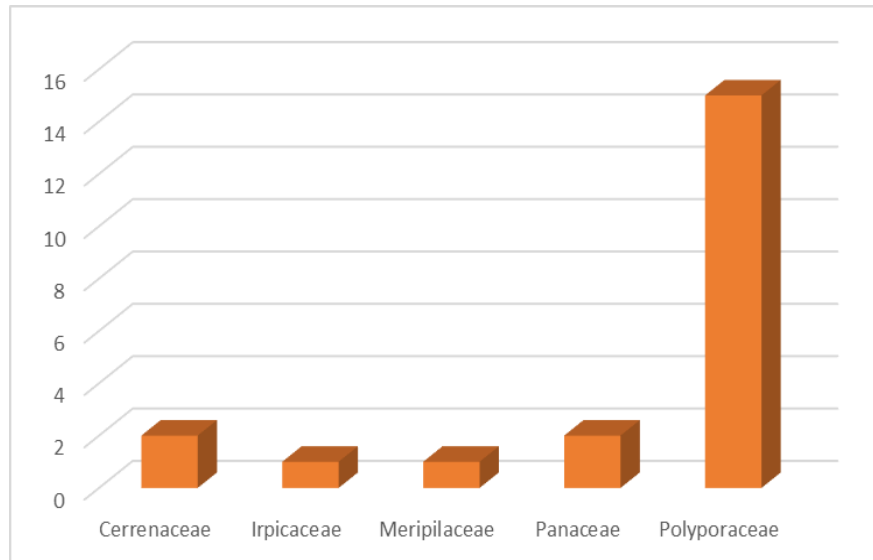


Figura 6. Familias del orden Polyporales

Los poliporáceos son sumamente relevantes en los ecosistemas, no solo por ser los principales degradadores de madera, sino que también son cruciales para la

proliferación de otros grupos de hongos. Por ejemplo, cuando la madera se encuentra en un estado notable de pudrición pueden aparecer especies de Agaricales como *Mycena*, *Pholiota*, *Pluteus* o *Trametes*. Cuando la madera se convierte en aserrín, éste se convierte en el hábitat idóneo para la aparición de especies de *Bolbitius*, *Cyathus* *Entoloma*, o *Stropharia* (Cuesta, 2003).

7.2.3. Otros órdenes

El resto de los órdenes de Basidiomycota apenas cuentan con uno o dos taxones, en conjunto abarcan tan solo el 10% de los basidiomicetos del cerro Cinco de Oro (Fig. 4) (Anexo 4), pero eso no quiere decir que no sean igual de interesantes. Uno de estos grupos son los Auriculariales (representado por dos especies de *Auricularia*), este orden contiene más de 30 géneros y 200 especies distribuidas en el mundo (Zhou & Day, 2013). En México se han registrado ocho especies de *Auricularia*, de las cuales siete son comestibles, la mayoría se encuentra en zonas tropicales y subtropicales del centro y sur del país. Aunque no lo parezca es una cifra significativa, pues se reportan solo diez especies de *Auricularia* en todo el continente americano (Rodríguez-Gutiérrez et al., 2022).

Estos hongos son fácilmente reconocibles por su peculiar morfología que asemeja a una oreja y su consistencia gelatinosa. Como todas las especies lignícolas, desempeñan un papel importante en los ecosistemas forestales, especialmente en los BT, donde se encargan de degradar la madera de angiospermas de árboles muertos, tocones, troncos, ramas caídas y madera podrida (Wu et al., 2021).

Rodríguez-Gutiérrez et al. (2022) mencionan que aún puede haber muchas especies nuevas de *Auricularia* por describir, dado que en los BT las exploraciones micológicas han sido pocas en comparación con otros ecosistemas. Aunado a la falta de información, en este trabajo se presentó la dificultad de conservar algunos basidiomas de Auriculariales, pues estos se pudrían con facilidad y relativa rapidez una vez que eran separados de su sustrato, lo que claramente complica el estudio de esta clase de hongos.

Los Gomphales son otro orden bastante representativo, siendo uno de los grupos de hongos de mayor relevancia por sus especies ectomicorrícicas y comestibles, las cuales gozan de una gran importancia tradicional y económica en algunos estados de México. Aunque en el país los miembros de este grupo son más comunes en los bosques templados se pueden encontrar en varios tipos de vegetación, incluyendo BT y subtropicales (González-Ávila et al., 2016).

En Cinco de Oro podemos encontrar Gomphales de morfología ramaroide como *Lentaria surculus*, o con la clásica forma de trompeta como en el *Gloeocantharellus pleurobrunnescens*. Algunas investigaciones muestran que los estados del centro y sureste, entre ellos Chiapas, Veracruz y Oaxaca, poseen una mayor riqueza de especies de Gomphales que los demás estados del país. En realidad, México alberga cerca del 27% de las especies de Gomphales conocidas en el mundo, aunque fácilmente podría alcanzar más del 50% si se explorasen mejor las regiones tropicales del país (González-Ávila et al., 2016).

Por último, tenemos a los Hymenochaetales, Geastrales y Trechisporales. El primero con dos taxones, y los dos últimos con apenas uno, siendo los órdenes de basidiomicetos con menos especies registradas en el cerro Cinco de Oro.

Los Hymenochaetales son hongos degradadores de la madera que causan podredumbre blanca, al igual que muchas especies de poliporáceos, lo que erróneamente provocó que se clasificaran dentro de algunas familias de Polyporales, cuando en realidad se trata de un grupo completamente independiente con su propio orden. Los miembros de este grupo muestran una variada morfología, desde basidiomas efuso-reflejados hasta formas espatuladas, coraloideas, y la clásica forma píleo-estipitada, los himenios también son variados, pueden ser lisos, porosos, laminados o con espinas. La mayoría son saprobios lignícolas, aunque algunas especies incluso colonizan árboles vivos, lo que difumina la distinción entre saprofitismo y parasitismo (Larsson et al., 2006).

En Cinco de Oro este orden está representado por *Cotylidia diaphana* y una especie de *Trichaptum* sp., ambos lignícolas degradadores. Las especies de *Cotylidia* se caracterizan por sus basidiomas infundibuliformes o espatulados con estípites, lo que

les da una apariencia como de abanico. A menudo presentan colores claros y un himenóforo que puede ser liso o rugoso (Kout & Zíbarova, 2013). En cuanto a *Trichaptum* se trata de un género cosmopolita con más de 23 especies descritas en el mundo, de las cuales 16 se distribuyen en los ecosistemas tropicales y subtropicales (Dai et al., 2009). Son hongos considerados como degradadores primarios de la madera, muchos Hymenochaetales atacan el tejido muerto de los tallos de los árboles, debilitando los troncos y haciéndolos vulnerables a los fuertes vientos (Larsson et al., 2006).

Los Geastrales son otro grupo de hongos bastante llamativo por su peculiar morfología, poseen cuerpos esféricos formados por dos capas distinguibles: el exoperidio, una capa coriácea que al inicio del desarrollo envuelve todo el basidioma y cuando se alcanza la madurez, éste se abre en lacinias (tiras largas e irregulares que asemejan a los pétalos de una flor), por lo general son cinco o más lacinias, lo que termina otorgándole al hongo su particular forma de estrella. La otra capa es el endoperidio, una membrana más delicada que envuelve la gleba y en la parte apical de éste se abre un poro por donde son liberadas las esporas (Campi y Maubet, 2015).

El género *Geastrum* es uno de los más diversos dentro de los hongos gasteroides (un grupo polifilético que engloba diversas especies de hongos generalmente con formas esféricas), con más de 100 especies descritas en el mundo, sin embargo, una gran diversidad permanece oculta, especialmente en las áreas poco exploradas como las regiones tropicales en donde no se han hecho muchos esfuerzos por estudiar taxonómicamente este tipo de hongos (Accioly et al., 2019). Estas especies tienen una distribución cosmopolita y aunque son más comunes en ecosistemas templados también hay especies tropicales, como el *Geastrum schweinitzii*, el cual está presente en Cinco de Oro y se diferencia del resto de especies de *Geastrum* porque forma una masa compacta blanca de micelio (llamada subículo) que crece sobre el sustrato (Campi y Maubet, 2015).

El último orden de los Basidiomycota corresponde a los Trechisporales, representado por *Hydnodon telephorus*, especie que se distribuye en las zonas

tropicales de América y se caracteriza por su morfología hidnoide, es decir presenta un himenio con “agujas o dientes”, su píleo adopta formas irregulares similares a espátulas o incluso embudos, con un margen notablemente lobulado, crece de manera cespitosa y gregaria en grandes conjuntos sobre el suelo de los bosques del Neotrópico (Ryvarden, 2002).

7.3. Diversidad taxonómica de Ascomycota

A nivel mundial Ascomycota es la división más diversa, con más de 64,000 especies registradas (Kirk, et al., 2009), estos hongos se caracterizan por formar estructuras microscópicas en forma de saco, denominadas ascas, en las cuales se almacenan las esporas (Schoch, et al., 2009). Al igual que los basidiomicetos, en las regiones tropicales se presentan una gran diversidad de especies de ascomicetos debido a la complejidad estructural de los microclimas y microhábitats disponibles (Raymundo, et al., 2023).

Uno podría preguntarse, si Ascomycota representa al grupo más abundante de hongos, ¿por qué se hallaron tan pocas especies? Esto puede deberse a que solo una pequeña fracción de estos hongos produce estructuras reproductivas fácilmente visibles, además de que el 40% de ascomicetos son formadores de líquenes (Schoch, et al., 2009), los cuales no fueron contemplados en esta investigación. Esto nos brinda una explicación de por qué en muchos estudios taxonómicos, la división Ascomycota constituye apenas entre el 10 y el 20% de las especies registradas (Juárez-Ibarra, 1999; Gándara, et al., 2014; Pérez-López, et al., 2015; Chávez-García, 2016; Ruíz-Ramos, 2018), ya que la mayoría de estos hongos no producen estructuras reproductivas tan llamativas o lo suficientemente grandes para ser fácilmente vistas como los basidiomicetos, lo que dificulta su recolección y posterior estudio.

Los Xylariales son el orden de ascomicetos con más especies registradas en Cinco de Oro, con dos familias (Xylariaceae e Hypoxylaceae), cuatro géneros y siete taxones (entre especies y afines), le siguen los Pezizales con una familia

(Sarcoscyphaceae), dos géneros y tres especies, y, por último, el orden Hypocreales con solo una familia (Cordycipitaceae) y un género con su respectiva especie (Fig. 7).

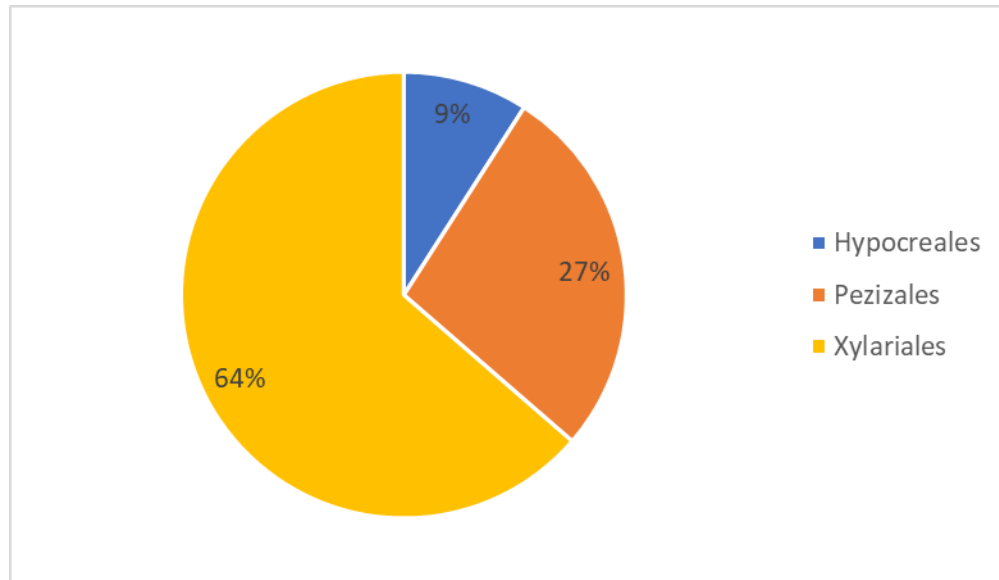


Figura 7. Porcentaje de los órdenes de Ascomycota

7.3.1. Xylariales

La familia Xylariaceae es una de las más representativas de los ecosistemas tropicales y subtropicales (Pérez-Silva, 1975). En México, *Xylaria* es el género de ascomicetos mejor conocido, estos hongos presentan una morfología cilíndrica o claviforme característica, a menudo con forma de dedos irregulares, son de hábitos saprófitos, por lo que en su mayoría se trata de especies lignícolas, aunque también existen algunas que crecen sobre frutos en descomposición (Osorio-Navarro et al., 2022).

Hypoxylaceae es otra familia de Xylariales que se caracteriza por presentar ascocarpos de tipo carbonáceo con pigmentos que reaccionan al KOH, suelen estar asociados a la madera en descomposición de angiospermas (Wibberg et al., 2021). Cuentan con una distribución mundial, y están notablemente presentes en los ecosistemas tropicales desempeñando un importante papel ecológico como descomponedores de la madera (Stadler, 2011).

En Cinco de Oro los Xylariales son el grupo de ascomicetos con más especies registradas, a pesar de contar con solo dos familias albergan más de la mitad de las especies de Ascomycota dentro del cerro. Se registraron tres especies de *Xylaria* y una de *Xylosphaera* aff. *ianthinovelutina* en la familia Xylariaceae, mientras que Hypoxylaceae es representada por *Daldinia grandis* y *Phylacia globosa* (Anexos 1 y 5).

7.3.2. Pezizales

Los Pezizales son otro grupo característico de los bosques tropicales del sureste de México (Guzmán y Guzmán-Dávalos, 1979), son hongos llamativos debido a su peculiar forma de disco o copa y sus colores a menudo brillantes. Dentro de este orden, podemos destacar a la familia Sarcoscyphaceae, la cual se caracteriza por sus apotecios cupulados generalmente estipitados, de colores rojos o naranjas gracias a la presencia de carotenoides (Ortega-López et al., 2019).

En la comunidad Santa María Jacatepec han sido reportadas tres especies de pezizáceos pertenecientes a la familia Sarcoscyphaceae: *Cookeina speciosa* (Fr.) Dennis, *C. tricholoma* (Mont.) Kuntze, y *Phillipsia domingensis* (Berk.) Berk. ex Denison (Ortega-López et al., 2019), todas ellas están presentes en el cerro Cinco de Oro.

En la zona de estudio hay una notable presencia de *Cookeina speciosa* y *C. tricholoma*, estas especies son conocidas coloquialmente como “copas de vino”, debido a su forma característica y sus colores que van de un sutil rojizo a brillantes tonos rosáceos (Ortega-López et al., 2019), son bastante comunes a lo largo del sendero, sobre todo en los meses de julio a octubre, y los podemos encontrar creciendo sobre madera en descomposición. Otro miembro de la familia es *Phillipsia domingensis*, aunque es menos común que sus contrapartes, se trata de un hongo bastante llamativo por su peculiar forma de disco y su intenso color violeta en el interior del apotecio, el cual destaca entre el verde de la vegetación.

7.3.3. Hypocreales

Este orden alberga especies de importancia ecológica y económica, ya que pueden ser saprobios, parásitos de plantas, insectos e incluso de otros hongos, lo que los lleva a ser aprovechados por la agricultura como agentes de biocontrol, incluso existe evidencia de que algunas especies de Hypocreales son capaces de potenciar el crecimiento de las plantas además de ayudarlas a combatir a los patógenos (Chaverri y Vilchez, 2006). En Cinco de Oro encontramos a la familia Cordycipitaceae, representada por *Cordyceps* aff. *farinosa*. Estos hongos se caracterizan por parasitar insectos, arácnidos y otros artrópodos, hay especies capaces de infectar semillas, hongos u otros tipos de sustratos. Algunas son de suma importancia económica ya que funcionan como agentes de control biológico de plagas agrícolas o forestales, otras tienen usos medicinales o hasta alimenticios. Las especies de Cordycipitaceae se distribuyen por todo el mundo, pero son más diversas en las regiones tropicales y subtropicales (Kepler et al., 2017).

7.4. Clasificación según el tipo de sustrato

Los hongos se alimentan casi exclusivamente por medio de la degradación y absorción de diversos sustratos orgánicos, es decir materia animal o vegetal, viva o muerta, dicha condición termina clasificándolos en: parásitos, saprófitos/saprobios, y simbioses, según su tipo de nutrición (Cuesta, 2003).

La versatilidad y adaptabilidad para nutrirse de casi cualquier sustrato orgánico les permite abarcar una amplia gama de roles en los ecosistemas, por ejemplo, como parásitos pueden influir en el *fitness* y la supervivencia de plantas y animales, regulando sus poblaciones. Por el contrario, pueden beneficiar a otros organismos cuando actúan como mutualistas o simbioses, en el caso de las plantas a través de las micorrizas, ayudándolas en la captación de nutrientes, a combatir los patógenos o en la resistencia a las sequías (Barrico et al., 2012).

En los ecosistemas tropicales, la mayoría de los macromicetos son de hábitos saprófitos, es decir, que se encargan de la descomposición de la materia orgánica inerte, sea cual sea su origen, aprovechando prácticamente cualquier tipo de

sustrato orgánico (Cuesta, 2003). Este tipo de hongos cumplen un rol crucial como descomponedores, participando activamente en los ciclos biogeoquímicos de carbono y nitrógeno (Dighton, 2016).

En el cerro Cinco de Oro, el 51% de hongos son saprobios lignícolas, el 32% corresponde a especies terrícolas; el 16% saprobios humícolas que crecen sobre la hojarasca, y el 1% restante corresponde a una especie entomopatógena (parásita de insectos) (Fig. 8).

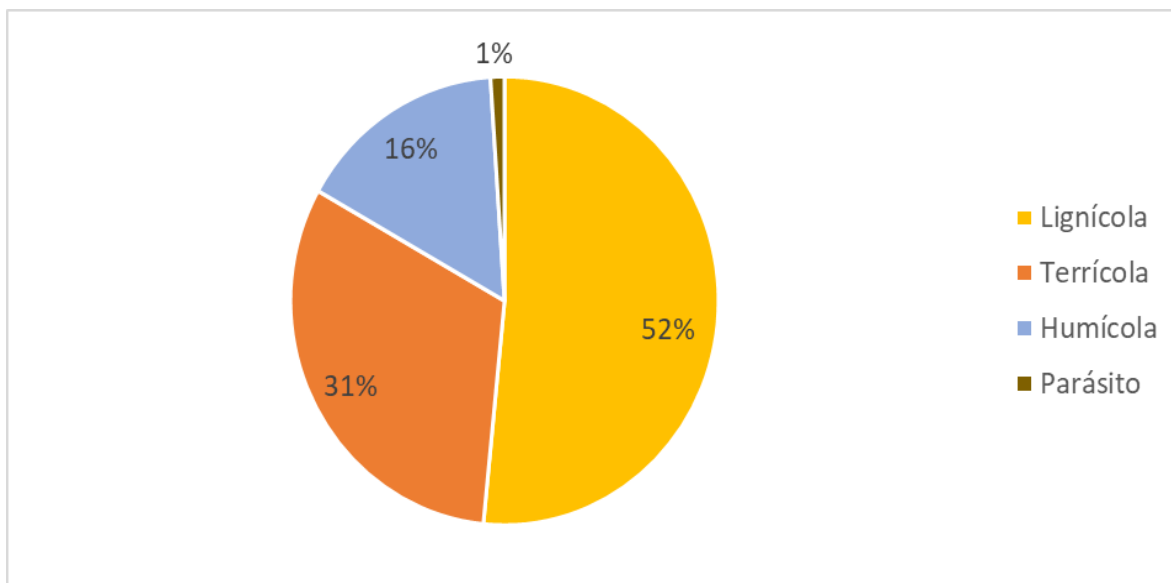


Figura 8. Tipos de hongos según el sustrato

El hecho de que la mayoría de las especies sean lignícolas concuerda con lo que mencionan Guzmán y Guzmán-Dávalos (1979), pues en los ecosistemas tropicales los hongos son más propensos a desarrollarse sobre la madera en descomposición, debido a que las altas temperaturas y la humedad provocan que el humus se descomponga rápidamente, lo que obliga a los macromicetos a crecer sobre madera, la cual funciona como un excelente sustrato por su capacidad de retener la humedad.

Otro elemento que contribuye a la presencia de estos hongos radica en la calidad de la madera, ya que la de las coníferas presenta mayor resistencia debido a la

presencia de resina, en contraste con la madera de especies tropicales, la cual exhibe una mayor permeabilidad, esto explica la limitada ocurrencia de especies lignícolas en los ecosistemas boscosos de climas templados, a diferencia de lo que ocurre en los BT (Guzmán y Guzmán-Dávalos, 1979).

Es posible que las especies terrícolas puedan desarrollar simbiosis micorrícicas con las plantas adyacentes, sin embargo, las pocas especies micorrícicas tropicales que se conocen corresponden a micromicetos. En los trópicos las micorrizas siguen siendo objeto de estudio, por lo que no se tiene mucho conocimiento acerca de su participación en los BT, a pesar de ser regiones en donde la diversidad vegetal y fúngica es más exuberante (Álvarez-Manjarrez, et al., 2021).

De hecho, la diversidad de hongos ectomicorrícicos (macromicetos que forman micorrizas) es baja en los BT comparado con las especies de los bosques templados y boreales (Tedersoo, et al, 2014); aun así, algunos géneros que aquí se encontraron están citados como especies ectomicorrícicas, por ejemplo, *Entoloma*, *Gloeocantharellus*, *Hygrocybe* y *Macrocybe* (Comandini, et al., 2012; Cardoso, 2020). Conforme se vayan investigando los suelos y las raíces tropicales se irán descubriendo otras formas de simbiosis micorrícicas aún no descritas (Álvarez-Manjarrez, et al., 2021).

El 16% de los macromicetos son humícolas, o sea que se alimentan del humus, que son las hojas, ramas, o materia vegetal que se descompone en el suelo. Estos hongos cumplen un rol importante en la descomposición de la hojarasca y el nutrimento de los suelos debido a su naturaleza saprofítica (Sunum, 2013), por lo general se trata de especies pequeñas y delicadas que crecen sobre las hojas caídas, es común incluso notar el micelio debajo de estas. Sin lugar a duda los humícolas mejor representados en este trabajo dentro del cerro Cinco de Oro son las especies del género *Marasmius*, aunque también es común encontrar al género *Mycena*.

Respecto a la especie parásita, se trata de *Cordyceps aff. farinosa*, un hongo entomopatógeno con una distribución mundial en zonas templadas y tropicales (Zimmermann, 2008), y aunque puede parasitar a diversas especies de artrópodos

normalmente se encuentra más asociado a pupas de lepidópteros (Rodríguez et al., 2023). Los hongos del género *Cordyceps* cumplen un rol específico en la naturaleza como parásitos de insectos, por ello, actualmente son considerados el grupo de organismos más importante en el control biológico de plagas, convirtiéndolos en una de las mejores alternativas por ser económica y ecológicamente sustentable (Pacheco-Hernández et al., 2019).

7.5. Clasificación según la función en el ecosistema (grupos funcionales)

De acuerdo con Zanne et al. (2019), los hongos pueden ser clasificados según sus “estrategias ecológicas”, refiriéndose al papel específico que cumplan estos organismos en los ecosistemas. Estas “estrategias” son mejor conocidas como grupos funcionales, y los principales grupos funcionales de macromicetos que podemos encontrar son los saprófitos o saprobios terrestres, los descomponedores de la madera y los ectomicorrícicos (Kutszegi, et al., 2020).

Existen otros grupos como los hongos endófitos y los patógenos o parásitos. Los endófitos habitan en las plantas vivas sin causar algún daño mientras que los patógenos causan enfermedades mientras obtienen nutrientes de su hospedero. Los hongos saprófitos por otro lado obtienen energía y nutrientes al descomponer la materia orgánica vegetal muerta, y los hongos micorrícicos ayudan en la absorción de nutrientes de las plantas a cambio del carbono que éstas producen (Zanne, et al., 2019). En este trabajo se logró encontrar en el Cerro Cinco de Oro hongos saprófitos (88%), simbiontes ectomicorrícicos (11%) y al menos una especie parásita (1%), en este caso entomopatógena (Fig. 9).

Lo más probable es que haya más grupos funcionales presentes dentro del cerro, sin embargo, debido a que los hongos endófitos viven asintomáticamente dentro de los tejidos vegetales (Gamboa-Gaitán, 2006), lo que implica un tamaño microscópico, y dado que no se analizaron especies microscópicas, no aparecen en esta clasificación, aunque eso no significa que no estén presentes en la zona o en los ecosistemas tropicales.

En Cinco de Oro la gran mayoría de especies registradas corresponden a especies saprófitas, ya sean lignícolas o húmicas. Esto no es de extrañarse, pues la saprotrofia no es un estilo de vida inusual entre los hongos, por el contrario, está presente en la mayoría de los grupos, aunque las especies saprobias lignícolas y húmicas (los cuales proceden de linajes filogenéticos cercanos) se encuentran exclusivamente en el subreino Dykaria. En todos los ecosistemas las especies saprófitas tienen la labor de degradar la materia orgánica muerta, ya sea madera, hojarasca o materia vegetal del suelo, actuando como ingenieros bioquímicos que reciclan grandes reservas de carbono y nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas (Zanne, et al., 2019).

Por otro lado, los hongos ectomicorrícicos del cerro representan un porcentaje menor, apenas unas cuantas especies son citadas en la literatura como tal (Anexo 1). Según Zanne y colaboradores, las micorrizas se clasifican en cuatro grupos principales: arbusculares, ectomicorrizas, micorriza ericoide y la micorriza orquidoide. Estos grupos se definen según las características de las estructuras de interfaz planta-hongo que se forman dentro de las raíces, o en los últimos dos casos según la taxonomía de los hospedadores (ya sea el orden Ericales o la familia Orchidaceae respectivamente). Las simbiosis micorrícicas cumplen un papel importantísimo no solo porque ayudan a las plantas a obtener nutrientes, sino que también mejoran la absorción de agua, permiten la comunicación entre individuos, alivian el estrés por metales pesados o salinidad, y protegen a las plantas de diversos patógenos. Otra función destacable de las especies micorrícicas es que pueden influir significativamente en la dinámica del carbono, aportando directamente materia orgánica en los suelos de los ecosistemas terrestres (Zanne, et al., 2019).

El último grupo funcional reportado corresponde al de los patógenos, representado por una especie entomopatógena del género *Cordyceps*. En términos generales, para ser considerado un hongo patógeno la especie tiene que infectar el tejido del hospedero y provocar alguna enfermedad, perjudicando su funcionamiento normal y comprometiendo la supervivencia. Aunque estos hongos han sido responsables

de mermar las poblaciones de varias especies animales (sobre todo anfibios e insectos) la mayoría de los patógenos infectan a las plantas, por lo que resultan especies de gran importancia ecológica y económica (Zanne, et al., 2019).

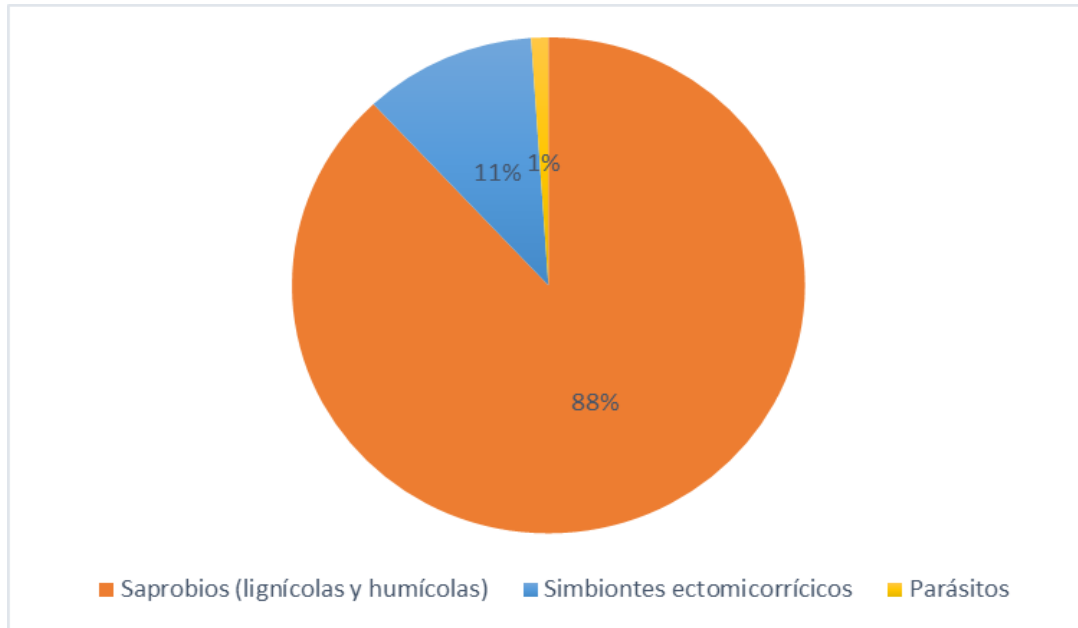


Figura 9. Clasificación de los macromicetos del cerro Cinco de Oro según sus grupos funcionales

7.6. Nuevos registros de macromicetos para Oaxaca y la Región Papaloapan

Tan solo de las 58 especies identificadas, 26 se consideran nuevos registros para el estado y por lo tanto también para la región del Papaloapan. Ni la comunidad de Santa María Jacatepec ni la región del Papaloapan cuentan con inventarios taxonómicos micológicos, y en general carecen de estudios científicos que expongan la diversidad fúngica que poseen. Es importante la realización de este tipo de estudios ya que el conocimiento sobre la composición de las especies presentes en los ecosistemas es una fuente de información esencial para planificar el manejo y protección de los organismos en cuestión (Chávez-García, 2016), sobre todo en zonas donde la información disponible es escasa y las acciones de conservación son pocas, como lo es en este caso.

Este proyecto pretende contribuir al conocimiento micológico de los macromicetos tropicales de la comunidad de Santa María Jacatepec, siendo un listado taxonómico reciente pero a su vez un trabajo preliminar, puesto que tan solo ha sido explorada una minúscula parte de los BT presentes en la localidad y en un periodo de tiempo relativamente corto, pues una sola temporada de lluvias no es suficiente para conocer la diversidad fúngica completa de una zona, ya que algunas especies requieren de condiciones altamente específicas y adecuadas para su fructificación, por lo que algunas no producen esporocarpos en largos periodos de tiempo, de ahí que se sugiera hacer exploraciones y monitoreos más extensos, abarcando al menos de tres a cinco temporadas de lluvias (Chávez-García, 2016).

No obstante, el fruto de este modesto trabajo se observa en estos coloridos organismos, que han sido registrados y quizás admirados por primera vez en este humilde cerro de la Cuenca del Papaloapan, algunos de los cuales se muestran a continuación.

Ascomycota

***Daldinia grandis* Child**

= *Daldinia concentrica* f. *californica* Lloyd, Mycol

Esporocarpo 20-40 mm, sésil, globoso a subgloboso, pulvinado, superficie lisa negra, ligeramente barnizada con pequeños gránulos; aspecto similar al carbón, desprende pigmento grisáceo con KOH, aunque estas desaparecen conforme va madurando el ejemplar; zonas concéntricas definidas en el contexto, línea de peritecios tubulares alineados unilateralmente con ostiolo, tejido debajo de la capa peritecial compuesto de zonas alternadas de aspecto leñoso. Ascosporas 14-22 (-23.5) x (6-) 7-11 (-12.5) μm , elipsoidales, de color café achocolatado, con pared lisa, algunas ligeramente inequilaterales, con los extremos notablemente redondeados, indehiscentes en KOH, en algunas se observa una hendidura germinal. Esporomas lignícolas, sésiles (Fig. 10).

Discusión: El material estudiado concuerda con Ju et al. (1997), Statler et al. (2014) y Barbosa-Reséndiz et al. (2020), principalmente por el tamaño de las ascosporas de 14-22 (-23.5) x (6-) 7-11 (-12.5) μm con el periosporio indehisciente en KOH, por el esporoma sésil, con una superficie lisa y que desprende un pigmento grisáceo con KOH. Ju et al. (1997) mencionaron que una especie similar es *D. loculata*, pero presenta esporas de 11-14 (-15.5) x 6-8 (-8.5) μm , conocida de Estados Unidos y señalaron que deberían considerarse variedades de una misma especie; Barbosa-Reséndiz et al. (2020) citaron a *D. loculata* (Lév.) Sacc. como sinonimia de *D. grandis* y señalaron que fue registrada por Ju et al. (1997) como *D. loculata*; sin embargo, estos últimos, describen ambas especies y en *Index Fungorum* (2024) los dos taxones son válidos. *D. grandis* se registra por primera vez para Oaxaca y para el bosque tropical perennifolio, Ju et al. (1997) la citaron por primera vez para México de Nuevo León de bosque de encino y de Tamaulipas sin especificar el tipo de vegetación; y de Nueva Zelanda y Estados Unidos. Statler et al. (2014) la citaron de Brasil, Costa Rica, Ecuador, México y Estados. Barbosa-Reséndiz et al. (2020) la registraron en Durango, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Tamaulipas y Veracruz; mencionaron que se distribuye en Estados Unidos, México y Nueva Zelanda, aunque Statler et al. (2014) señalaron que el espécimen de Nueva Zelanda pertenece al grupo de *D. concentrica* por lo que la especie solo se distribuye en América.

Material estudiado: OER 118 (LADEFUVE).

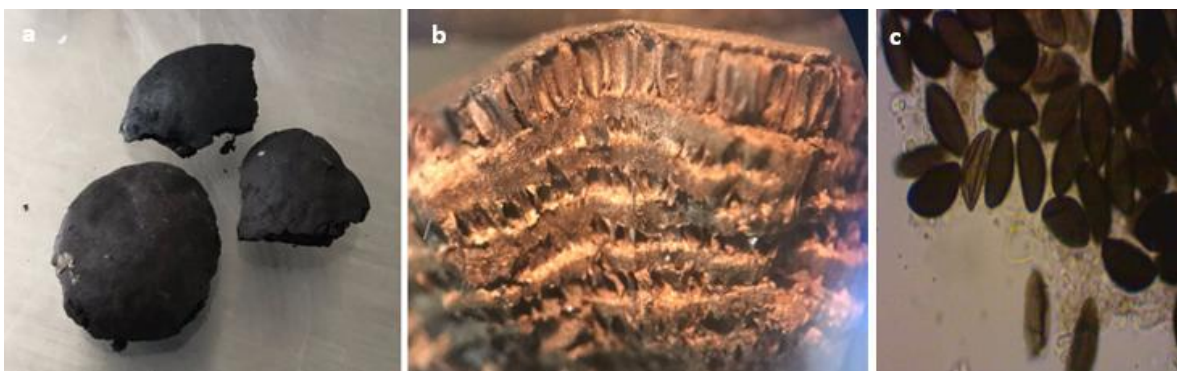


Figura 10. *Daldinia grandis*, a) ascocarpos, b) peritecios, c) esporas

***Phylacia globosa* Lév.**

Ascocarpos globosos de 5 a 8 mm de diámetro, más o menos esféricos (algunos crecen de forma alargada), completamente negros, laqueados, de consistencia dura, no presentan ostiolo en la parte apical, el ápice es ampliamente redondeado desintegrándose con la edad y mostrando una zona circular claramente definida en el centro, sin zonas concéntricas en su interior, crecen en gran cantidad sobre madera en descomposición. Se distribuyen en las zonas tropicales de América. Esporomas lignícolas gregarios. Presenta ascosporas elipsoidales a casi rectangulares (oblongas), casi hialinas al principio y de amarillo a marrón pálido translúcido al madurar, sin hendidura germinal, de (11.1) 12 – 16 (17.9) x (3.9) 4.5 – 9.5 (10.1) μm (n = 20), con pared gruesa de 1 – 2 μm (Fig. 11).

Discusión: el ejemplar revisado coincide con las descripciones de Rodrigues y Samuels (1989), quienes destacan su consistencia dura y carbonosa con la superficie rugosa, del mismo modo mencionan que en ausencia de un poro apical, es el mismo ápice del ascoma el que se desintegra con la edad para liberar así las esporas, las cuales son descritas como oblongas a anchamente elipsoidales, lisas y de color marrón translúcido, las dimensiones de las esporas son bastante similares (11.8 - 15 x 8-9 μm). *P. globosa* se diferencia de *P. bomba* por el grosor de la pared celular, la cual puede ir de 0.5 a 1 μm de grosor, a diferencia de *P. bomba* que presenta una pared delgada. Medel et al. (2006) lo describen con esporas un tanto más pequeñas (9 – 15 μm), pero de igual forma mencionan la morfología globosa y el grosor de la pared como características destacables. Pérez-Silva (1972) también menciona la consistencia carbonácea y la ausencia del poro apical.

P. globosa se ha citado previamente en las zonas tropicales de países como Argentina, Brasil, Colombia y Venezuela (Medel, et al., 2006), en México se ha reportado en estados del centro como Puebla, y Morelos (Pérez-Silva, 1972), en el sureste en Chiapas, Quintana Roo y Veracruz (Medel, et al., 2006).

Material estudiado: OER 071



Figura 11. *Phylacia globosa*, a) ascocarpos, b) esporas de pared gruesa

Basidiomycota

***Amauroderma floriformum* Gomes-Silva, Ryvarden & Gibertoni**

Basidioma con píleo de 8 mm de diámetro, notablemente lobulado, hundido en el centro, convexo, superficie moderadamente rugosa, color café rojizo, píleo con tres lóbulos semicirculares (pueden presentar de 2 a 9 según la literatura), lo que le da el aspecto de “flor”, frágil cuando está seco. Poros desiguales, de distintos tamaños, unos grandes otros muy pequeños, himenio blanquecino con tonos grisáceos. Pie céntrico, sinuoso, liso, seco, comprimido, de 50 mm de largo x 10 mm de ancho. Consistencia frágil en seco. Solitario terrícola. Las esporas son globosas a subglobosas, de 6 – 9 (10) x 5 – 7 (8) μm , hialinas a amarillentas en KOH, de paredes gruesas finamente ornamentadas. Presenta un sistema hifal dimítico, con hifas generativas hialinas e hifas esqueléticas hialinas a color café. Esta especie se caracteriza por sus basidiomas pequeños con píleos profusamente lobulados (de ahí el epíteto *floriformum*), y microscópicamente por presentar esporas pequeñas globosas o subglobosas de no más de 10 μm de largo (Fig. 12).

Discusión: el ejemplar estudiado concuerda con las descripciones de Gomes-Silva et al. (2015), quienes destacan la morfología tan característica del sombrero, el cual puede presentar de 2 a 9 lóbulos, el píleo largo y sinuoso también es característico de esta especie. Gomes-Silva et al. (2015) mencionan que esta especie es fácilmente distinguible de los demás miembros del género gracias a su píleo lobulado, es parecido a *A. partitum*, pero se diferencia de éste por el sombrero con aspecto de flor y las esporas globosas, mientras que *A. partitum* tiene esporas más grandes elipsoidales a oblongas. Ha sido reportado en países como Brasil, en ecosistemas tropicales.

Material estudiado: OER 019

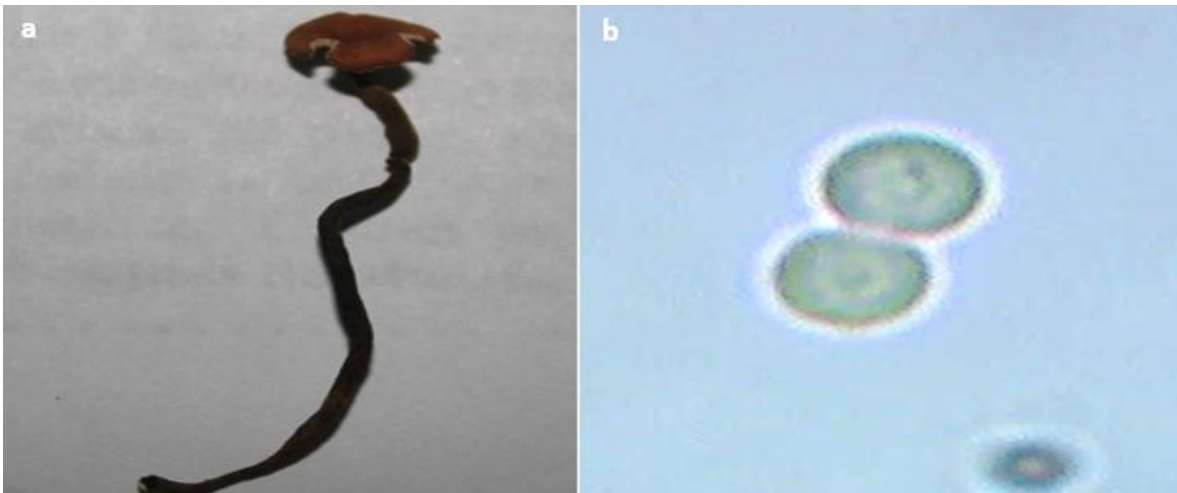


Figura 12. *Amauroderma floriformum*, a) basidiocarpo, b) esporas globosas

***Auricularia angiospermarum* Y.C. Dai, F. Wu & D.W. Li**

Píleos de 20 – 40 mm de diámetro, sésiles, con forma de oreja, de consistencia gelatinosa, superficie superior ligeramente aterciopelada con peños diminutos color blanco que se vuelven grises en los ejemplares secos. Margen liso, aunque en algunos está ligeramente lobulado o redondeado, basidioma de color café rojizo a tonos rojo vino o marrón vináceo. Himenio liso, aunque a veces con ligeras venaciones, pie definitivamente ausente o apenas notorio (pseudoestipitado). Esporas alantoides hialinas – amarillentas en KOH, de (11) 13-17 (22) x 5-8 (9.8)

µm, paredes lisas, pared delgada, en algunas se observan gúttulas o contenidos de aspecto aceitoso. Hifas fibuladas, médula ausente. Lignícola gregario creciendo sobre un tronco en descomposición. Distribución tropical (Fig. 13).

Discusión: las características de este ejemplar coinciden con las mencionadas por Gutiérrez et al. (2022) y Wu et al. (2021), quienes destacan su consistencia gelatinosa, la morfología auriculada y los colores con tonos vinosos. Las esporas alantoides también son característica de estas especies, aunque las esporas de estos ejemplares son ligeramente más grandes que las citadas por los autores mencionados, algunas alcanzando dimensiones similares a las esporas de *A. auricula-judae*, sin embargo, esta última solo se distribuye en Europa. Por mucho tiempo se consideró a ejemplares de *A. angiospermarum* como *A. auricula-judae*, pero estudios recientes demuestran que esta última cuenta con una distribución estrictamente europea (Gutiérrez, et al., 2022), de modo que los ejemplares en México citados como *A. auricula-judae* es probable que en realidad sean *A. angiospermarum*. Otra especie con la que puede confundirse es con *A. americana*, pero ésta crece exclusivamente en madera de gimnospermas. *A. angiospermarum* se ha citado en EE. UU. y en México en los estados de Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Durango, Guerrero, Morelos, Tlaxcala y Veracruz, en selva mediana caducifolia, selva alta perennifolia y algunos cafetales.

Material estudiado: OER 004

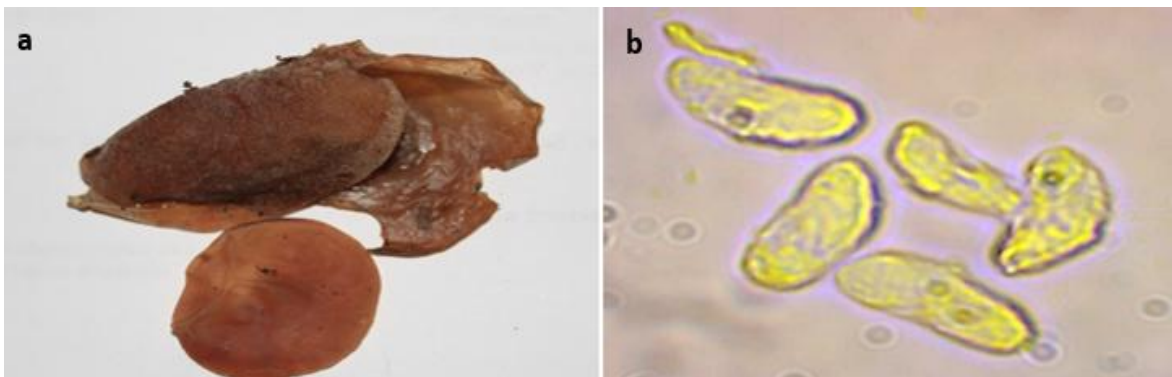


Figura 13. *Auricularia angiospermarum*, a) basidiocarpos, b) esporas alantoides

***Cerioporus varius* (Pers.) Zmitr. & Kovalenko**

= *Polyporus varius* (Pers.) Fr.

Píleo aplanado de 28 mm de diámetro, deprimido en el centro, superficie ligeramente viscosa, de color café a bronceado pálido, margen ondulado. Himenio poroso color blanco, los poros son muy pequeños y se distribuyen sobre la superficie superior del pie, 3 – 6 poros x mm. Pie oscuro rojizo, finamente aterciopelado, la cubierta oscura del pie aparece en los ejemplares conforme van creciendo y esta va ascendiendo a través del pie hasta hacerlo casi completamente negro, de 19 mm de largo x 8 mm de ancho. Lignícola solitario, crece típicamente sobre madera dura en descomposición. Presenta una amplia distribución en Norteamérica en distintos tipos de climas. Las esporas son cilíndricas, largas y delgadas de (6.7) 9 - 10 (11.5) x (1.9) 2 - 3 (3.7) μm , hialinas – verdosas en KOH, paredes lisas, inamiloides. La forma de bacilo de las esporas es una característica distintiva de la especie (Fig. 14). Discusión: de acuerdo con Kuo (2020) este poliporáceo es reconocible por su pie cartilaginoso finamente aterciopelado de color canela pálido en el ápice que se va ennegreciendo conforme madura, los poros del himenio recorren sutilmente la parte apical del estípite (otro carácter importante para distinguirlo). Microscópicamente las esporas son cilíndricas, alargadas con paredes lisas, las de Kuo (2020) son descritas con las mismas dimensiones (6–10 x 2–3 μm). Es una especie ampliamente distribuida en Norteamérica; también se conoce en Sudamérica, Europa, y Asia.

Material estudiado: OER 064

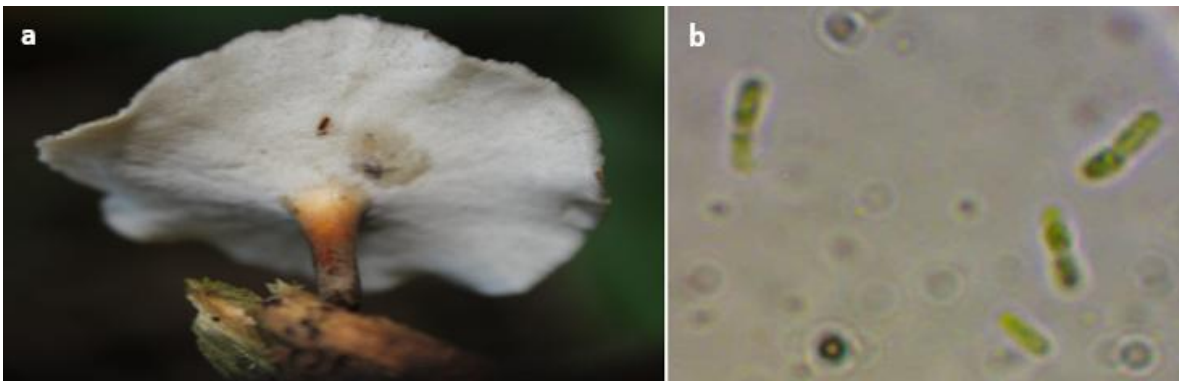


Figura 14. *Cerioporus varius*, a) píleo con himenio poroso, b) esporas cilíndricas

***Clavulinopsis aurantiocinnabarina* (Schwein.) Corner**

= *Clavaria aurantiocinnabarina* Schwein.

Basidiomas delgados y cilíndricos de 24 – 46 mm de largo x 4 mm de ancho, claviformes, sin ramificaciones, algo retorcidos, color naranja con manchones blancos, superficie rugosa, con la parte apical curvada (no termina en punta), estípite indistinto. Se distingue de otros clavaroides similares por su superficie seca, sus pocos centímetros de altura y su tendencia a crecer solo o en grupo. Esporas hialinas a amarillo pálido, de forma globosas o subglobosas, algunas con gútula en su interior, pared fina y delgada, superficie lisa, de (4.6) 5 – 7 (7.6) μm , con apéndice hilar de 1 μm . Basidios cilíndricos – clavaroides, con 4 esterigmas, algunos con cristales pequeños e irregulares en su interior, longitud de los basidios 43 x 7 μm . Cistidios ausentes (Fig. 15). Discusión: este llamativo hongo clavarioide es descrito por Furtado et al. (2016) como un hongo casi inconfundible gracias a sus intensos tonos naranjas, su forma cilíndrica sin ramificaciones, la ausencia de estípite y las esporas globosas hialinas o amarillentas. Ávalos-Lázaro et al. (2016) mencionan su superficie blanquecina pruinosa a pulverulenta como otra característica distinguible. Es conocido en las zonas tropicales de Brasil y también en países como Canadá, China, EE. UU., Panamá, Tailandia y Venezuela. En México se conoce en el estado de Tabasco.

Material estudiado: OER 107

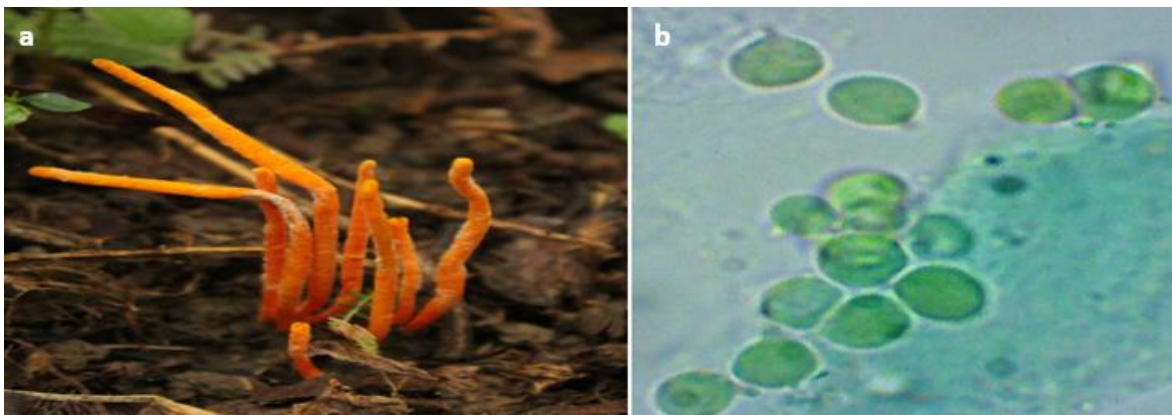


Figura 15. *Clavulinopsis aurantiocinnabarina*, a) basidiocarpos, b) esporas globosas

***Cotylidia diaphana* (Cooke) Lentz**

= *Stereum diaphanum* Cooke

Basidiomas con forma de abanicos/espátulados o con forma de embudo, diámetro de 25 – 30 mm, delgados, blancos con ligeros tonos crema en el margen, aunque se tornan completamente de este color al secarse. Superficie glabra, lisa, de margen aserrado. Pie excéntrico o lateral, blanco con tonalidades café – crema, de 20 – 30 mm de largo x 4 mm de ancho. Superficie himenal lisa, color blanco, sin láminas conspicuas, sino pequeñas venaciones o pliegues apenas notorios. Gregario lignícola. Esporas elípticas de 5 – 6 (7.4) × 3 - 5 μm , hialinas a verdosas en KOH, paredes lisas y delgadas. Cistidios cilíndricos de paredes finas y delgadas, sobresalientes, hifas monomíticas (Fig. 16). Discusión: la descripción coincide con la de Kaya (2009), con los píleos blancos y delgados en forma de espátula, los cuales se tornan café cremoso al madurar, los márgenes estriados y una superficie himenal lisa o a veces con venaciones sutiles. El tamaño de las esporas es similar (4-6,5 × 2,5-3,5 μm), también son hialinas, elípticas, y de paredes lisas. Vale la pena mencionar que la literatura científica disponible acerca de las descripciones tanto macro como microscópicas de esta especie es muy limitada, sin embargo, sus caracteres macroscópicos lo vuelven un hongo casi inconfundible. Su distribución es poco conocida, es citado por primera vez para el estado de Oaxaca y la Región Papaloapan.

Material estudiado: OER 066

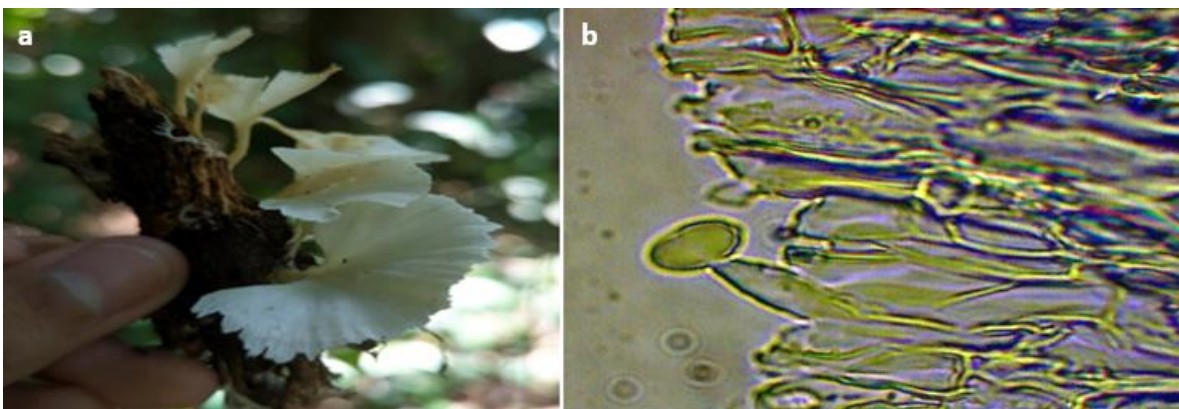


Figura 16. *Cotylidia diaphana*, a) basidiocarpos blancos en forma de abanicos, b) espora

***Crepidotus occidentalis* Hesler & A.H. Sm.**

Píleos de 5 mm de diámetro, sésiles, concados, color grisáceo, café pálido en la parte más próxima al sustrato, margen crenulado. Himenio gris – violáceo, láminas juntas, margen ligeramente ondulado, bifurcadas, de distintas longitudes. Lignícolas solitarios. Presenta esporas elipsoidales, 7 - 9 (10.3) x 4 – 6 μm , café – amarillentas en KOH, con pared gruesa de 1 μm , superficie lisa, basidios tetraspóricos de 18 – 25 x 9 – 13 (15.2) μm , con esterigmas largos de 7 a 9 μm (Fig. 17).

Discusión: algunas características macroscópicas que mencionan Krisai-Greilhuber et al. (2002) coinciden con este ejemplar, como la forma, el color del sombrero y las tonalidades de las láminas. Microscópicamente es más parecido, con esporas marrones elipsoidales de paredes gruesas y lisas, las dimensiones son casi las mismas (8 - 10 μm), con queilocistidios cortos de ápice redondeado, los basidios también se describen como cortos y se ilustran con esterigmas algo largos y anchos al igual que este ejemplar. Ha sido citado en el Estado de México y en zonas subtropicales del país (no especificadas).

Material estudiado: OER 128

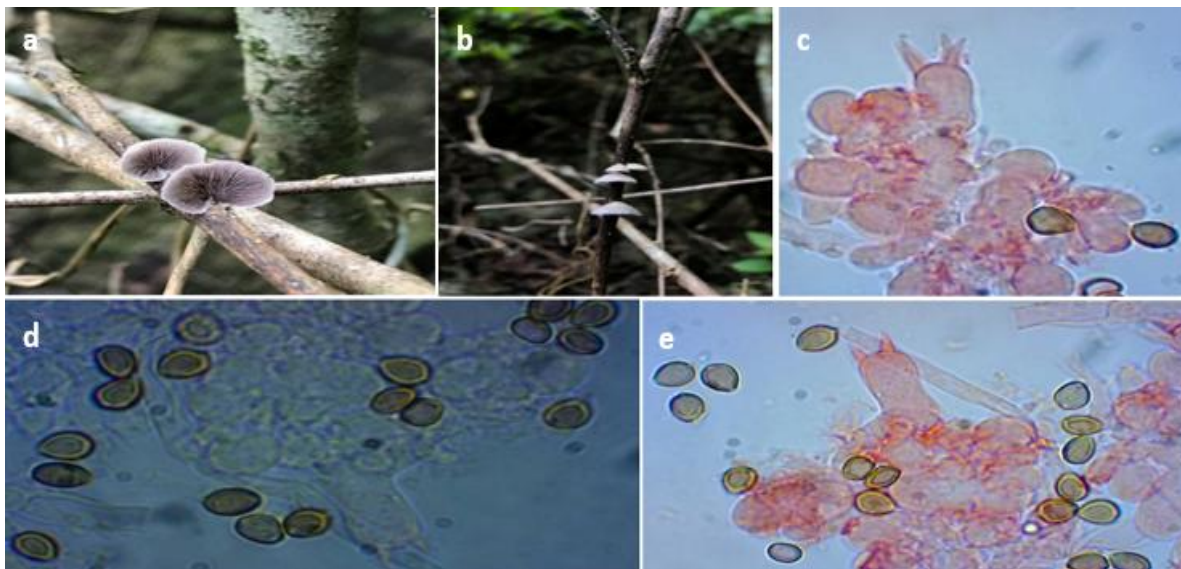


Figura 17. *Crepidotus occidentalis*, a-b) basidiocarpos, c-e) esporas y basidios anchos con esterigmas largos

***Crepidotus pseudoantillarum* Bandala, Montoya & M. Mata**

Hongos con el píleo adherido lateralmente al sustrato, 10 mm de diámetro, píleos ligeramente campanulados en los ejemplares más jóvenes a semicircular o planoconvexo en los adultos, basidiocarpos sésiles, blancos, translúcido estriados sobre todo en el margen, superficie glabra pero ligeramente viscosa y pegajosa al tacto; margen liso, incurvado al principio para luego verse recto o ligeramente ondulado cuanto el sombrero está completamente expandido. Himenio blanco, láminas juntas, de distintas longitudes, bifurcadas, cerosas, lamélulas presentes, en el centro se observa una pequeña “ranura” de la que parten las láminas dándole un aspecto reniforme al himenio. Olor y sabor no distinguibles. Distribución en ecosistemas tropicales. Esporas 7.5 – 11 (12) μm x 4 - 6 (7) μm oblongas a elipsoidales, paredes lisas, finas y ligeramente gruesas, hialinas en KOH o con tonalidades amarillentas un poco pálidas, con una o dos gúttulas en su interior (Fig. 18).

Discusión: coincide con la descripción de Bandala et al. (2008), quienes mencionan la forma más o menos campanula en sus primeras etapas, volviéndose convexo o casi planoconvexo o hasta petaloide conforme va madurando. El color blanquecino-translúcido a grisáceo pálido del sombrero que puede ser variablemente viscoso son características claves que podemos tomar en cuenta al describir a este ejemplar. Microscópicamente es descrito con esporas elipsoidales de (7-) 7.5 - 11 x (4-) 4.5 - 5.5 (- 6.5) μm , con el ápice débilmente cónico pero redondeado, superficie lisa, de paredes finas a ligeramente gruesas, de colores amarillos a marrones pálidos.

Es una especie de hábitos lignícolas presente en ecosistemas tropicales, subtropicales y bosques mesófilos, se conoce de Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Jamaica, y México, registrado en Chiapas y Veracruz.

Material estudiado: OER 096

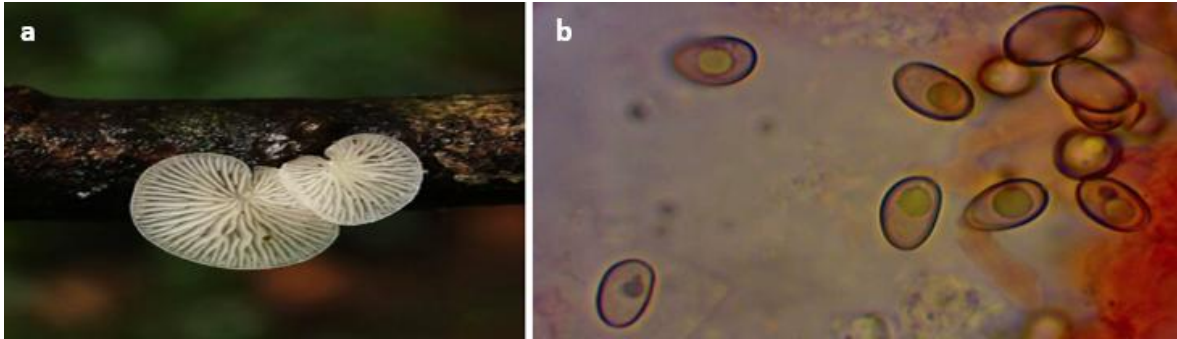


Figura 18. *Crepidotus pseudoantillarum*, a) basidiocarpos blancos, b) esporas

***Cystolepiota seminuda* (Lasch) Bon**

= *Agaricus seminudus* Lasch

Sombrero plano convexo a ligeramente cónico, 14 mm de diámetro, blanco cuando joven a amarillento claro conforme va creciendo, notablemente escamoso, superficie densamente polvorienta (mancha al contacto), margen lanudo, restos del velo sobre el margen que son fácilmente desprendibles. Láminas blancas, libres, de margen parejo, abundantes y notablemente juntas, algunas se bifurcan en la parte superior. Pie céntrico, blanquecino con escamas al igual que el píleo, fibroso, de 35 mm de largo x 3 mm de ancho. Las escamas se desprenden fácilmente. Solitario y terrícola, distribución tropical. Esporas ovoides a elipsoidales, hialinas en KOH (4.5) 5 – 7 (7.8) μm , inamiloides, paredes lisas, en algunas se observa el apéndice hilar, sin poro germinativo. Basidios clavados, hialinos en KOH (se pigmentaron con rojo Congo), de 18 – 22 (24) μm x 6 – 8 (10) μm , con 4 esterigmas (raramente 2), cistidios y pleurocistidios ausentes. Las células de las escamas son globosas, subglobosas e incluso elípticas (Fig. 19).

Discusión: las características coinciden con lo descrito por Qu et al. (2023), se trata de un hongo con un peculiar sombrero cubierto de escamas y la superficie pruinosa, tanto que se observan restos de velo en el margen. Morfológicamente es igual a *C. pseudoseminuda*, pero se diferencia de ésta porque *C. pseudoseminuda* presenta

esporas con la superficie rugosa, *C. seminuda* tiene paredes lisas. Crece de manera solitaria o dispersa en el suelo, alrededor de hojas podridas o entre el musgo, se distribuye en zonas templadas y subtropicales del hemisferio norte, en países como Alemania, China y EE. UU.

Material estudiado: OER 067

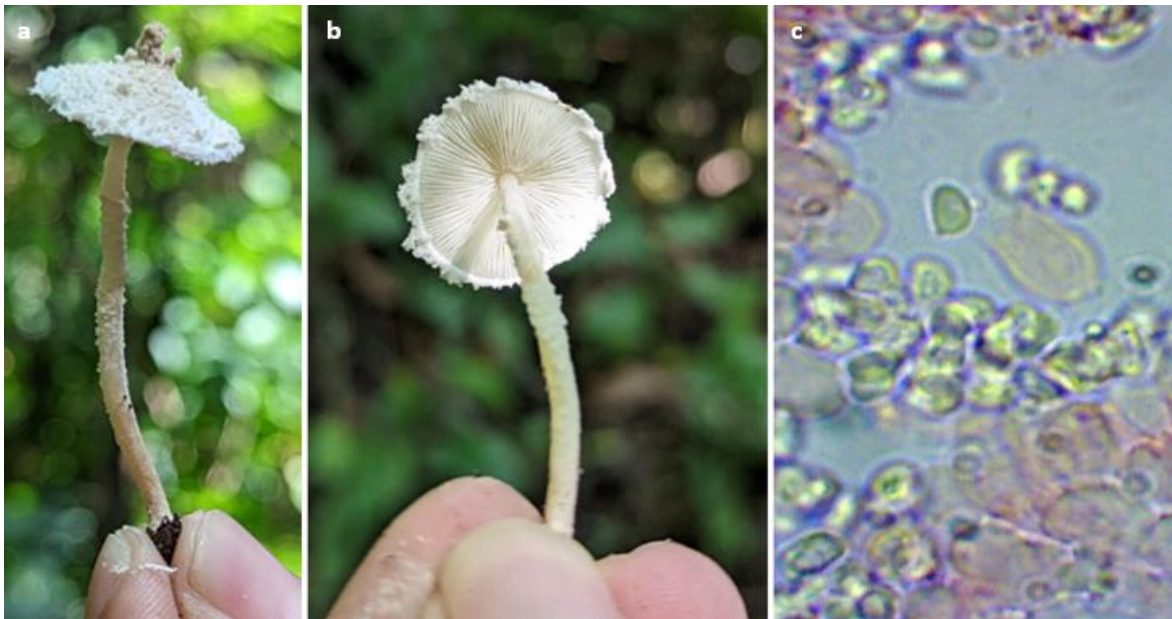


Figura 19. *Cystolepiota seminuda*, a) basidiocarpio con píleo escamoso, b) margen con restos de escamas c) esporas

***Gloeocantharellus pleurobrunnescens* (Villegas & A. Kong) A. Gonz.-Ávila, R. Valenz. & I. Luna-Vega**

= *Gomphus pleurobrunnescens* Villegas & A. Kong

Hongos en forma de trompeta o embudo, de 20 – 40 mm de largo, infundibuliformes, margen ondulado, blanquecinos amarillentos en la parte exterior, café crema en la parte interior y ligeramente fibrilosa, lo que le da un aspecto zonificado (zonas concéntricas apenas notorias); consistencia carnosa y fibrosa, olor agradable (ligeramente dulce). Himenóforo liso a rugoso, con venaciones conspicuas que se bifurcan en la parte apical, que se van desvaneciendo conforme bajan por el estípite. Pie cilíndrico y lateral, se dobla en forma de “L”, color blanquecino-crema. Crecen

gregariamente, pero de forma dispersa. Distribución tropical. Esporas marrón – amarillentas en KOH, elipsoidales a amigdaliformes, con verrugas en su superficie y apéndice hilar, gutuladas, de 13 – 18 (21) μm de largo x (4.3) 5 – 6.5 (7) (n=20). Basidios bispóricos y tetraspóricos subclavados (Fig. 20).

Discusión: es una especie reconocible por su forma de embudo y sus esporas amigdaliformes. Concuerda con las descripciones de Villegas et al. (2010) quienes lo citan como *Gomphus pleurobrunnescens* y lo describen con basidiomas flabeliformes e infundibuliformes, asemejando así la morfología de un pleurotoide combinado con el hundimiento central del estípote, característica típica de los Gomphales. Los colores cremosos-naranjas pálidos también son caracteres clave de la especie, así como sus esporas café-amarillentas que pueden ser elipsoidales hasta con forma de amígdala (de ahí *amigdaliforme*) con tamaños de 9 – 18 μm de acuerdo con los autores arriba mencionados. Se conoce previamente de Chiapas y Veracruz, crece en el suelo de forma gregaria en bosques tropicales y mesófilos.

Material estudiado: OER 110

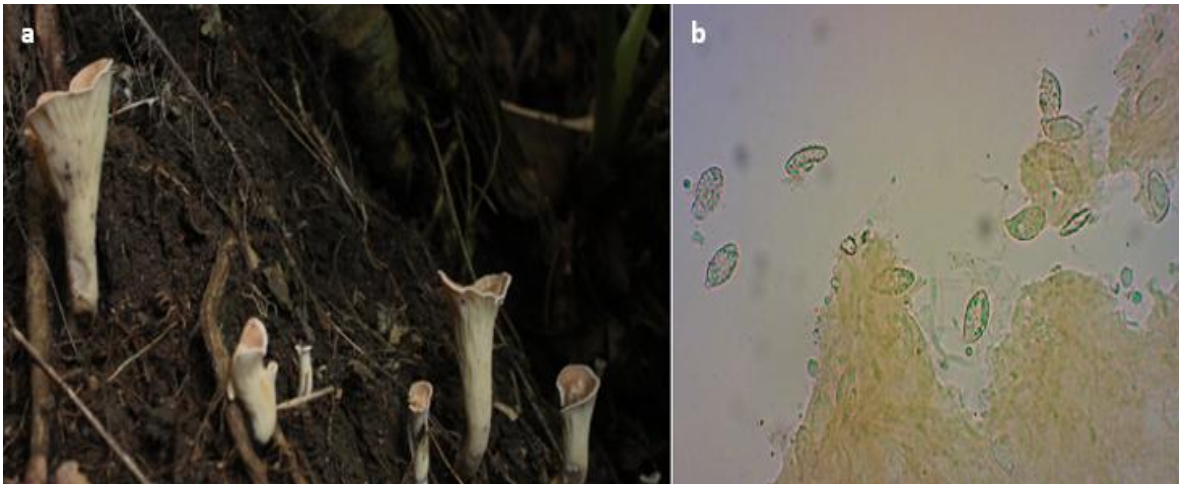


Figura 20. *Gloeocantharellus pleurobrunnescens*, a) basidiocarpos terrestres y gregarios, b) esporas amigdaliformes

***Gymnopilus purpureosquamulosus* Høil.**

Sombrero planoconvexo en los ejemplares más grandes, hasta 65 mm de diámetro, amarillo ferruginoso con pequeñas escamas rojizas a castañas que se vuelven de tonos violetas en los ejemplares secos, se agrupan en el centro y se dispersan hacia el margen, son abundantes en los más jóvenes, quienes también exhiben un amarillo más brillante que los adultos. La superficie es ligeramente húmeda en algunos ejemplares, seca en otros. Margen ligeramente ondulado y entero en los ejemplares jóvenes, levantado en los más grandes, láminas adnatas, ligeramente decurrentes, de margen ondulado, amarillentas. Pie céntrico, fibroso, se ensancha en la base, la cual puede “abrirse” con facilidad mostrando un pie hueco, color amarillo blanquecino en la parte superior y manchas café-ferruginoso en la inferior, de 76 mm de largo x 10 mm de ancho. Gregarios lignícolas/cortícolas. Distribución pantropical. Esporas elipsoidales, algunas gutuladas, color café-rojizo, dextrinoides, pared de 0.7-1 μm de grosor, superficie granulosa - verrugosa, de 6.5 – 8.6 (9.3) μm , en algunas se puede observar el apéndice hilar. Basidios clavados, tetraspóricos, de 20 – 32 x 6.5 – 8 μm , hialinos, aunque en algunos puede observarse un contenido citoplasmático amarillento, sus esterigmas son largos de 4 – 6 μm de longitud. Queilocistidios con tamaños y formas variadas, aunque se distinguen porque presentan los ápices redondeados a globosos, lo que es característico de la especie (Fig. 21).

Discusión: la descripción coincide con la de Campi et al. (2021). *Gymnopilus purpureosquamulosus* es una especie que se caracteriza por sus escamas rojizas en el centro del sombrero y su amarillo ferruginoso (sobre todo en los ejemplares jóvenes). Puede confundirse con otros miembros del género, como *G. lepidotus*, con quien comparte ciertas características macroscópicas como la forma, el tamaño y las escamas en el sombrero, pero se diferencian porque éste tiene colores más cafés opacos, además *G. lepidotus* presenta esporas amigdaliformes y de colores dorados. Otra especie con la que podría confundirse es *G. peliolipes*, quien también exhibe colores amarillentos y escamas en el píleo, pero se diferencia rápidamente porque cuenta con un anillo fibroso en la parte superior del estípite, carácter ausente en *G. purpureosquamulosus*.

Esta especie presenta una distribución pantropical, y se ha citado previamente en países como Brasil, Nigeria, Panamá, Paraguay, y Zimbabue.

Material estudiado: OER 061

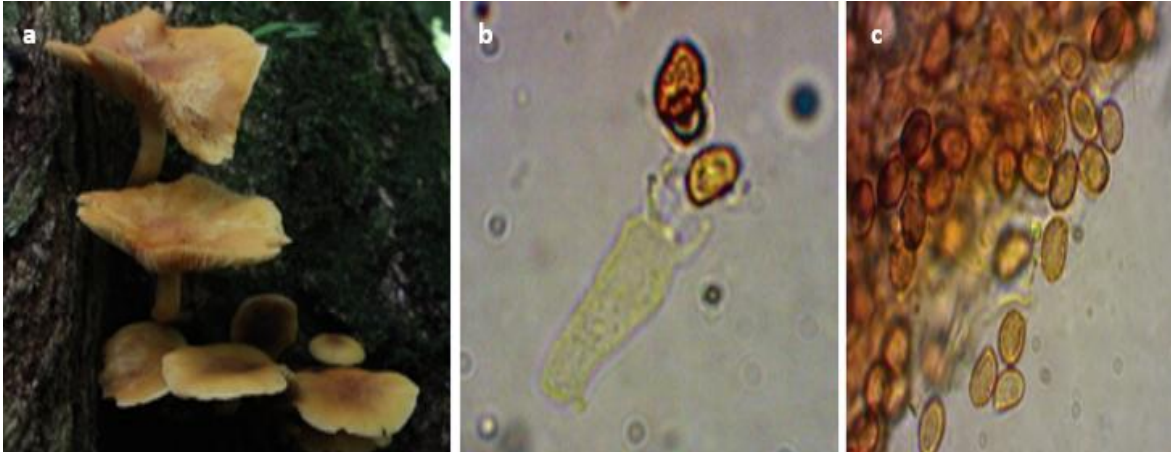


Figura 21. *Gymnopilus purpureosquamulosus*, a) basidiocarpus amarillentos con escamas rojizas en el centro, b) basidio tetraspórico con esporas, c) esporas elipsoidales

***Hygrocybe hypohaemacta* (Corner) Pegler**

= *Hygrophorus hypohaemactus* Corner

Sombrosos de 20 mm de diámetro, con forma campanulada de joven a convexo aplanado en la etapa adulta, con una pequeña depresión en el centro, color rojo intenso, en algunos ejemplares se observa una franja amarillenta en el margen, superficie viscosa, glutinosa y brillante, glabro. Margen ondulado, en ejemplares jóvenes se observa ligeramente incurvado, notablemente traslúcido. Láminas rojo-naranjas, de distintas longitudes, ventricosas, libres al principio adnatas en ejemplares maduros, de margen parejo, blancas a dorado pálidas en el margen. Pie de 15 – 30 mm de largo x 3 mm de ancho, céntrico, amarillento pálido (lo describen como color albaricoque), aunque también presentan tonos rojizos (sobre todo los jóvenes), viscoso y glutinoso. Esporas ovoides a elipsoidales, hialinas a amarillento-verdosas, pared delgada, contenidos aceitosos fácilmente distinguibles en su interior, de 6 – 10 x 5 – 8 μm . Gran cantidad de contenidos refractantes en las hifas de la trama. Basidios ventricosos a clavados, de 30 – 45 μm , con contenidos

refractantes en su interior, los grandes con cuatro esterigmas, aunque los más pequeños pueden presentar de 2 a 4 esterigmas (Fig. 22).

Discusión: este higroforáceo es fácil de reconocer debido a su intenso color rojizo y el tamaño relativamente pequeño en comparación con otras especies del género, pero sobre todo es inconfundible por su superficie glutinosa, no solo en el sombrero sino en todo el basidioma. Coincide con lo descrito por Pegler y Fiard (1978) quienes destacan las mismas características, además de los contenidos refractante y glutinosos en el interior de las esporas y algunos basidios, estos contenidos también pueden observarse en la trama himenófora, otro rasgo característico de la especie. Se conoce previamente de Brasil, Venezuela y Singapur, creciendo en el suelo de bosques mesófilos, subtropicales y tropicales.

Material estudiado: OER 044

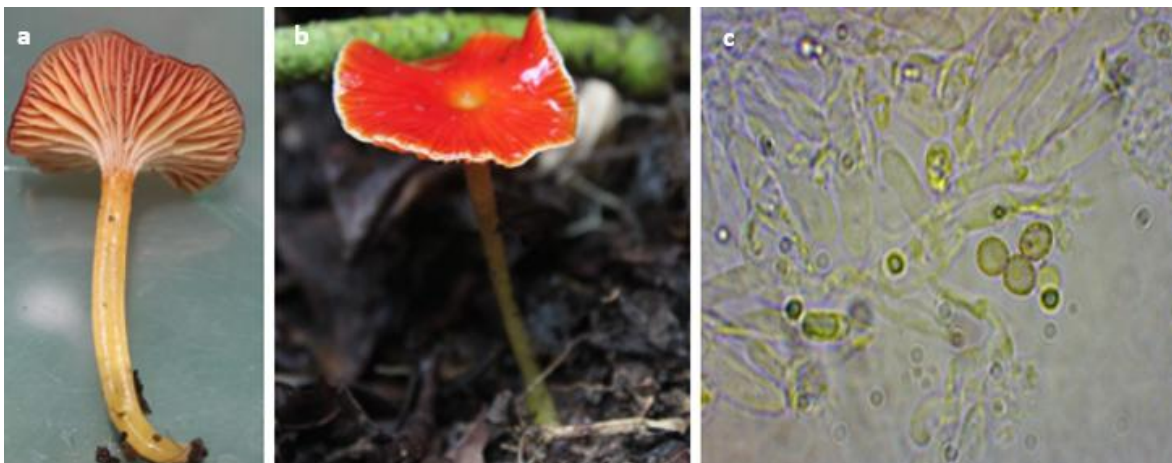


Figura 22. *Hygrocybe hypohaemacta*, a-b) basidiocarpos rojos con superficie glutinosa, c) esporas elipsoidales

***Lentaria surculus* (Berk.) Corner**

= *Clavaria surculus* Berk.

Hongos clavaroides ramificados, de color rosado pálido, 45 mm de alto x 34 mm de ancho, ramificaciones terminadas en dos o tres puntas. Se aprecia parte del micelio sobre el sustrato en el que crecen. Ramificaciones erectas de color rosáceo con ápices prolongados más blanquecinos en las puntas. Pie de 15 mm de largo x 8 mm de ancho, algo bulboso en la base, ligeramente aterciopelado, de consistencia esponjosa. Carne y consistencia flexible, olor indistinguible. Gregarios lignícolas, distribución pantropical. Esporas suboblongas de (9.8) 12 – 15 (16) μm , hialinas en KOH, paredes lisas algo gruesas, gutuladas, redondeadas en el ápice, subagudas en la base, inamiloides, apéndice hilar presente (Fig. 23). Discusión: las características descritas en este ejemplar coinciden con las de Antonio-Flores (2015), aunque morfológicamente puede confundirse con algunas especies del género *Phaeoclavulina*, pero se diferencian rápido al hacer el análisis microscópico, porque este último género presenta esporas con protuberancias y ornamentaciones bastante conspicuas que les dan un aspecto verrugoso o granuloso, las esporas de *Lentaria surculus* son de paredes lisas sin ornamentaciones. *L. surculus* presenta una distribución pantropical, ha sido citada en Argentina, Brasil, el Congo, Malasia, Nueva Zelanda y Vietnam. Ramírez-López et al. (2012) la registraron en México en el estado de Jalisco en bosque tropical subperennifolio.

Material estudiado: OER 036

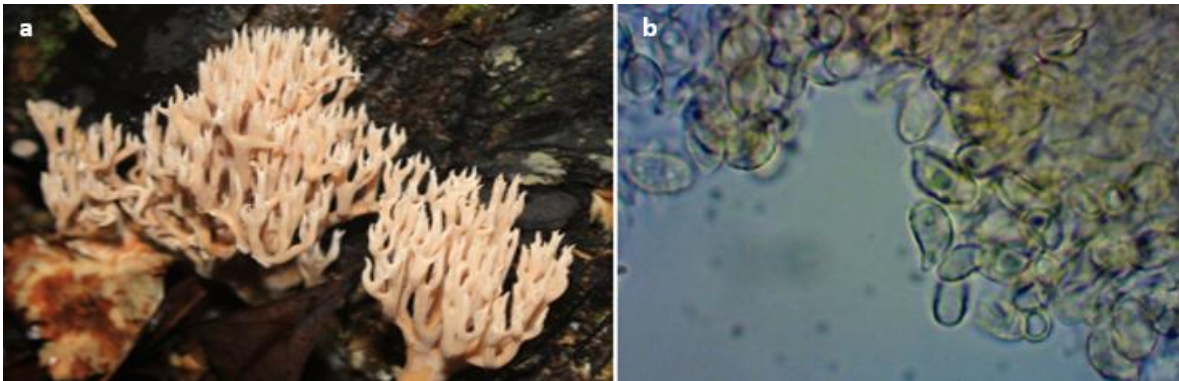


Figura 23. *Lentaria surculus*, a) basidiocarpos ramificados, b) esporas elipsoidales oblongas con apéndice hilar

Marasmius maximus

Sombrero con 39 mm de diámetro, color rosa salmón a café pálido en el centro del píleo, moderadamente campanulado a planoconvexo, superficie estriada, glabra, algo rugosa, seca, de margen ondulado ligeramente aserrado y traslúcido estriado en ejemplares jóvenes. Láminas blanquecinas – color crema pálido, libres, de margen ondulado, con distintas longitudes, anchas y moderadamente espaciadas. Pie céntrico, de 49 mm de largo x 3 mm de ancho, blanquecino, superficie lisa, hueco, aunque con un aspecto comprimido. Terrícola solitario. Esporas subglobosas a elipsoidales, de 7-10 (11.2) x 5-7 (7.6) μm , paredes lisas, hialinas algo verdosas en KOH, queilocistidios de formas variadas (clavados, fusoides, subcilíndricos), pero los más abundantes son con forma de escobeta a los cuales se les agrupan muchas esporas, presenta células globulares en la trama (Fig. 24).

Discusión: este marasmiode se diferencia del resto de sus congéneres por su gran tamaño, de ahí el epíteto *maximus*, de acuerdo con las descripciones Antonin (2010) este hongo se caracteriza microscópicamente por presentar sus queilocistidios con morfología variada, pero una de las más presentes en este ejemplar es la forma de escobeta. Se ha citado anteriormente en el este de Asia (Japón, Corea) y en América en países como Ecuador en zonas tropicales y subtropicales (Pozo-Orrola, 2023).

Material estudiado: OER 058

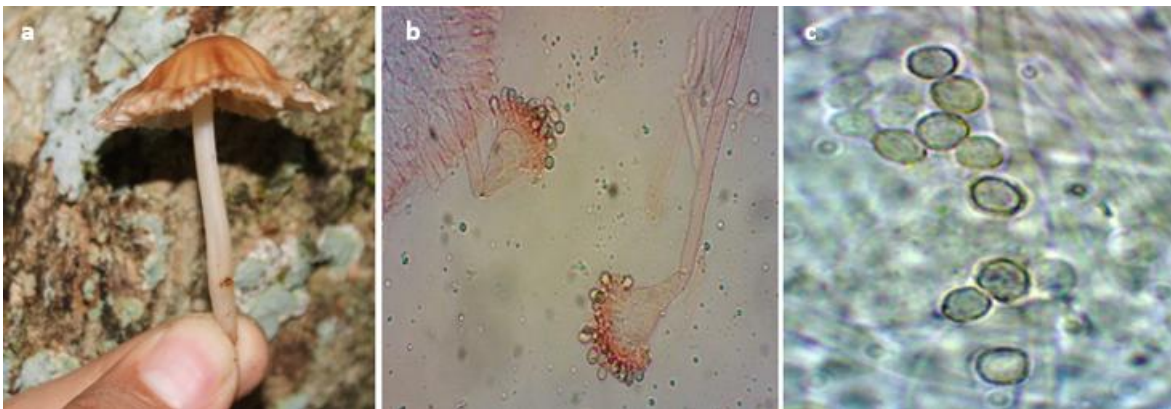


Figura 24. *Marasmius maximus*, a) basidiocarp, b) queilocistidios con microsporas, c) esporas globosas

Marasmius segregatus

Píleos con diámetros de 5 – 10 mm, color naranja – café rojizo, convexo a planoconvexo, ligeramente umbilicado, traslúcido estriado, borde ligeramente levantado, superficie glabra. Himenio color crema – blanquecino, láminas notablemente separadas, unidas a un pequeño collar, pero libres del pie, margen ligeramente ondulado. Pie céntrico, filiforme, alambrado, café rojizo en casi toda su superficie, excepto en la parte más cercana al píleo, donde es café claro, 20 – 40 mm de largo x 1 mm de ancho. Humícolas gregarios, crecen en grandes cantidades. Esporas elipsoidales de (8.4) 9 – 12 (13.2) μm , café – amarillentas, algunas hialinas en KOH, paredes delgadas, superficie lisa y glabra, basidiolos clavados, algunos se ensanchan un poco en la parte media y superior, queilocistidios del tipo “siccus” (ramificados o forma de escoba) (Fig. 25).

Discusión: las características coinciden con las descritas por Grace et al. (2019), quienes destacan sus queilocistidios ramificados, una característica clave para la sección *Sicci* dentro del género. Según Grace et al. (2019) esta especie se caracteriza por sus esporas elipsoidales de mediano tamaño (8 – 12 μm), las láminas distantes y un estípite no asociado a rizomorfos a diferencia de otras especies de la sección.

Material estudiado: OER 130

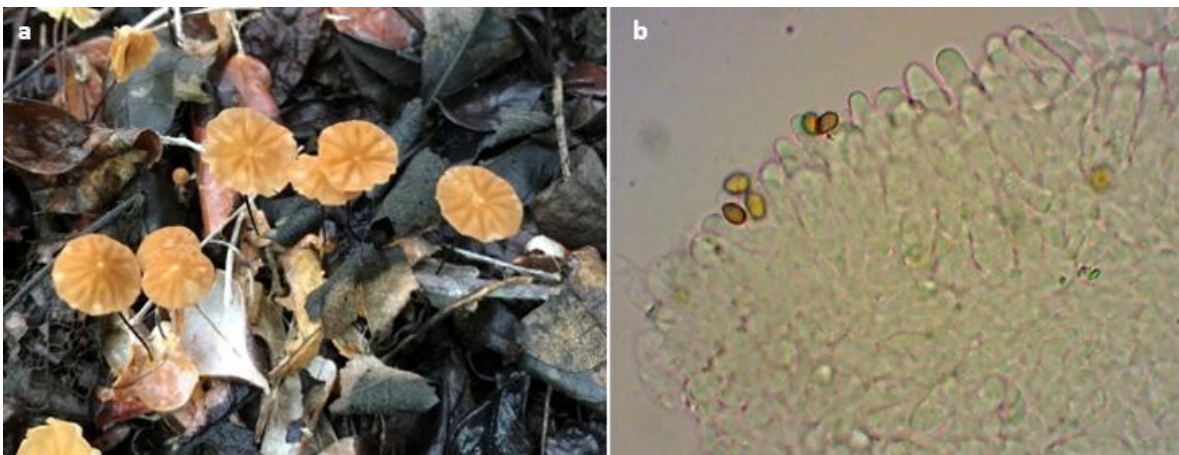


Figura 25. *Marasmius segregatus* a) basidiocarpos humícolas gregarios, b) esporas elipsoidales y pleurocistidios

7.7. Esfuerzo de muestreo y estimadores de riqueza

Los estimadores de riqueza *Jackknife 1* y *Bootstrap* indican que el inventario de especies macrofúngicas está completo en un 55.7 y 75.8%, respectivamente. Las curvas de acumulación de especies estimadas muestran una falta de esfuerzo de muestreo, ya que en ningún caso se llega a la asíntota (Fig. 26). Se ha observado que el estimador de riqueza *Jackknife 1* puede ser impreciso y sobre estimar los valores reales de riqueza esperada cuando una comunidad alberga muchas especies poco abundantes, como es el caso de los macromicetos. El estimador *Bootstrap* da una mejor estimación de la riqueza que se esperaría en un sitio ya que no es sensible a la presencia de especies dominantes o poco abundantes (Poulin 1998). Sin embargo, ambos estimadores indican la falta de esfuerzo de muestreo.

Para obtener una idea rápida de la diversidad de un grupo de organismos a menudo se emplea el número de especies, aunque es un parámetro simple es útil en estudios de biodiversidad y para la realización de inventarios; sin embargo, es importante tomar en cuenta que un inventario biológico de cualquier tipo no llega a completarse nunca, de hecho, el tamaño y la composición de un inventario de biodiversidad de cualquier zona específica va variando con el tiempo. Por eso, para dar mayor fiabilidad a un inventario son utilizadas las curvas de acumulación, las cuales extrapolan el número de especies observado para estimar el total de especies que estarían presentes en un área. También permiten una mejor planificación para futuras colectas, pues la incorporación de nuevas especies al inventario está directamente relacionada con el esfuerzo de muestreo (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Si extrapolamos el número de especies observadas en una curva de acumulación (Fig. 26) ésta nos indica que el número de especies registradas pudo haber sido mayor, ya que la línea no alcanza la asíntota, la cual representa teóricamente el número total de especies predichas (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Aunque lejos de ser un resultado negativo, esto más bien nos refleja la gran diversidad micológica de los bosques tropicales y la notable falta de estudios en este tipo de vegetación en cuanto a hongos se refiere (Villarruel-Ordaz, et al., 2021).

En este trabajo, el número total de morfoespecies observadas fue de 116, de las cuales 58 fueron determinadas hasta especie (50%), 13 con aff. o cf. (11.11%), 18 hasta género (15.38%) y 25 ejemplares que no se lograron identificar o se quedaron hasta orden (21.36%). Aunque no lo parezca, lograr la determinación taxonómica de la mitad de los ejemplares es todo un logro tomando en cuenta la limitada literatura disponible. En otros trabajos como el de Villarruel-Ordaz y colaboradores (2021) se determinaron hasta especie apenas el 35.6% de los hongos observados, esto debido a una clara falta de investigaciones sistemáticas sobre macromicetos tropicales, una desventaja importante que limita el conocimiento taxonómico de estos organismos (Villarruel-Ordaz, et al., 2021) dificultando su estudio.

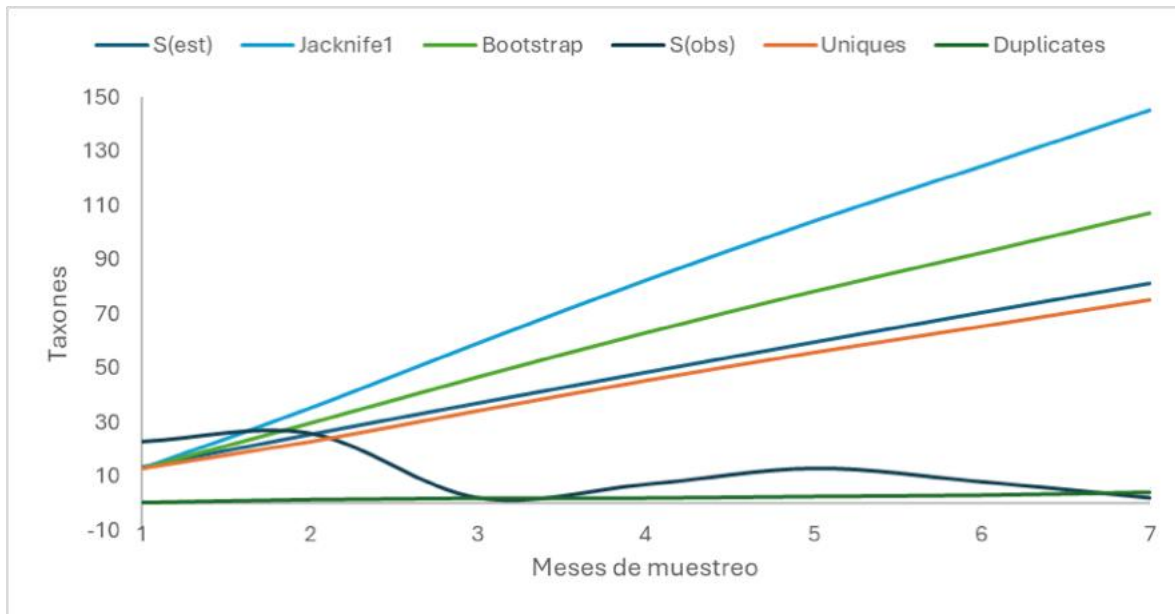


Figura 26. Curva de acumulación de especies. Nótese que no se ha llegado a una asíntota, lo que significa que aún hace falta más esfuerzo de muestreo para completar el registro de taxones macromicetos presentes en el cerro Cinco de Oro.

De hecho, el número de especies observadas no dista mucho del de Villarruel-Ordaz y colaboradores (2021), quienes registraron un total de 160 morfoespecies de macromicetos tras 27 muestreos realizados en la Unidad de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre “Jardín Botánico Puerto Escondido” (UMA-JBPE) de la Universidad del Mar, en Oaxaca. Vale la pena mencionar que dichas colectas

fueron realizadas entre los años 2007-2013 y 2018-2019, es decir un total de ocho temporadas de lluvias. En contraste, recordemos que este proyecto fue realizado en solo dos épocas de lluvia (en los años 2022 y 2023), por lo que es factible suponer que aún pueden sumarse más especies al inventario si se continúa explorando el cerro Cinco de Oro, aunque es bien sabido que conforme se van haciendo más muestreos el número de especies registradas va disminuyendo (Villarruel-Ordaz, et al., 2021). Otro punto que tomar en cuenta es que las especies pueden ampliar o reducir su distribución en función de los cambios del ambiente y de acuerdo con su fenología, lo que ocasiona que no sean detectables todos los años (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Aunque parezca desalentador que apenas la mitad de los taxones hayan sido completamente identificados, es importante seguir realizando este tipo de trabajos, pues siempre aportan al conocimiento taxonómico de los hongos en general. Sin embargo, la falta de escasez de bibliografía taxonómica de macromicetos tropicales y la carencia de datos descriptivos de muchas especies limita la investigación, por lo que se sugiere cada vez más que la labor taxonómica sea integrativa y complementada con las características y descripciones morfológicas (macro y microscópicas), datos ecológicos de las especies, y si es posible emplear también técnicas moleculares (Villarruel-Ordaz, et al., 2021).

7.8. Importancia de los estudios taxonómicos de hongos tropicales

El área biogeográfica Neotropical representa una de las regiones más biodiversas del mundo, albergando una gran cantidad de especies animales y vegetales. Sin embargo, no es de extrañar que el conocimiento de las especies fúngicas neotropicales sea aún insuficiente y bastante limitado (Accioly et al., 2019).

En estas regiones podemos encontrar a los BT, que son ecosistemas caracterizados por poseer comunidades vegetales complejas y muy diversas entre ellas. Este tipo de bosques proporciona un excelente entorno para la proliferación de una flora y fauna variada, lo que promueve la diversidad de otros tipos de organismos, entre ellos los hongos, especialmente los macroscópicos (Wijaya et al., 2021).

Los hongos son organismos con un alto potencial de aprovechamiento, su fisiología y metabolismo propicia la síntesis de diversas moléculas (aminoácidos, proteínas, péptidos, etc.) con propiedades antibióticas, antivirales, insecticidas y hasta promotoras del crecimiento en plantas. Esta amplia gama de sustancias químicas puede ser aprovechada en distintos ámbitos, como el sector salud, la sanidad vegetal y la alimentación entre otras (Bandala et al., 2017).

En México los hongos tienen un especial impacto, siendo un país *micofílico* con más de 300 especies que son valoradas por su potencial gastronómico (Díaz-Cano et al., 2016), otras tantas han sido utilizadas en la medicina tradicional, incluyendo especies psicotrópicas, las cuales forman parte de la cosmovisión de muchos pueblos originarios, como los mazatecos en Oaxaca (Guzmán, 2016).

Más allá del valor cultural y gastronómico que le otorgamos a estos organismos, los hongos llevan a cabo cruciales servicios para el mantenimiento y funcionamiento de los ecosistemas, ofreciéndoles servicios de soporte, abastecimiento, y regulación (Heredia-Abarca, 2020).

En los ecosistemas tropicales, la relación entre plantas y macromicetos nos indica que por cada planta vascular hay cinco especies de hongos (Müller et al., 2007), volviendo a la exuberante vegetación tropical un hábitat idóneo para el desarrollo de estos organismos. Sin embargo, muchos micólogos que han trabajado en zonas tropicales opinan que incluso la relación 6:1 (propuesta antes por Hawksworth en 2001) entre hongos y plantas es demasiado baja, al igual que la estimación mundial de 1.5 millones de especies sobre la que se basa el cálculo (Lodge, 2001).

Es tanta la diversidad fúngica que algunos autores consideran que para la realización de un inventario micológico completo de un BT es necesaria la participación de más de 20 especialistas en diferentes grupos taxonómicos de hongos (Hyde y Hawksworth, 1997). Tomando en cuenta estos criterios, así como el elevado porcentaje de especies aún por describir en los BT y la escasez de taxónomos especializados, en México se necesitarían posiblemente cientos de años para completar el registro total de las especies fúngicas tropicales (Aguirre-Acosta et al., 2014).

Casi el 95% de los hongos que aún nos faltan por descubrir y describir están confinados principalmente a los trópicos, por si no fuera poco, apenas el 36% de los países tropicales cuentan con colecciones micológicas (Guzmán, 1995). Por ello, es urgente la necesidad de seguir realizando trabajos taxonómicos referentes a la micobiota, no solo la tropical, sino de todos los ecosistemas presentes en el país, en especial en aquellas entidades en las que se tienen pocos registros.

Sumado a los relativamente escasos estudios, existen otros factores como la contaminación, la sobreexplotación y el cambio climático que ocasionan una acelerada desaparición de especies en los ecosistemas tropicales. Esta pérdida de biodiversidad también afecta a los hongos, algunos de los cuales son endémicos de estas regiones y aún no han sido descubiertos ni catalogados. Muchas especies de macromicetos se encuentran amenazadas, y esto se refleja en la notable disminución de esporocarpos maduros cada temporada de lluvias (Colli, 2019).

Es por eso que el monitoreo de la diversidad y su inventario, además de sumamente importante, es una actividad continua que requiere de una actualización constante, empleando la búsqueda activa de nuevos ejemplares, así como de la determinación taxonómica de las especies que se colectan. Sin embargo, uno de los problemas que enfrenta la labor taxonómica de hongos en México (y en el mundo) es la falta de trabajos monográficos y de claves especializadas para los diversos grupos de macromicetos que hay (Chávez-García, 2016).

7.9. Los retos de la investigación taxonómica

Uno de los retos a los que nos enfrentamos durante la realización de este trabajo fue a la poca experiencia micológica en campo, lo que provocó que algunas descripciones de los ejemplares resultaran incompletas, también el estado y la conservación de algunos hongos presentaron ciertas complicaciones, por un lado algunos organismos eran aún inmaduros, lo que se observó hasta el momento de realizar las microscopías, notando a veces una ausencia de basidios y esporas, lo que imposibilitaba la determinación de los ejemplares, aunado a esto, algunos

especímenes se descomponían rápidamente al ser recolectados y transportados, por lo que su conservación no resultó tan eficiente.

A su vez, la escasa información disponible acerca específicamente de macromicetos tropicales dificultó la determinación de varias especies. Sin embargo, estos problemas son relativamente comunes en este tipo de investigaciones, por ello siempre se promueve la formación de taxónomos especializados en diversos grupos de macromicetos, para una mejor descripción de los ejemplares que se recolectan (Chávez-García, 2016), además de proponer la realización de más trabajos y estudios taxonómicos, pues son la herramienta más importante y accesible con la que contamos para conocer la biodiversidad, y claro a la micobiota (Ruíz-Ramos, 2019).

7.10. Dinámica bibliográfica y registros de macromicetos del Papaloapan

Se obtuvieron 129 publicaciones, todos ellos artículos científicos, ya sea indizados en *Journal Citation Reports (Web of Science, 2023)* o no; no se encontraron publicaciones en “literatura gris”, como tesis. Después de depurar aquellas que no registran algún taxón de macromicetos de la Cuenca del Papaloapan, Oaxaca, del Distrito de Tuxtepec, o del Municipio de Jacatepec se obtuvo un acervo de 27 artículos científicos (Cuadro 1) en un lapso de poco más de seis décadas de investigación (1961-2022).

Cuadro 1. Literatura en la que se citan especies de macromicetos de la Cuenca del Papaloapan, Oaxaca.

* = se cita un taxón de la Región de Cuenca del Papaloapan, Oaxaca por primera vez para México

** = registrado en Santa María Jacatepec.

Literatura	No. de taxones estudiados	No. taxones citados del Papaloapan
Herrera y Guzmán, 1961	82	2

Lowy, 1965	33	3
Lowy, 1971	146	1
Mendiola, et al., 1973	47	4
Pérez-Silva, 1973	4	1
Pérez-Silva, 1975	12	4 *
Welden y Guzmán, 1978	373	61
Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979	170	37
Lowy y Guzmán, 1979	16	1
Welden et al., 1979	132	24
León y Guzmán, 1980	103	6
Marmolejo et al., 1981	31	2
Valenzuela et al., 1981	19	1 *
Pérez-Silva, 1983	16	2 *
Olivo-Aranda y Herrera, 1994	3	1
San Martín y Rogers, 1995b	78	20
Pérez-Silva et al., 1999	14	3
Raymundo y Valenzuela, 2003	111	36 */ **
Guzmán et al., 2004	9	1 *
Medel et al., 2006	11	1
Ramírez-Cruz et al., 2006	31	3
Raymundo et al., 2013	14	1
Ortega-López et al., 2019	18	3 **
Barbosa-Reséndiz et al., 2020	14	1
Cobos-Villagrán et al., 2020	4	1 **
Osorio-Navarro et al., 2022	20	7
Rodríguez-Gutiérrez et al., 2022	8	1

Durante el primer periodo (1961-1980) se publicaron 18 artículos, 0.66 en promedio, 0-3 publicaciones por año. Sin embargo, hacia principios del segundo periodo (1981-2000) hubo un claro decremento, al menos en la periodicidad en cuanto a las publicaciones, aunque se publicaron 17 artículos, 0.3 en promedio, entre 0-2 publicaciones por año, hubo una década en la que, entre 1984 y 1993 no se publicó ningún artículo, pero se observó un aumento en las publicaciones hacia finales del

periodo. En el tercer periodo (2001-2022), nuevamente se observa un incremento paulatino en las publicaciones de macromicetos del Papaloapan. Si esta tendencia continúa, no solo se reflejaría el interés de los micólogos en los hongos tropicales, sino también de manera indirecta el aumento de los micólogos (Fig. 27). Dado lo anterior, hay una etapa en la que los micólogos perdieron el interés en los macromicetos de la Cuenca del Papaloapan, o las exploraciones micológicas entraron en pausa, quizá asociado a otras problemáticas de la ciencia y del país, más que a una pérdida del interés en los hongos. Algo notable es cómo las publicaciones comienzan a resurgir desde inicios del tercer periodo hasta el momento, lo cual podría relacionarse con un nuevo impulso e interés entre los micólogos por los hongos tropicales del estado de Oaxaca.

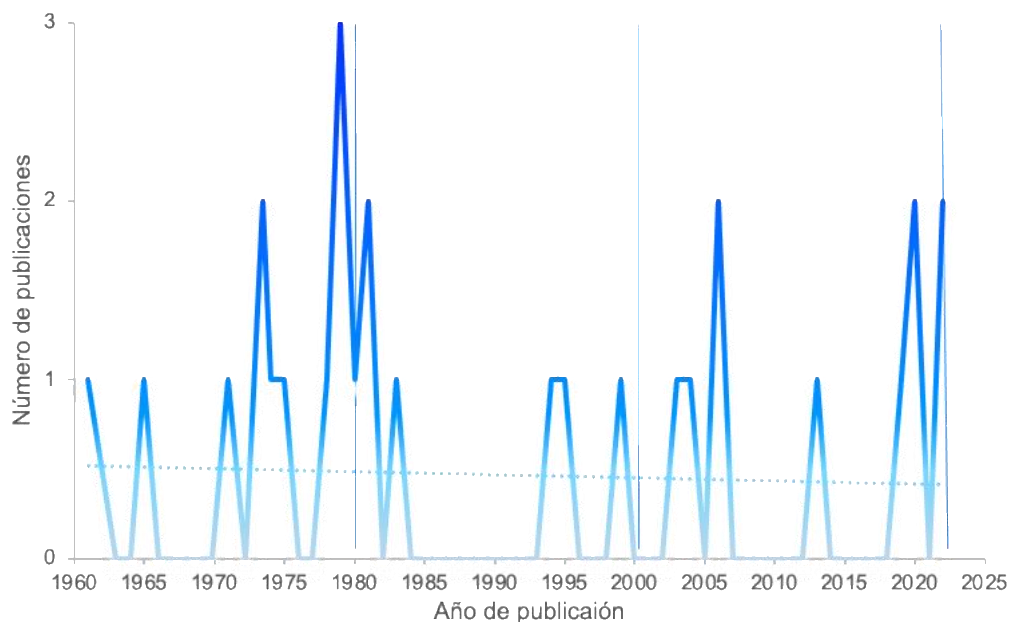


Figura 27. Número de publicaciones por año de macromicetos registrados de la Cuenca del Papaloapan, Oaxaca a través del tiempo (1961-2022).

Otro dato interesante que mostró el análisis es la evolución en el número de autores por artículo, que entre el primer y segundo periodo fue de 1-3, y aumentó hacia la segunda mitad del tercer periodo, 6-9 autores por artículo (Fig. 28). La mayor parte de las publicaciones han sido por autores adscritos a instituciones mexicanas, solo

a inicios de la primera etapa se registraron artículos de autores de instituciones estadounidenses. Destacan dos autores, Guzmán como autor o coautor de 12 de las 27 publicaciones y Valenzuela de siete de estas. Lo anterior puede deberse a que a través del tiempo se han formado y fortalecido redes de colaboración interinstitucional.

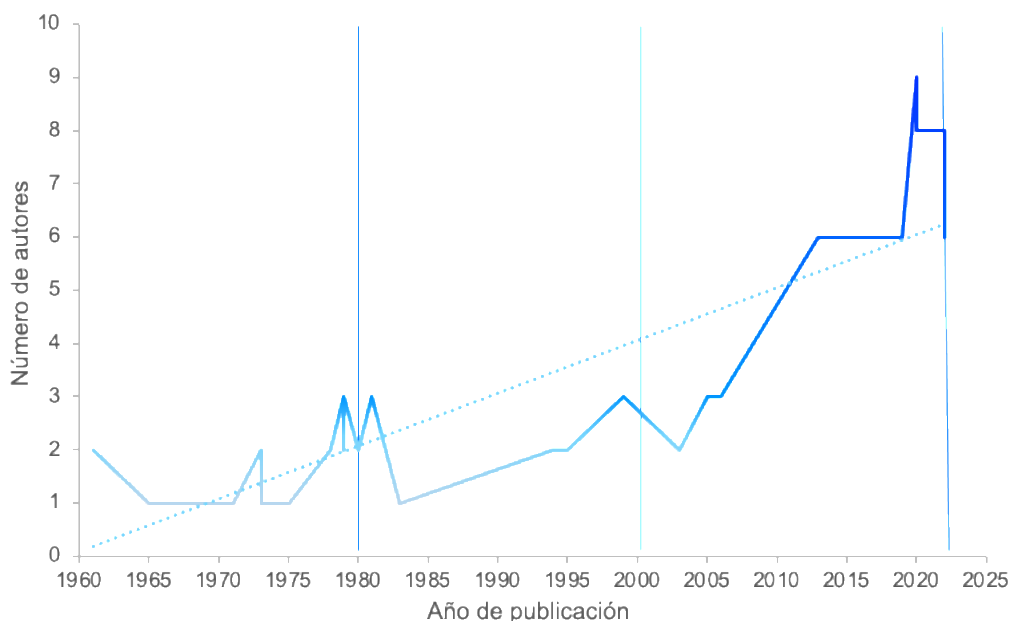


Figura 28. Número de autores por publicación de macromicetos del Papaloapan a través del tiempo (1961-2022) en las diferentes revistas científicas.

Los 27 artículos se publicaron en siete revistas diferentes y una en la serie de libros *Flora Neotropica* (Lowy, 1971). Sobresale *Scientia Fungorum* (Boletín de la Sociedad Micológica de México, Revista Mexicana de Micología) con 55.55% (15), seguida por *Acta Botánica Mexicana* con el 18.51% (5), *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma* y *Revista Mexicana de Biodiversidad* con 7.40% (2), *Mycotaxon*, *Botanical Sciences* (Boletín de la Sociedad Botánica de México) y *Polibotánica* con 3.73% (1). Cinco de las siete revistas son de editoriales mexicanas, no se observó alguna tendencia en cuanto a la selección de editoriales nacionales o internacionales a través del tiempo. De acuerdo con el año de publicación de los artículos, solo tres de las revistas elegidas se encuentran

indizadas en *Journal Citation Reports (Web of Science, 2023)*: *Mycotaxon* (1999-2023), *Acta Botánica Mexicana* (2009-2023) y *Revista Mexicana de Biodiversidad* (1999; 2007-2023). Se observó una marcada tendencia cronológica en la selección de las revistas *Scientia Fungorum* entre 1961 y 2006, mientras que en *Acta Botánica Mexicana* y *Revista Mexicana de Biodiversidad* entre 1995-2022; con lo anterior, se percibió una correlación con revistas que pertenecen o no al *Journal Citation Reports (Web of Science, 2023)* en los años de publicación, al menos a partir del tercer periodo (Fig. 29).

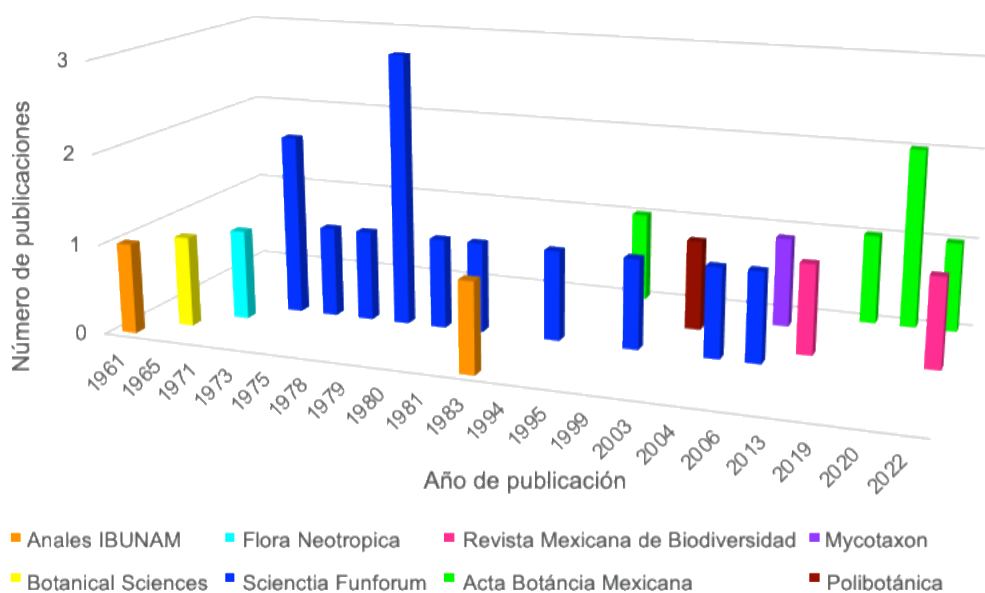


Figura 29. Número de publicaciones de macromicetos del Papaloapan a través del tiempo (1961-2022) en las diferentes revistas científicas seleccionadas por los autores.

La temática principal ha sido “revisión taxonómica” con 66.66% y 18 publicaciones (Fig. 30) en los que se incluyen descripciones morfológicas y algunos datos sobre distribución geográfica conocida, grupo funcional o rol ecológico y usos antropológicos (si los hay), esto no es de sorprenderse al ser la línea de investigación que la mayor parte de micólogos mexicanos han desarrollado. En varios de estos trabajos se han descrito especies por primera vez para la ciencia (Medel et al., 2006; Raymundo et al.; 2013; Cobos et al., 2020) colectadas en México; además, se han propuesto nuevas combinaciones a partir de especímenes

de la Región de la Cuenca de la Cuenca del Papaloapan, Oaxaca (Valenzuela et al., 1981); o bien se han registrado taxones por primera vez para México provenientes de la región de estudio (Pérez-Silva, 1975, 1983; Raymundo y Valenzuela, 2003) o para el país (Lowy, 1965; Mendiola y Guzmán, 1973; Pérez-Silva, 1973; Lowy y Guzmán, 1979; Marmolejo et al., 1981; Ortega et al., 2019; Barbosa et al., 2020).

El segundo tema en el que se enfocaron las publicaciones aquí analizadas es el “listado taxonómico” con 18.51% (5) artículos (Fig. 30) sobre la funga o macromicetos de la región (Welden y Guzmán, 1978; Lowy y Guzmán, 1979; Welden et al., 1979; Raymundo y Valenzuela, 2003; Ramírez-Cruz et al., 2006).

Algunos otros autores han abordado el tema “distribución y rol ecológico” lo cual se reflejó en el 11.11% (3) de las publicaciones (Fig. 30); cabe señalar que en ellos solo se describieron ciertos aspectos ecológicos como el grupo funcional o rol ecológico, el sustrato sobre el que se desarrollan las especies y la distribución por tipo de vegetación o entidad de la república, para lo que retomaron especies previamente citadas del área o del país; sin realizar análisis ecológicos (Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; León y Guzmán, 1980; San Martín y Rogers, 1995b).

Solo en el 3.7% (1) de las publicaciones (Rodríguez-Gutiérrez et al., 2022) se abordó el tema “taxonomía y filogenética”, en el que se realizó un análisis filogenético con base en marcadores moleculares. Llama la atención la carencia de estudios etnomicológicos en los que se citen macromicetos del Papaloapan, siendo Oaxaca uno de los estados con mayor conocimiento tradicional sobre el uso de hongos silvestres (Garibay-Orijel et al., 2006), aunque Herrera y Guzmán (1961) en la revisión taxonómica de macromicetos comestibles citaron varios hongos “adquiridos” en los mercados en los que se comercializan; aunque este dato no es del todo sorprendente debido a que la mayor parte de los hongos que se desarrollan en bosques tropicales son lignícolas, lo que los hace poco atractivos para el consumo, conforme lo han señalado algunos autores como Guzmán-Dávalos y Guzmán (1979).

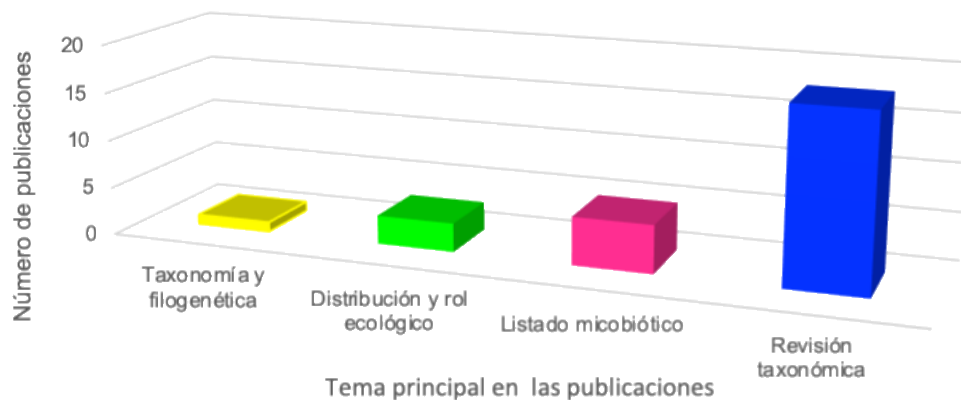


Figura 30. Número de publicaciones de macromicetos del Papaloapan por tema principal.

Al analizar la tendencia en cuanto al tema de las publicaciones a través del tiempo del periodo analizado (1961-2022), se observó que se han mantenido las publicaciones sobre revisiones taxonómicas, esto puede explicarse, dada la necesidad de conocer la identidad taxonómica de la alta diversidad de especies de hongos que habitan en los bosques tropicales del país ha llevado a los investigadores a realizar este tipo de tratamientos taxonómicos de algunos linajes de la funga, es decir de líquenes, macromicetos, líquenes y mixomicetos de bosques tropicales y de México en general; ya que aún queda mucho por conocer, conforme a lo observado en artículos publicados a finales del segundo periodo (2001-2022) en los que aún se han descrito especies nuevas para la ciencia. Además, los trabajos de distribución y roles ecológicos se restringen a finales del primer (1961-1980) y tercer periodo (1981-2000) y no es sino hasta finales del tercer periodo (2001-2022) que se publicó un artículo sobre taxonomía y filogenética. Es probable que en los siguientes años se vea un aumento en las publicaciones sobre análisis filogenéticos que incluyan especies del Papaloapan, conforme a la tendencia de los estudios de la funga mexicana en general y quizá se realicen estudios ecológicos, los cuales podrán analizarse en un cuarto periodo sobre la evolución en las publicaciones de macromicetos de la región (Fig. 31).

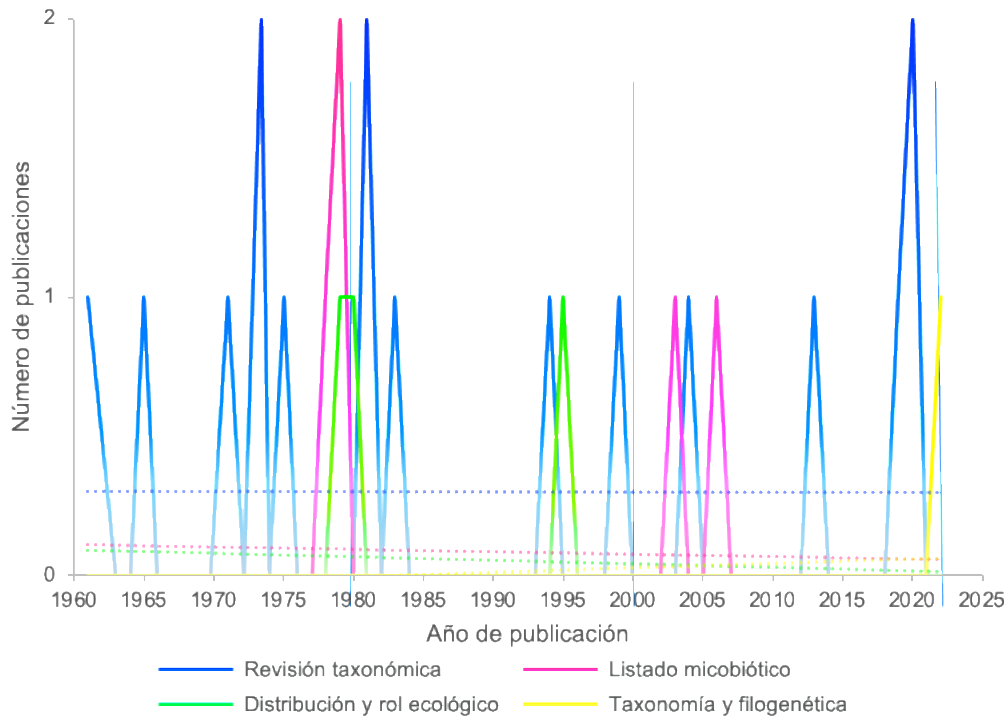


Figura 31. Número de publicaciones de macromicetos del Papaloapan por tema a través del tiempo (1961-2022).

Respecto a los grupos taxonómicos el 7.40 % (2) de los artículos abordan líquenes, macromicetos y mixomicetos, por lo que se etiquetó como “funga”; el 14.81 % (4) estudió macromicetos en general; el 33.33% (9) se enfocó en Ascomycota y el 44.44% (12) en Basidiomycota (Fig. 32). De estos, los dos artículos sobre “funga” se tratan de listados micológicos, los cuatro sobre macromicetos se dividen dos en revisión taxonómica y dos abordan aspectos de distribución y roles ecológicos; los nueve sobre Ascomycota agrupan a ocho de revisión taxonómica y uno de distribución y roles ecológicos; y los 12 de Basidiomycota se separan en ocho sobre revisión taxonómica, tres sobre listado taxonómico y uno sobre taxonomía y filogenética (Fig. 32).

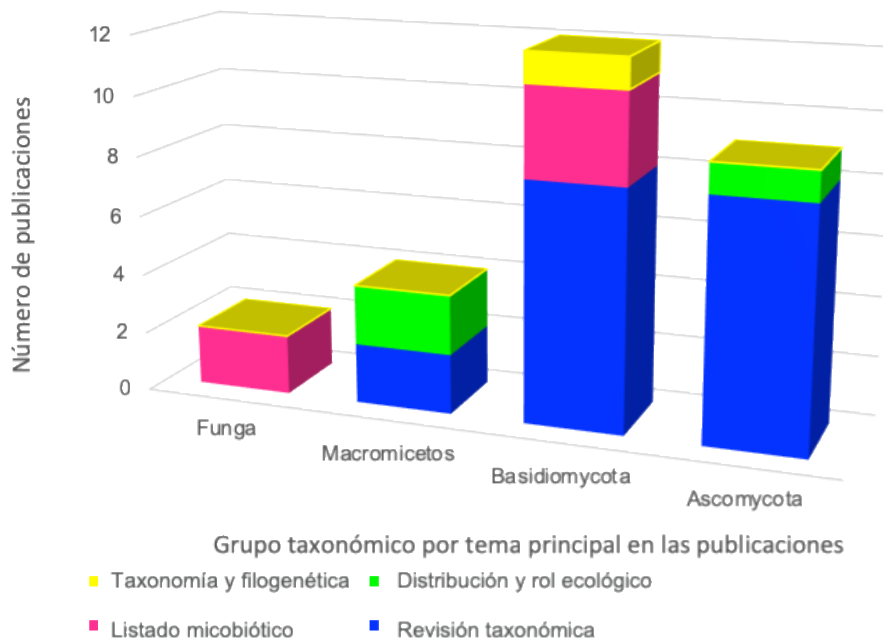


Figura 32. Número de publicaciones por grupo taxonómico estudiado de macromicetos del Papaloapan. Funga incluye líquenes, macromicetos y myxomicetos. Macromicetos incluye ascomicetos y basidiomicetos.

Inicialmente, la matriz de macromicetos citados de la Región de la Cuenca del Papaloapan elaborada a partir del análisis de las 27 publicaciones comprendía 131 taxones. No se consideró a *Fusarium haematococcum* Nalim, Samuels & Geiser, un hongo imperfecto citado como *Nectria haematococca* B. & Br, de Temascal, municipio de San Miguel Soyaltepec por Welden y Guzmán (1978). Se eliminó a *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. registrada por Raymundo y Valenzuela (2003) de San Martín Zoyolapam, pero pertenece a la región Sierra Norte. Rodríguez-Gutiérrez et al. (2022) mencionaron la incerteza de que *Auricularia delicata* (Mont. ex Fr.) Henn y *A. mesenterica* (Dicks.) se distribuyan en México; sin embargo, entre el material estudiado no se revisaron los especímenes citados por Lowy (1965), Mendiola et al. (1973), Welden y Guzmán (1978) y Guzmán-Dávalos y Guzmán (1979) quienes registraron estas especies de cuatro localidades de la región; por lo que se incluyen en la matriz de datos.

Una vez depurada, la matriz consta de 129 taxones (Cuadro 2); 126 determinados a nivel especie, uno de ellos se citó como especie *Xylaria* cf. *complanata* (San Martín

y Rogers, 1995) y dos como variedades *Marasmius bezerrae* var. *chiltepecensis*, que actualmente se reconoce como *Marasmius bezerrae* y *Dacrymyces deliquescens* var. *ellisii*, cuyo nombre actual es *Dacrymyces capitatus* (Welden y Guzmán, 1978).

La matriz agrupa 35 taxones que representan siete familias, cinco ordenes, cinco clases y una subdivisión de Ascomycota con Xylariaceae como la familia mejor representada con 23 especies y tres géneros (Pérez-Silva, 1975; Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; Pérez-Silva, 1983; San Martín y Rogers, 1995b; Osorio-Navarro et al., 2022). Se registraron 94 taxones de 39 familias, 13 órdenes, cuatro clases, dos subdivisiones de Basidiomycota; Polyporaceae ha sido la familia mejor estudiada con 27 especies de 14 (Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; Welden et al., 1979; Marmolejo et al., 1981; Raymundo y Valenzuela, 2003). Lo anterior no es de sorprender al tratarse de especies lignícolas, que es el grupo funcional mejor representado en zonas tropicales (Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979).

Cuadro 2. Macromicetos citados de la región de la Cuenca del Papaloapan, Oaxaca, en las 27 publicaciones analizadas.

! = especie citada con errores nomenclaturales (*Index Fungorum*, 2024). La clave correspondiente a la localidad y al tipo de vegetación se ve en el cuadro 3. Tipos de vegetación considerados en la literatura y en algunos casos homologados a la clasificación de Rzedowski (2006) BET, CC = Cultivo de café, PH = Plantación de hule, PP = Plantación de pinos, VTP = Vegetación tropical perturbada.

Taxones	Literatura	Localidad	Vegetación
Ascomycota			
Pezizomycotina			
Leotiomycetes			
Helotiales			

Pezizellaceae

<i>Calycina claroflava</i> (Grev.) Kuntze Citado como <i>Bisporella</i> <i>discedens</i> (Karst.) Carp.	Welden et al., 1979	13	PH
---	---------------------	----	----

Vibrisseaceae

<i>Vibrissea guernisacii</i> P. Crouan & H. Crouan Citado como <i>Apostemidium</i> <i>guernisacii</i> (Crouan) Boud.	Welden y Guzmán, 1978	10	BTP-E
---	-----------------------	----	-------

Orbiliomycetes

Orbiliales

Orbiliaceae

<i>Orbilium xanthostigma</i> (Fr.) Fr.	Welden y Guzmán, 1978	9	BTP
--	-----------------------	---	-----

Sarcoscyphaceae

<i>Cookeina speciosa</i> (Fr.) Dennis	Ortega-López et al., 2019	1901	BTP
<i>Cookeina sulcipes</i> (Berk.) Kuntze	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; Ortega- López et al., 2019	9, 20, 21, 22, 1901	BTP
<i>Cookeina tricholoma</i> (Mont.) Kuntze	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979	9, 10, 17, 21, 22	BTP, BTP-E, VPT
<i>Phillipsia domingensis</i> (Berk.) Berk. ex Denison	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; Ortega- López et al., 2019	14, 18, 20, 1901	BTP, PP

<i>Phillipsia hartmannii</i> (W. Phillips) Rifai	Welden y Guzmán, 1978	14	BTP
--	-----------------------	----	-----

Sordariomycetes

Xylariales

Hypoxylaceae

<i>Daldinia concentrica</i> (Bolton) Ces. & De Not.	Pérez-Silva, 1973; Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979	10, 15, 23	BTP-E, VPT
<i>Daldinia vernicosa</i> Ces. & De Not.	Barbosa-Reséndiz et al., 2020	9, 10, 23	BTP, BTP-E, VPT
<i>Hypoxylon deustum</i> (Hoffm.) Grev.	Pérez-Silva, 1983	10	VTP
<i>Phylacia poculiformis</i> (Mont.) Mont.	Medel et al., 2006	18	PP

Xylariaceae

<i>Poronia oedipus</i> (Mont.) Mont.	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979	13	PH
<i>Whalleya microplaca</i> (Berk. & M.A. Curtis) J.D. Rogers, Y.M. Ju & F. San Martín Citado como <i>Hypoxylon microplacum</i> (Berk. & Curt.) Mill.	Pérez-Silva, 1983	21	BTP-E
<i>Xylaria anisopleura</i> (Mont.) Fr.	San Martín y Rogers, 1995b	9	BTP
<i>Xylaria arbuscula</i> Sacc.	San Martín y Rogers, 1995b	9	BTP

<i>Xylaria boergesenii</i> (Ferd. & Winge) P.F. Cannon	San Martín y Rogers, 1995b	9	BTP
<i>Xylaria brachiata</i> Sacc.	San Martín y Rogers, 1995b	9	BTP
<i>Xylaria claviceps</i> F. San Martín & J.D. Rogers	San Martín y Rogers, 1995b	9	BTP
<i>Xylaria coccophora</i> Mont.	San Martín y Rogers, 1995b	9	BTP
<i>Xylaria cf. complanata</i> Ces.	San Martín y Rogers, 1995b	9	BTP
<i>Xylaria cubensis</i> (Mont.) Fr.	Pérez-Silva, 1975; San Martín y Rogers, 1995b	9, 15	BTP, BTsC, BTP-E
<i>Xylaria delicatula</i> Starbäck	San Martín y Rogers, 1995b	9	BTP
<i>Xylaria feejeensis</i> (Berk.) Fr.	San Martín y Rogers, 1995b	9	BTP
<i>Xylaria grammica</i> (Mont.) Mont.	Pérez-Silva, 1975; Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; San Martín y Rogers, 1995b	9, 20	BTP
<i>Xylaria guazumae</i> F. San Martín & J.D. Rogers	San Martín y Rogers, 1995b	9	BTP
<i>Xylaria hypoxylon</i> (L.) Grev. Citado como <i>Xylaria adscendens</i> (Fr.) Fr.	San Martín y Rogers, 1995b	9	BTP
<i>Xylaria kegeliana</i> (Lév.) Fr.	San Martín y Rogers, 1995b	9	BTP

<i>Xylaria lancea</i> Lloyd	San Martín y Rogers, 1995b	9	BTP
<i>Xylaria multiplex</i> (Kunze) Fr.	Pérez-Silva, 1975; Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; San Martín y Rogers, 1995b; Osorio-Navarro et al., 2022	9, 15, 20, 23	BTP
<i>Xylaria nigrescens</i> (Sacc.) Lloyd	San Martín y Rogers, 1995b	9	BTP
<i>Xylaria polymorpha</i> (Pers.) Grev.	Pérez-Silva, 1975	21	BTP
<i>Xylaria scruposa</i> (Fr.) Fr.	San Martín y Rogers, 1995b	9	BTP
<i>Xylaria uniapiculata</i> F. San Martín & J.D. Rogers	San Martín y Rogers, 1995b	9	BTP
<i>Xylosphaera poitei</i> (Lév.) Dennis	San Martín y Rogers, 1995b	9	BTP

Basidiomycota

Agaricomycotina

Agaricomycetes

Agaricales

Agaricaceae

<i>Agaricus flavorubens</i> Berk. & Mont. Citado como <i>Amanita</i> <i>flavorubens</i> (B. & Mont.) Gilb.	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; León y Guzmán, 1980	16	BET
--	--	----	-----

<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müll.) Pers.	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979	10	BTP-E
Amanitaceae			
<i>Amanita annulatovaginata</i> Beeli	Welden y Guzmán, 1978; León y Guzmán, 1980	16	BET
Galeropsidaceae			
<i>Panaeolus antillarum</i> (Fr.) Dennis	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979	11	VTP
<i>Panaeolus cyanescens</i> Sacc.	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979	21	BTP
Hydnangiaceae			
<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Cooke	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; León y Guzmán, 1980	10	BTP-E
Hygrophoraceae			
<i>Hygrocybe erinensis</i> (Dennis) R. Valenz., Guzmán & J. Castillo	Valenzuela et al., 1981	13	PH
Hymenogastraceae			
<i>Psilocybe cordispora</i> R. Heim	Ramírez-Cruz et al., 2006	29	BTP
<i>Psilocybe cubensis</i> (Earle) Singer	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979	13	PH

<i>Psilocybe schultesii</i> Guzmán & S.H. Pollock	Guzmán et al., 2004	15	VTP
<i>Psilocybe subcubensis</i> Guzmán	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; Ramírez-Cruz et al., 2006	13, 21	BTP, PH
Marasmiaceae			
<i>Marasmius bezerrae</i> Singer Citado como <i>Marasmius bezerrae</i> var. <i>chitepecensis</i> Singer	Welden y Guzmán, 1978	21	BTP
<i>Marasmius cladophyllus</i> Berk.	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979	13, 18	PH, PP
<i>Marasmius strictipes</i> (Peck) Singer	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979	13, 21, 23	BTP, PH, VTP
Mycenaceae			
<i>Panellus pusillus</i> (Pers. ex Lév.) Burds. & O.K. Mill.	Welden y Guzmán, 1978	14	BTP
Physalacriaceae			
<i>Desarmillaria tabescens</i> (Scop.) R.A. Koch & Aime Citado como <i>Armillaria tabescens</i> (Scop. Ex Fr.) Singer	Welden y Guzmán, 1978	10	BTP-E
Schizophyllaceae			

<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979	9, 10, 13	BTP, BTP-E, PH
<i>Schizophyllum fasciatum</i> Pat.	Olivo-Aranda y Herrera, 1994	10	BTP-E
Strophariaceae			
<i>Deconica coprophila</i> (Bull.) P. Karst.	Welden y Guzmán, 1978; Ramírez-Cruz et al., 2006	10, 30	BTP, BTP-E
<i>Incertae sedis</i>			
<i>Cyathus stercoreus</i> (Schwein.) De Toni	Welden y Guzmán, 1978	16	BET
Auriculariales			
Auriculariaceae			
<i>Auricularia delicata</i> (Mont. ex Fr.) Henn. !!	Lowy, 1965; Mendiola, et al., 1973; Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979	9, 14, 18, 15, 20	BTP, PP
<i>Auricularia fuscusuccinea</i> (Mont.) Henn.	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979	9, 17	BTP, VTP
<i>Auricularia mesenterica</i> (Dicks.) Pers. !!	Lowy, 1965; Mendiola, et al., 1973; Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979	15, 21	BTP, VTP
<i>Auricularia nigricans</i> (Sw.) Birkebak Citado como <i>Auricularia polytricha</i> (Mont.) Sacc. /	Lowy, 1965; Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979;	15, 18, 20, 21	BTP, PP, VTP

<i>Auricularia nigricans</i> (Sw.) Birkebak, Looney et Sánchez- García	Rodríguez-Gutiérrez et al., 2022		
--	-------------------------------------	--	--

Boletales

Boletaceae

<i>Boletellus ananas</i> (M.A. Curtis) Murrill	Welden y Guzmán, 1978; León y Guzmán, 1980	16	BET
---	---	----	-----

Sclerodermataceae

<i>Pisolithus tinctorius</i> (Mont.) E. Fisch.	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; León y Guzmán, 1980	18	PP
---	--	----	----

Cantharellales

Hydnaceae

<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	Herrera y Guzman, 1961; Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; León y Guzmán, 1980	15, 16	BET, VTP
----------------------------------	---	--------	----------

Geastrales

Geastraceae

<i>Geastrum lageniforme</i> Vittad.	Pérez-Silva et al., 1999	20	BTP
<i>Geastrum saccatum</i> Fr.	Pérez-Silva et al., 1999	12, 18, 20	BTP, PP, VTP
<i>Geastrum schweinitzii</i> (Berk. & M.A. Curtis) Zeller	Pérez-Silva et al., 1999	9, 48D	BTP, BET

Gloeophyllales

Gloeophyllaceae

<i>Lenzites betulinus</i> (L.) Fr. Citado como <i>Lenzites betulina</i> (Fr.) Fr.	Raymundo y Valenzuela, 2003	18	PP
<i>Osmoporus mexicanus</i> (Mont.) Y.C. Dai & S.H. He Citado como <i>Gloeophyllum</i> <i>mexicanum</i> (Mont.) Ryv.	Raymundo y Valenzuela, 2003	21C6	BTP

Hymenochaetales

Hirschioporaceae

<i>Nigrohirschioporus sector</i> (Ehrenb.) Y.C. Dai, Yuan Yuan & Meng Zhou Citado como <i>Trichaptum sector</i> (Ehrenb.: Fr.) Kreisel	Raymundo y Valenzuela, 2003	21C11	BTP
--	--------------------------------	-------	-----

Hymenochaetaceae

<i>Coltricia cinnamomea</i> (Jacq.) Murrill	Welden et al., 1979	17	VTP
<i>Coltricia focicola</i> (Berk. & M.A. Curtis) Murrill Citado como <i>Polyporus focicola</i> B. & C. / <i>Coltricia focicola</i> (Berk. & Curtis) Murr.	Welden y Guzmán, 1978; Raymundo y Valenzuela, 2003	21, 23	BTP
<i>Coltricia perennis</i> (L.) Murrill Citado como <i>Polyporus perennis</i> L. ex Fr. / <i>Coltricia perennis</i> (Fr.) Murr.	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; Raymundo y Valenzuela, 2003	15, 18	PP, VTP

<i>Coltricia pseudocinnamomea</i> Burds.	Raymundo y Valenzuela, 2003	18	PP
<i>Fuscoporia callimorpha</i> (Lév.) Groposo, Log.-Leite & Góes- Neto Citado como <i>Phellinus roseo- cinereus</i> (Murr.) Reid ! / <i>Fuscoporia callimorpha</i> (Lév.) Groposo, C. L. Leite y Góes- Neto	Welden et al., 1979; Raymundo et al., 2013	17, 23	VTP
<i>Hymenochaete iodina</i> (Mont.) Baltazar & Gibertoni Citado como <i>Cyclomyces iodinus</i> (Mont.) Pat.	Welden et al., 1979	17, 48D	BET, VTP
<i>Phellinus sarcites</i> (Fr.) Ryvarden	Raymundo y Valenzuela, 2003	15	VTP
<i>Tropicoporus linteus</i> (Berk. & M.A. Curtis) L.W. Zhou & Y.C. Dai	Raymundo y Valenzuela, 2003	21E3.	BTP
<i>Tubulicrinis glebulosus</i> (Fr.) Donk Citado como <i>Tubulicrinis gracillima</i> (Ellis & Eberh. Ex Rogs. & Jacks) Donk / <i>Tubulicrinis glebulosus</i> (Fr.) Donk	Welden y Guzmán, 1978; Welden et al., 1979	14	BTP
Rickenellaceae			
<i>Cotylidia aurantiaca</i> (Pat.) A.L. Welden	Marmolejo et al., 1981	18	PP

Schizoporaceae

Schizopora paradoxa (Schrad.) Welden et al., 1979 13, 17 PH, VTP
Donk

Citado como *Polyporus*
versipora (Pers.) Rom. ! /
Schizopora paradoxa (Schrad.)
Donk

Polyporales**Cerrenaceae**

Cerrena caperata (Berk.) Zmitr. Raymundo y Valenzuela, 15, 16 BET, VTP
2003
Citado como *Datronia caperata*
(Berk.) Ryv.

Cerrena hydroides (Sw.) Zmitr. Welden y Guzmán, 1978; 9, 10, 13, BTP, BTP-E,
Guzmán-Dávalos y 16, 21, 23, PH, VTP
Citado como *Polyporus*
hydroides Swartz ex Fr. /
Hexagona hydroides (Sw. Ex
Fr.) K. Fidalgo al., 1979; Welden et
al., 1979; Raymundo y 21C10,
Valenzuela, 2003 21E3

Fomitopsidaceae

Phaeodaedalea incerta (Curr.) Raymundo y Valenzuela, 18 PP
Tura, Zmitr., Wasser & Spirin 2003

Citado como *Phaeodaedalea*
sprucei Fidalgo

Rhodofomitopsis feei (Fr.) B.K. Raymundo y Valenzuela, 16 BET
Cui, M.L. Han & Y.C. Dai 2003

Citado como *Fomitopsis feei*
(Fr.) Kreisel

Ganodermataceae

<i>Cristataspora coffeata</i> (Berk.) Robledo, Costa-Rezende & de Madriagnac Bonzi	Raymundo y Valenzuela, 2003	18	BTP-E
Citado como <i>Humphreya coffeatum</i> (Berk.) Furt.			
Meripilaceae			
<i>Rigidoporus lineatus</i> (Pers.) Ryvarden	Welden et al., 1979; Raymundo y Valenzuela, 2003	16, 23, 21B3	BET, VTP
Citado como <i>Rigidoporus surinamensis</i> (Mont.) Murr. / <i>Rigidoporus lineatus</i> (Pers.) Ryv.			
<i>Rigidoporus microporus</i> (Sw.) Overeem	Welden et al., 1979; Raymundo y Valenzuela, 2003	15, 48D	BET, VTP
Panaceae			
<i>Cymatoderma caperatum</i> (Berk. & Mont.) D.A. Reid	Welden et al., 1979	48C	VTP
<i>Panus rudis</i> Fr.	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979	9, 15	BTP, VTP
Phanerochaetaceae			
<i>Phanerochaete affinis</i> (Burt) Parmasto	Welden et al., 1979	17	VTP
Podoscyphaceae			
<i>Abortiporus biennis</i> (Bull.) Singer	Raymundo y Valenzuela, 2003	18	PP
Polyporaceae			

<i>Corioloopsis brunneoleuca</i> (Berk.) Ryvarden Citado como <i>Corioloopsis brunneoleuca</i> (Berk.) Ryv.	Raymundo y Valenzuela, 2003	10, 20, 21C2, 21E1	BTP, BTP-E
<i>Corioloopsis byrsina</i> (Mont.) Ryvarden <i>Corioloopsis occidentalis</i> (Klotzsch) Murrill Citado como <i>Polyporus occidentalis</i> Kl.	Raymundo y Valenzuela, 2003 Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979	10, 15, 20, 21C8 10, 19, 20, 21	BTP, BTP-E, VPT BTP, VTP
<i>Daedaleopsis confragosa</i> (Bolton) J. Schröt.	Raymundo y Valenzuela, 2003	16	BET
<i>Earliella scabrosa</i> (Pers.) Gilb. & Ryvarden Citado como <i>Trametes corrugata</i> (Pers.) Bres. / <i>Corioloopsis scabrosa</i> (Pers.) Cunn. ! / <i>Earliella scabrosa</i> (Pers.) Gilb. & Ryv.	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; Welden et al., 1979; Raymundo y Valenzuela, 2003	10, 12, 13, 20, 21E3	BTP, BTP-E, PH, VTP
<i>Fabiosporus sanguineus</i> (L.) Zmitr. Citado como <i>Polyporus sanguineus</i> L. ex Fr. / <i>Pycnoporus sanguineus</i> (L.:Fr.) Murr.	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; Raymundo y Valenzuela, 2003	10, 13, 15-18, 20-21, 4A1, 21C10-11, 21D2, 21E1-3	BET, CC, BTP, BTP-E, PH, PP, VTP
<i>Favolus tenuiculus</i> P. Beauv. Citado como <i>Favolus brasiliensis</i> Fr. / <i>Polyporus tenuiculus</i> (Beauv.) Fr.	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; Raymundo y Valenzuela, 2003	15, 16, 17, 18, 20, 21, 21D2, 21E3	BET, BTP, PP, VTP

<i>Fomes fasciatus</i> (Sw.) Cooke Citado como <i>Fomes sclerodermeus</i> (Lév.) Cooke	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979	9	BTP
<i>Fomitella supina</i> (Sw.) Murrill Citado como <i>Fomes rubritinctus</i> Murr. / <i>Fomitella supina</i> (Swartz:Fr..) Murr.	Welden y Guzmán, 1978; Raymundo y Valenzuela, 2003	13, 21, 21E3	BTP, PH
<i>Ganoderma lobatum</i> (Cooke) G.F. Atk.	Raymundo y Valenzuela, 2003	18	PP
<i>Lentinus arcularius</i> (Batsch) Zmitr. Citado como <i>Polyporus arcularius</i> Batsch ex Fr.	Welden y Guzmán, 1978; Welden et al., 1979	14, 17, 21	BTP, VTP
<i>Lentinus badius</i> (Berk.) Berk. Citado como <i>Panus badius</i> (Berk.) Sing.	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979	20	BTP
<i>Lentinus crinitus</i> (L.) Fr. Citado como <i>Panus crinitus</i> (L. ex fr.) Sing.	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979	9, 10, 18, 20, 23	BTP, BTP-E, PP, VTP
<i>Lentinus scleropus</i> (Pers.) Fr. Citado como <i>Pleurotus hirtus</i> (Fr.) Sing.	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979	20, 21	BTP
<i>Lentinus tricholoma</i> (Mont.) Zmitr. Citado como <i>Polyporus tricholoma</i> Mont.	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; Welden et al., 1979; Raymundo y Valenzuela, 2003	10, 13, 14, 15, 18, 20, 23, 21E3	BTP, BTP-E, PH, PP, VTP

<i>Lopharia cinerascens</i> (Schwein.) G. Cunn.	Welden y Guzmán, 1978; Marmolejo et al., 1981	12, 13	PH, VTP
<i>Pseudofavolus tenuis</i> (Fr.) G. Cunn. Citado como <i>Hexagona tenuis</i> (Hook.) Fr. / <i>Hexagonia tenuis</i> (Hook.) Fr.	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; Welden et al., 1979; Raymundo y Valenzuela, 2003	9, 10, 13, 16, 18, 21, 21E3	BTP, BTP-E, PH, PP
<i>Tomophagus colossus</i> (Fr.) Murrill Citado como <i>Ganoderma colossus</i> (Fr.) Torrend	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; Raymundo y Valenzuela, 2003	17, 21	BTP, VTP
<i>Trametes cubensis</i> (Mont.) Sacc.	Raymundo y Valenzuela, 2003	21D2	BTP
<i>Trametes elegans</i> (Spreng.) Fr. Citado como <i>Daedalea elegans</i> Spreng. Ex Fr. / <i>Trametes elegans</i> (Spreng.): Fr.)Fr.	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; Raymundo y Valenzuela, 2003	9, 10, 20, 21, 21D2, 21C9, 21E1-3	BTP, BTP-E
<i>Trametes hirsuta</i> (Wulfen) Lloyd Citado como <i>Coriolus hirsutus</i> (Wulf. Ex Fr.) Quéf.	Welden et al., 1979	13, 17	PH, VTP
<i>Trametes maxima</i> (Mont.) A. David & Rajchenb. Citado como <i>Polyporus maximus</i> (Mont.) Overh. / <i>Trametes maxima</i> (Mont.) David & Rajchenberg	Welden y Guzmán, 1978; Raymundo y Valenzuela, 2003	10, 13, 21F1	BTP, PH, VTP

<i>Trametes pavonia</i> (Hook.) Ryvarden Citado como <i>Coriolus pavonius</i> (Hook.) Murr. / <i>Trametes pavonia</i> (Hook.) Ryv.	Welden et al., 1979; Raymundo y Valenzuela, 2003	12, 13, 15	PH, VTP
<i>Trametes polyzona</i> (Pers.) Justo Citado como <i>Coriolopsis polyzona</i> (Pers.) Ryv	Raymundo y Valenzuela, 2003	10, 15, 16, 18, 20, 21, 21C10	BET, BTP, PP, VTP
<i>Trametes villosa</i> (Sw.) Kreisel Citado como <i>Polyporus villosus</i> (Sw.) Fr. / <i>Funalia villosa</i> (Sw.) Murr.	Welden y Guzmán, 1978; Welden et al., 1979; Raymundo y Valenzuela, 2003	10, 20, 21C10, 21E3	BTP, BTP-E
<i>Truncospora tephropora</i> (Mont.) Zmitr. Citado como <i>Perenniporia tephropora</i> Ryv.	Raymundo y Valenzuela, 2003	15	VTP
Steccherinaceae			
<i>Junghuhnia nitida</i> (Pers.) Ryvarden Citado como <i>Junghuhnia nitiduda</i> (Pers.) Ryv. ! / <i>Junghuhnia nitida</i> (Pers.) Ryvarden	Welden et al., 1979	17	VTP
<i>Steccherinum ochraceum</i> (Pers. ex J.F. Gmel.) Gray Citado como <i>Steccherinum ochraceus</i> (Pers) S.F. Gray	Welden et al., 1979	23	VTP
Trichaptaceae			

<i>Trichaptum abietinum</i> (Pers. ex J.F. Gmel.) Ryvarden	Welden et al., 1979	14	BTP
--	---------------------	----	-----

Citado como *Hischioporus abietinus* (Dicks. Ex Fr.) Quél. ! /
Trichaptum abietinum
(Dicks.:Fr.) Ryv.

Russulales

Bondarzewiaceae

<i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref.	Raymundo y Valenzuela, 2003	10, 16	BET, BTP-E
---	-----------------------------	--------	------------

Russulaceae

<i>Lactarius indigo</i> (Schwein.) Fr.	Herrera y Guzman, 1961; León y Guzmán, 1980	15	BET
--	---	----	-----

Stereaceae

<i>Stereum ostrea</i> (Blume & T. Nees) Fr.	Welden y Guzmán, 1978	23	VTP
---	-----------------------	----	-----

Trechisporales

Hydnodontaceae

<i>Subulicystidium brachysporum</i> (P.H.B. Talbot & V.C. Green) Jülich	Welden et al., 1979	13	PH
---	---------------------	----	----

<i>Subulicystidium meridense</i> Oberw.	Welden et al., 1979	23	VTP
---	---------------------	----	-----

Dacrymycetes

Dacrymycetales

Dacrymycetaceae

<i>Dacrymyces capitatus</i> Schwein.	Welden y Guzmán, 1978	9	BTP
Citado como <i>Dacrymyces deliquescens</i> var. <i>ellisii</i> (Coker) Kennedy			
<i>Dacrymyces dictyosporus</i> G.W. Martin	Lowy, 1971; Mendiola, et al., 1973; Welden y Guzmán, 1978	15	VTP
<i>Dacryopinax elegans</i> (Berk. & M.A. Curtis) G.W. Martin	Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; Lowy y Guzmán, 1979	17, 20, 48C	BTP, VTP
Tremellomycetes			
Tremellales			
Tremellaceae			
<i>Tremella mesenterica</i> (Schaeff.) Pers.	Mendiola, et al., 1973; Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979	15, 17	VTP
Citado como <i>Tremella lutescens</i> Fr.			
Pucciniomycotina			
Atractiellomycetes			
Atractiellales			
Phleogenaceae			
<i>Helicogloea lagerheimii</i> Pat.	Welden y Guzmán, 1978	14	BTP

Después de revisar y depurar las localidades de las 27 publicaciones analizadas de macromicetos citados de la Región de la Cuenca del Papaloapan, se observó que los especímenes provienen de 35 localidades de siete municipios del distrito de Tuxtepec y de una localidad de un municipio del distrito Choapan (Cuadro 3) (Fig. 33), las cuales albergan tres principales tipos de vegetación nativa: bosque de encino tropical, bosque tropical perennifolio y bosque tropical perennifolio con encinos; así como vegetación secundaria o perturbada; plantaciones de hule, pinos y cultivos de café, lo cual puede explicar la diversidad en cuanto a la afinidad tropical o templada de las especies consideradas (Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979), tres de ellas pertenecen al municipio Santa María Jacatepec (Ortega et al., 2019; Cobos-Villagrán et al., 2020).

Cuadro 3. Localidades registradas de las especies citadas de la Región de la Cuenca del Papaloapan, Oaxaca.

Se citan literalmente las claves y las localidades usadas en Welden y Guzmán (1978): 9-23; en Welden et al. (1979): 48C-48D en Raymundo y Valenzuela (2003): 4A1 y 21A1-21F1 y en Ramírez-Cruz et al. (2006) 29, 30 y 35. Si las localidades de varias referencias ya sean previas o posteriores, coinciden con las antes mencionadas, se usa la misma clave priorizando cronológicamente. Además, en las localidades nuevas se utilizó el año de publicación y la inicial del primer autor. Se utilizan las claves de los tipos de vegetación considerados en la literatura y en algunos casos homologados a la clasificación de Rzedowski (2006) BET = Bosque de encino tropical, BTP = Bosque tropical perennifolio, BTP-E = Bosque tropical perennifolio con encinos, CC = Cultivo de café, PH = Plantación de hule, PP = Plantación de pinos, VTP = Vegetación tropical perturbada.

Clave	Distrito	Municipio	Localidad	Tipo de vegetación	Altitud (m)	Literatura
4A1	Choapan	Santiago Yaveo	Yaveo	CC	485	Raymundo y Valenzuela, 2003
12	Tuxtepec	San Felipe Jalapa de Díaz	Cerca de Jalapa de Díaz	VTP	160	Welden y Guzmán, 1978
29	Tuxtepec	San Felipe Jalapa de Díaz	Cerca de Loma Naranjo	BTP	427	Ramírez-Cruz et al., 2006

21B3	Tuxtepec	San José Chiltepec	Alrededores de Chiltepec	BTP	200	Raymundo y Valenzuela, 2003
21/21B1	Tuxtepec	San José Chiltepec	Cerca de Chiltepec	BTP	50	Pérez-Silva, 1975; Welden y Guzmán, 1978; Raymundo y Valenzuela, 2003
22	Tuxtepec	San José Chiltepec	Entre Chiltepec y Valle Nacional	BTP	80	Welden y Guzmán, 1978
11	Tuxtepec	San Juan Bautista Tuxtepec	Cerca de la desviación a Amapa, Carretera Tierra Blanca a Temascal	VTP	50	Welden y Guzmán, 1978
48-C	Tuxtepec	San Juan Bautista Tuxtepec	Cerca de Bethania, entre Tuxtepec y Palmares	VTP	100	Lowy y Guzmán, 1979; Welden et al., 1979

21C9	Tuxtepec	San Juan Bautista Tuxtepec	La Camelia	BTP	60	Raymundo y Valenzuela, 2003
21C10	Tuxtepec	San Juan Bautista Tuxtepec	El Azufre	BTP	60	Raymundo y Valenzuela, 2003
16/21B2	Tuxtepec	San Juan Bautista Tuxtepec	Entre Tuxtepec y Chiltepec	BET	100	Welden y Guzmán, 1978; Raymundo y Valenzuela, 2003
17	Tuxtepec	San Juan Bautista Tuxtepec	Cerca del entronque a la Fábrica de Papel, Carretera Tuxtepec a Chiltepec	VTP	50	Welden y Guzmán, 1978; Raymundo et al., 2013
19	Tuxtepec	San Juan Bautista Tuxtepec	Instituto Tecnológico Forestal, cerca de la Fábrica de Papel de Tuxtepec	VTP	50	Welden y Guzmán, 1978

21C6	Tuxtepec	San Juan Bautista Tuxtepec	2 km al S del campamento Machin	BTP	150	Raymundo y Valenzuela, 2003
18/21C5	Tuxtepec	San Juan Bautista Tuxtepec	Plantación de pinos de la Fábrica de Papel de Tuxtepec	PP	50	Welden y Guzmán, 1978; Marmolejo et al., 1981; Raymundo y Valenzuela, 2003; Medel et al., 2006
21C11	Tuxtepec	San Juan Bautista Tuxtepec	Loma Alta	BTP	60	Raymundo y Valenzuela, 2003
48-D	Tuxtepec	San Juan Bautista Tuxtepec	Entre Tuxtepec y Palmares, cerca del Rancho El Mirador	BET	100	Lowy y Guzmán, 1979; Welden et al., 1979
21C8	Tuxtepec	San Juan Bautista Tuxtepec	Papaloapan	BTP	20	Raymundo y Valenzuela, 2003
13/21D1	Tuxtepec	San Juan Bautista Tuxtepec	Piedra Ahumada, Carretera	PH	80	Welden y Guzmán, 1978; Raymundo y Valenzuela, 2003; Ramírez-Cruz et al., 2006

			Tuxtepec a Ojitlán			
14/21B4	Tuxtepec	San Juan Bautista Tuxtepec	Presa Cerro de Oro, entre Tuxtepec y Ojitlán	BTP	100	Welden y Guzmán, 1978; Raymundo y Valenzuela, 2003
20/21C3	Tuxtepec	San Juan Bautista Tuxtepec	Cerro Sebastopol, SO de Tuxtepec / Cerro Sebastopol, 14 km al SO de Tuxtepec	BTP	150	Mendiola y Guzmán, 1973; Pérez-Silva, 1975; Welden y Guzmán, 1978; Raymundo y Valenzuela, 2003; Rodríguez-Gutiérrez et al., 2022
21C2	Tuxtepec	San Juan Bautista Tuxtepec	31 km S de la línea estatal Veracruz- Oaxaca de	BTP	40	Raymundo y Valenzuela, 2003

			la Carretera 175*				
15/21C1	Tuxtepec	San Juan Bautista Tuxtepec	Tuxtepec / Cerca de Tuxtepec / Región S de Tuxtepec	VTP	50	Herrera y Guzmán, 1961; Lowy, 1965; Lowy, 1971; Mendiola y Guzmán, 1973; Pérez-Silva, 1973; Pérez-Silva, 1975; Welden y Guzmán, 1978; Raymundo y Valenzuela, 2003; Guzmán et al., 2005	
23/21C4	Tuxtepec	San Juan Bautista Valle Nacional	Valle Nacional	VTP	100	Pérez-Silva, 1975; Welden y Guzmán, 1978; Raymundo y Valenzuela, 2003; Barbosa et al., 2020; Raymundo et al., 2013; Osorio et al., 2022	
30	Tuxtepec	San Lucas Ojitlán	Cerca de San Lucas Ojitlán	BTP	167	Ramírez-Cruz et al., 2006	
21D2	Tuxtepec	San Lucas Ojitlán	El Platanal	BTP	140	Raymundo y Valenzuela, 2003	
9	Tuxtepec	San Miguel Soyaltepec	Cerca de la Presa Miguel Alemán, zona Oeste de Temascal	BTP	150	Welden y Guzmán, 1978; Pérez-Silva, 1983; San Martín y Rogers, 1995; Barbosa et al., 2020; Osorio et al., 2022	

21E1	Tuxtepec	San Miguel Soyaltepec	Cerro al SE de Temascal	BTP	40	Raymundo y Valenzuela, 2003
21E3	Tuxtepec	San Miguel Soyaltepec	Cerros al N de la compuerta de la Presa Miguel Alemán, cerca de Temascal	BTP	100	Raymundo y Valenzuela, 2003
10/21E2	Tuxtepec	San Miguel Soyaltepec	NE de Temascal / Temascal	BTP-Q	100	Welden y Guzmán, 1978; Raymundo y Valenzuela, 2003; Barbosa et al., 2020
21F1	Tuxtepec	Santa María Jacatepec	San José Unión Jacatepec	BTP	30	Raymundo y Valenzuela, 2003
19O1	Tuxtepec	Santa María Jacatepec	Vega del Sol	BTP	60	Ortega et al., 2019

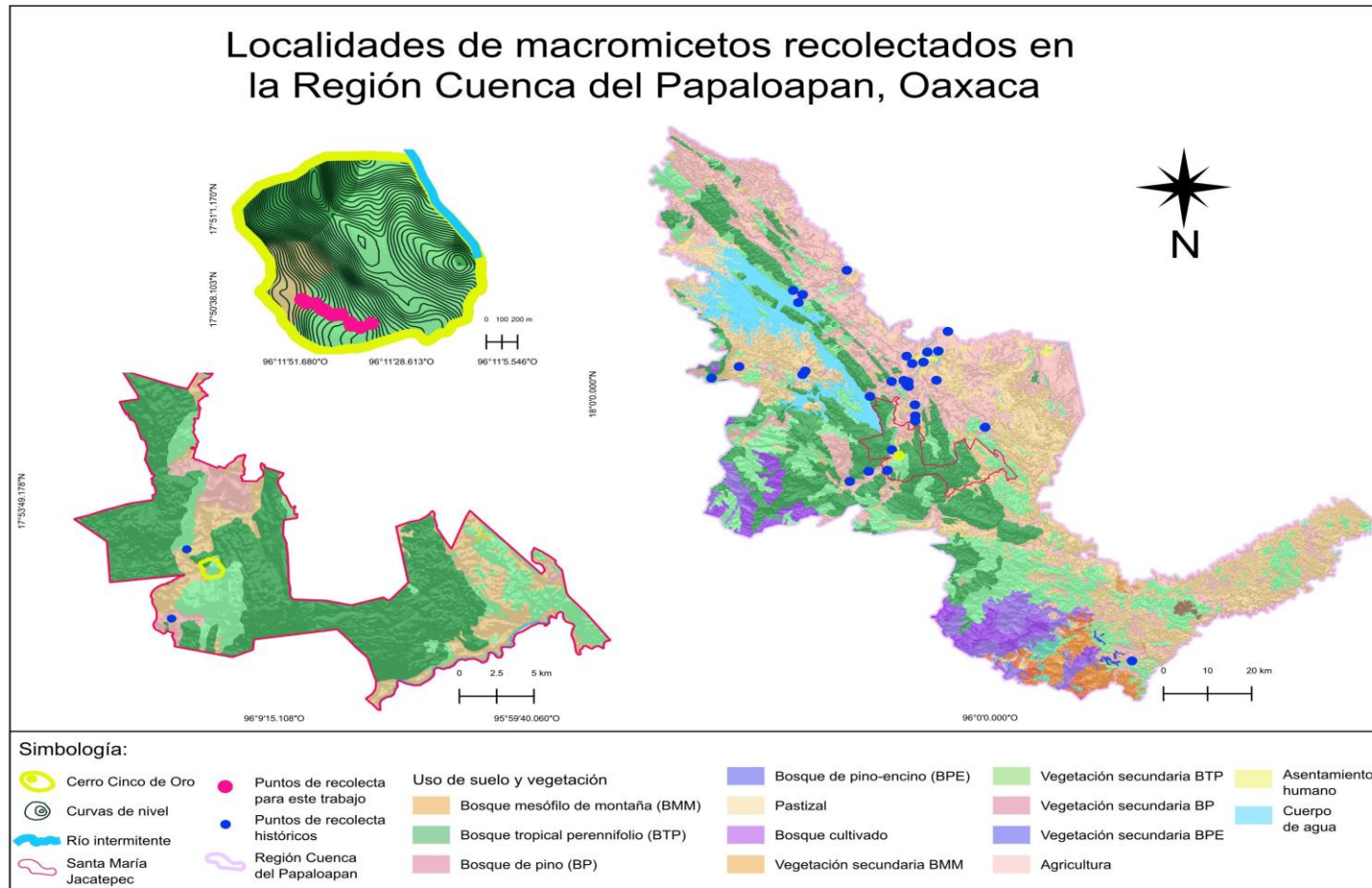


Figura 33. Puntos de colecta y localidades registradas de macromicetos citados de la Región de la Cuenca del Papaloapan Oaxaca.

7.11. Difusión y divulgación científica

Como primeros pasos para difundir y divulgar los resultados de este trabajo se ofreció una entrevista sobre “La importancia de los hongos en los ecosistemas” en el Podcast de ECAFFS (Educa, Conserva y Aprovecha la Flora y Fauna Silvestre A.C), el cual tiene por objetivo conservar el medio ambiente y la biodiversidad (enlace: [Facebook](#)). También se generó material infográfico de los hongos de Santa María Jacatepec para compartir paulatinamente en redes sociales y en la comunidad Santa María Jacatepec (Figs. 34 - 40).

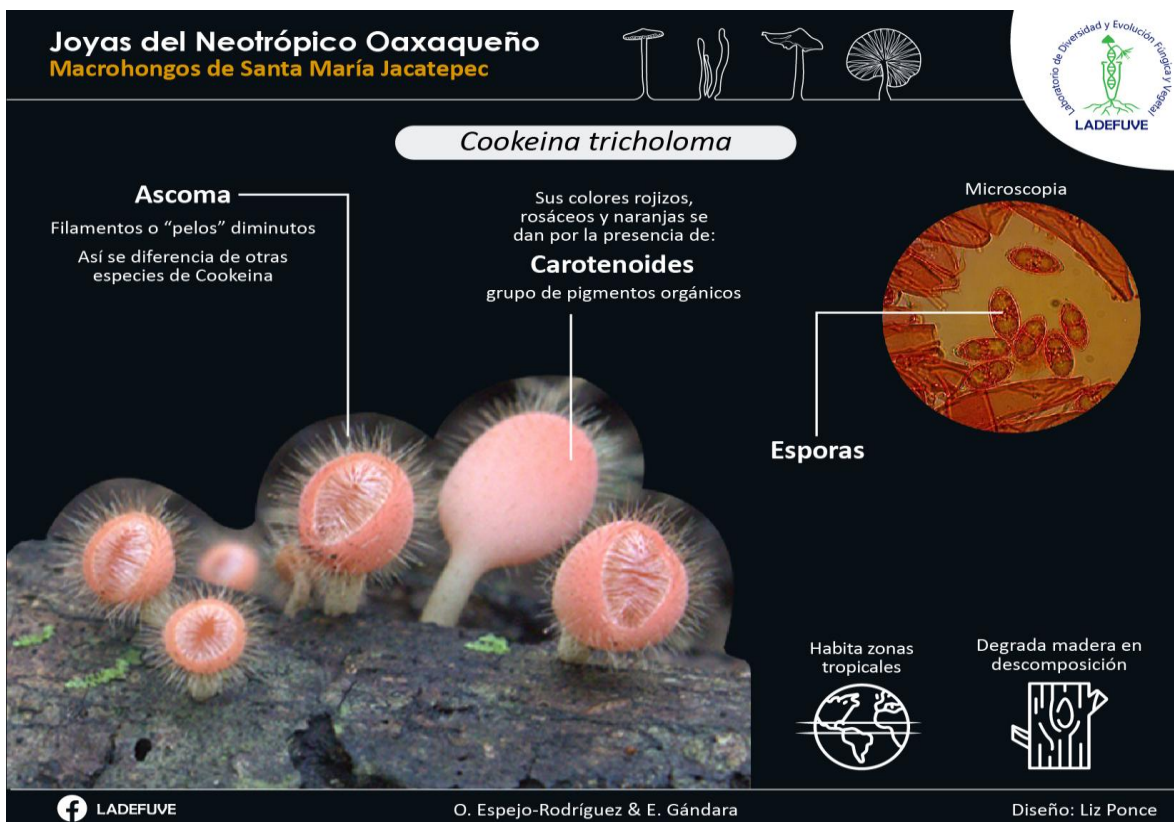


Figura 34. Infografía de *Cookeina tricholoma*.



Figura 35. Infografía de *Gloeocantharellus pleurobrunnescens*

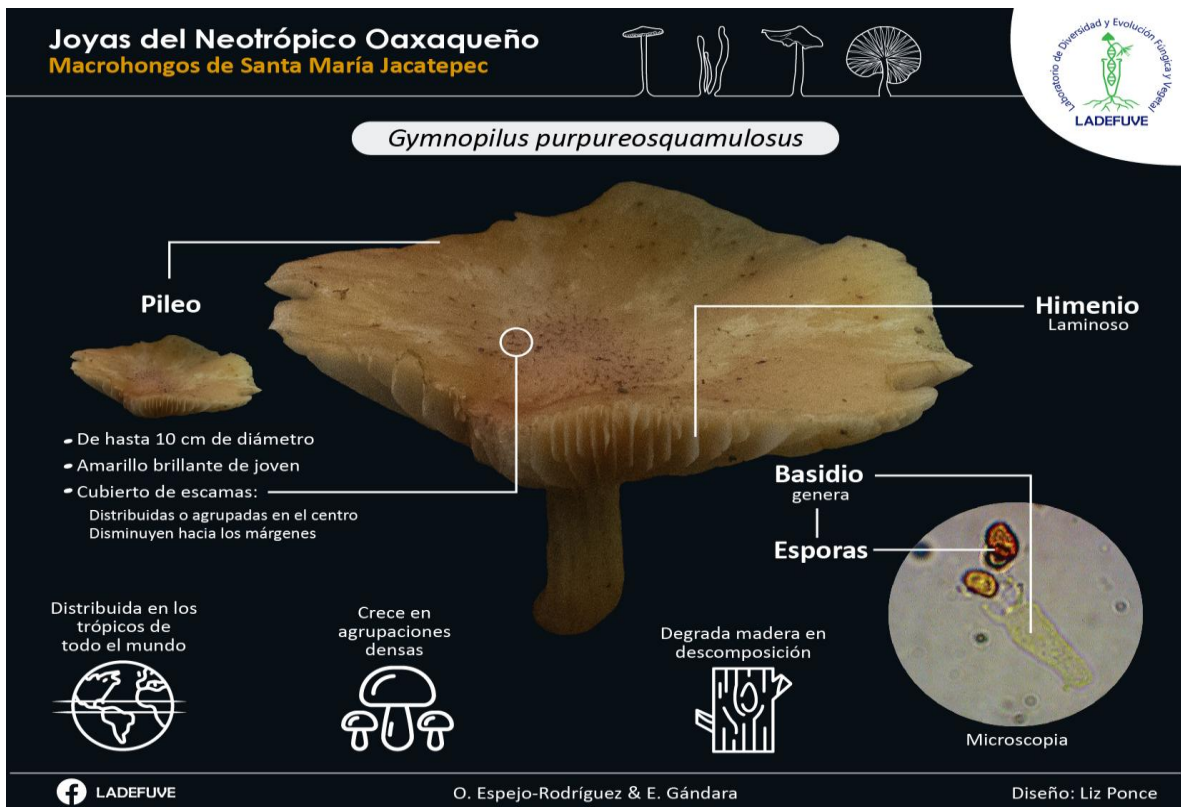


Figura 36. Infografía de *Gymnopilus purpureosquamulosus*

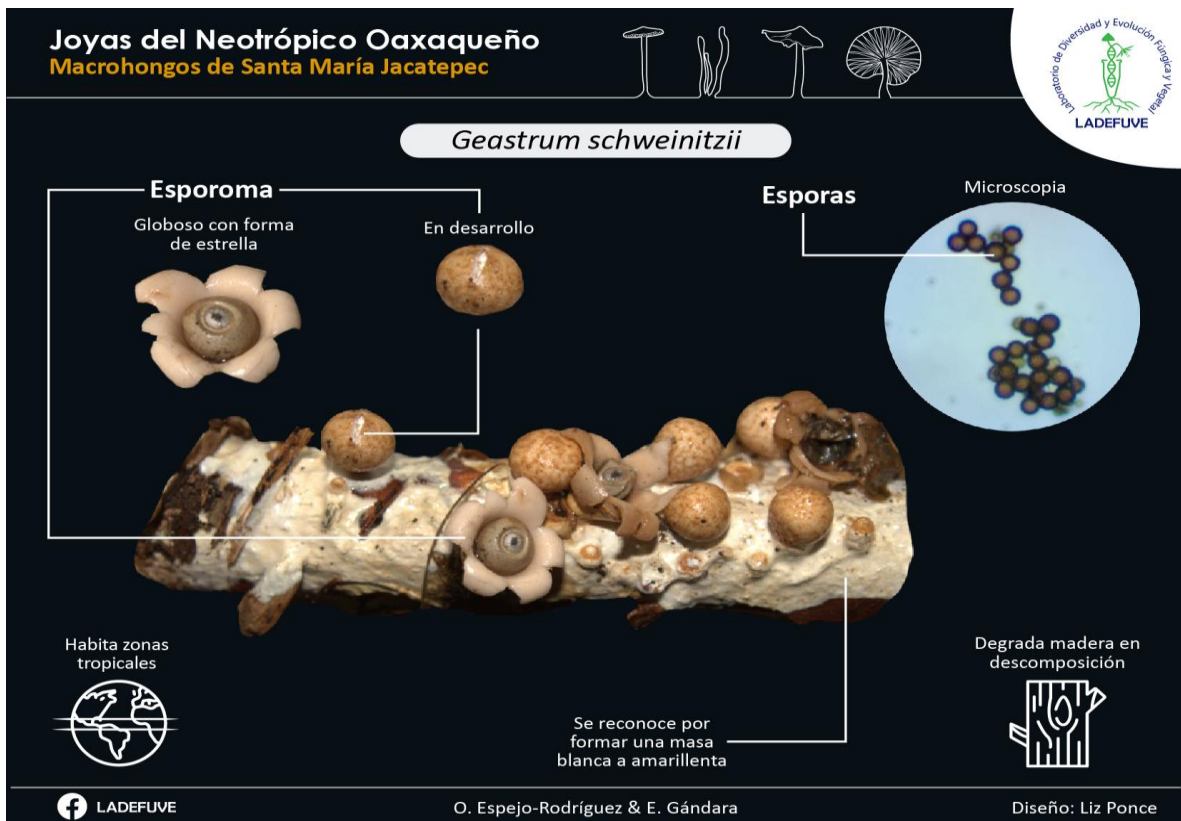


Figura 37. Infografía de *Geastrum schweinitzii*

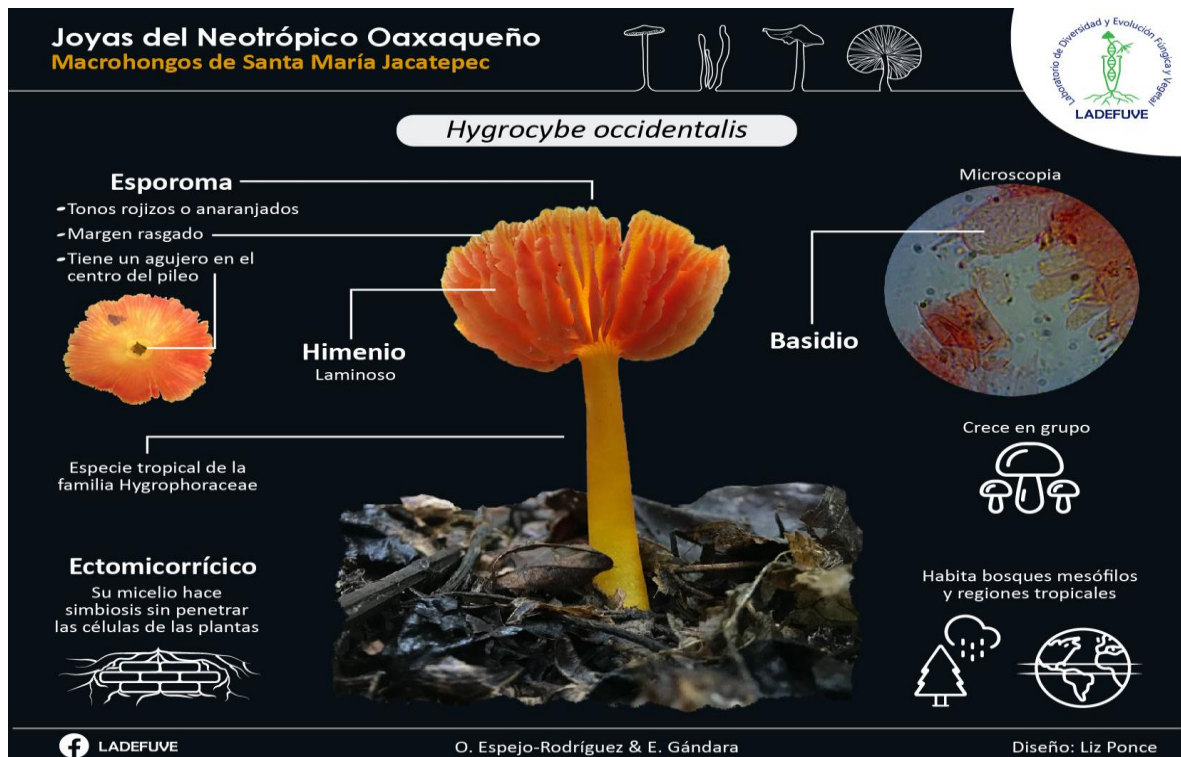


Figura 38. Infografía de *Hygrocybe occidentalis*

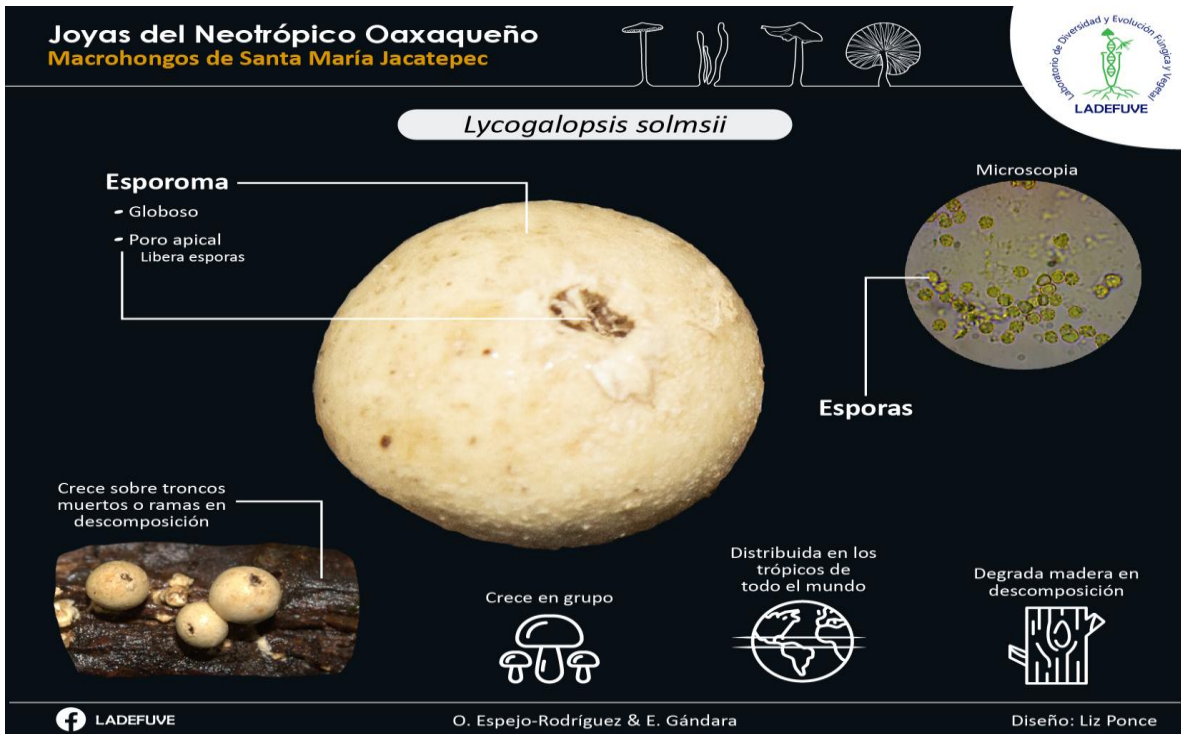


Figura 39. Infografía de *Lycogalopsis solmsii*

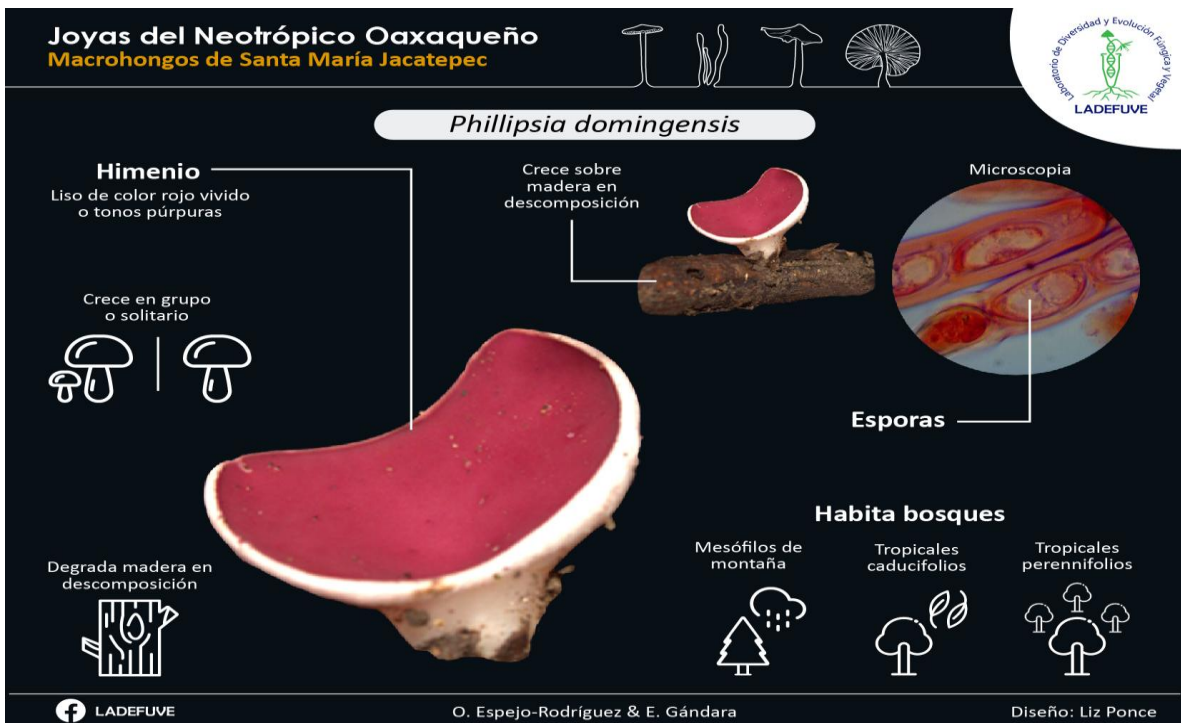


Figura 40. Infografía de *Phillipsia domingensis*

8. Conclusiones

En el caso de los basidiomicetos, los órdenes con más especies registradas son los Agaricales y Polyporales, las familias Marasmiaceae y Polyporaceae cuentan con el mayor número de especies. En cuanto a los ascomicetos, los Xylariales y Pezizales son los órdenes mejor representados con las familias Xylariaceae y Sarcoscyphaceae respectivamente.

Los hongos lignícolas son los más comunes dentro del cerro y en los ecosistemas tropicales, cumpliendo un rol de suma importancia al degradar la madera en descomposición.

A pesar de su amplia diversidad, los estudios de los hongos tropicales han sido pocos en México y en el mundo. La mayoría de las investigaciones micológicas se han llevado a cabo en las zonas templadas del país, por lo que aún son muchos los ecosistemas que deben ser explorados.

México es uno de los reservorios más grandes de hongos en el mundo, sus ecosistemas tropicales albergan una gran diversidad micológica que aún no ha sido descrita ni descubierta por completo. Es urgente que se lleven a cabo estudios taxonómicos en los bosques tropicales, pues son justo el ecosistema que más rápidamente desaparece.

Oaxaca destaca por su gran biodiversidad. Para el caso concreto de los hongos se estima que puede haber miles de especies de macromicetos en el estado, por eso el estudio taxonómico es de vital importancia, pues nos permite conocer mejor la diversidad biológica de nuestros ecosistemas, además de que promueve la valorización y conservación de los organismos que se describen.

La gran diversidad micológica que poseemos es digna de ser admirada, estudiada, y sobre todo conservada, al ser nuestra nación uno de los más grandes reservorios de especies de hongos en el mundo. La diversidad fúngica mexicana destaca la necesidad urgente de llevar a cabo estudios taxonómicos para comprender y conservar este valioso recurso biológico.

9. Literatura citada

- Accioly T, Sousa JO, Moreau P-A, Lécuru C, Silva BDB, Roy M. (2019). Hidden fungal diversity from the Neotropics: *Geastrum hirsutum*, *G. schweinitzii* (Basidiomycota, Geastrales) and their allies. *PLoS ONE* 14,(2).
- Aguirre-Acosta, E., Ulloa, M., Aguilar, S., Cifuentes, J., & Valenzuela, R. (2014). Biodiversidad de hongos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 76-81.
- Álvarez, V. I., Raymundo, T., & Valenzuela, R. (2016). Hongos histerioides (Dothideomycetes, Ascomycota) del bosque tropical caducifolio en el Parque Nacional Lagunas de Chacahua, Oaxaca, México. *Acta Botánica Mexicana*, 116, 49-64.
- Álvarez-Manjarrez, J., A. U. Solís Rodríguez, J. L. Villarruel-Ordaz, M. del P. Ortega-Larrocea y R. Garibay-Orijel. (2021). Micorrizas del bosque tropical caducifolio y otras simbiosis fúngicas. *Acta Botánica Mexicana*, n. 128.
- Antonio-Flores, G. F. (2015). Estudo do gênero *Lentaria* Corner (Fungi, Basidiomycota) na Unidade de Conservação Ambiental Desterro. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.
- Antonín, V., Ryoo, R., & Shin, H. D. (2010). Marasmioid and gymnopoid fungi of the Republic of Korea. *Marasmius* sect. Globulares. *Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 24(1), 49-59.
- Ávalos-Lázaro, A. A., Cappello García, S., Cifuentes Blanco, J., & Rosique Gil, J. E. (2016). Hongos clavarioides (Agaricomycetes) de Tabasco: diversidad del Parque Estatal Agua Blanca. *Revista Mexicana de Micología*, 413, 19-28.
- Bandala, V. M., Guzmán, G. & Montoya, L. (1988) Especies de macromicetos citadas de México, VII. Agaricales, parte II (1972-1887). *Revista Mexicana de Micología*, 4, 205-250.
- Bandala, V. M., Montoya, L., & Guzmán, G. (1987) Especies de macromicetos citadas de México, VI. Tremellales y Aphyllophorales (excluyendo polyporaceae), parte II. *Revista Mexicana de Micología*, 3, 161-174.
- Bandala, V. M., Montoya, L., & Mata, M. (2008). New species and records of *Crepidotus* from Costa Rica and Mexico. *Fungal Diversity*, 32,(10), 9-29.
- Bandala, V. M., Montoya, L., Gamboa, R., y Ramos, A. (2017). Encinares tropicales y hongos, fuente de servicios y productos naturales de origen ancestral que requieren protección. *Ciencia Hoy*. INECOL.

- Barbosa-Reséndiz, A., Valenzuela, R., Sánchez-Flores, M., Bautista-Hernández, S., Cobos-Villagrán, A., Pérez-Valdespino, A., Espinoza-Mellado, M., Martínez-Pineda, M., & Raymundo, T. (2020). El género *Daldinia* (Sordariomycetes, Ascomycota) en México. *Acta Botánica Mexicana*, 127, 1-32.
- Barrico L, Azul AM, Morais MC, Pereira-Coutinho A, Freitas H, Castro P. (2012). Biodiversity in urban ecosystems: Plants and macromycetes as indicators for conservation planning in the city of Coimbra (Portugal). *Landscape and Urban Planning*. 106: 88-102
- Becerril-Navarrete, A. M., Gómez-Reyes, V. M., Palestina Villa, E. N., & Medel-Ortiz, R. (2018). Nuevos registros de *Xylaria* (Xylariaceae) para el estado de Michoacán, México. *Scientia fungorum*, 48, 61-75.
- Bhunjun, C. S., Niskanen, T., Suwannarach, N., Wannathes, N., Chen, Y.-J., McKenzie, E. H. C., Maharachchikumbura, S. N. N., Buyck, B., Zhao, C.-L., Fan, Y.-G., Zhang, J.-Y., Dissanayake, A. J., Marasinghe, D. S., Jayawardena, R. S., Kumla, J., Padamsee, M., Chen, Y.-Y., Liimatainen, K., Ammirati, J. F., Phukhamsakda, Liu, J.-K., Phonrob, W., Randrianjohany, E., Hongsanan, S. Cheewangkoon, R., Bundhun, D., Khuna, S., Yu, W.-J., Deng, L.-S., Lu, Y.-Z., Hyde, K. D., & Lumyong S. (2022). The numbers of fungi: are the most speciose genera truly diverse? *Fungal Diversity*, 114(1), 387-462.
- Blackwell, M. (2011). The Fungi: 1, 2, 3... 5.1 million species? *American Journal of Botany*, 98(3), 426-438.
- 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.
- Campi, M., & Maubet, Y. (2015). Especies de *Geastrum* (Geastraceae, Basidiomycota) nuevos registros para Paraguay. *Steviana*, 7, 79-88.
- Campi, M., Maubet, Y., Grassi, E., Niveiro, N., y Guzmán-Dávalos, L. (2021). First contribution to the genus *Gymnopilus* (Agaricales, Strophariaceae) in Paraguay. *Rodriguésia*, 72, e00752019.
- Cao, B., Haelewaters, D., Schoutteten, N., Begerow, D., Boekhout, T., Giachini, A. J., Gorjón, S., Gunde-Cimerman, N., Hyde, K., Kemler, M., Li, G., Liu, D., Liu, X., Nuytinck, J., Papp, V., Savchenko, A., Savchenko, K., Tedersoo, L., Theelen, B., Thines, M., Tomšovský, M., Toome-Heller, M., Urón, J., Verbeken, A., Vizzini, A., Yurkov, A., Zamora J. C., y Zhao, R. L. (2021). Delimiting species in Basidiomycota: a review. *Fungal Diversity*, 1-57.

- Cappello-García, S. (2006). Cuaderno didáctico de morfología, técnicas de colecta, preservación e identificación de hongos tropicales. *Serie Manuales de Prácticas de Laboratorio y Campo*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa
- Cappello-García, S., Rosique, E., & Cifuentes, J. (2013). *Guía de hongos macroscópicos del Parque Estatal Agua Blanca* (1ª ed.). Colección: José N. Roviroso. Biodiversidad, desarrollo sustentable y trópico húmedo. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa.
- Cardoso, J. (2020). *Hygrocybe* Sensus Lato (Hygrophoraceae, Agaricales) na Amazônia Brasileira. *INPA*.
- Chacón, S. & G. Guzmán. (1983). Especies de macromicetos citadas de México. V. Ascomycetes parte II. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 18, 103-114.
- Chaverri, P. & Vilchez, B. (2006). Hypocrealean (Hypocreales, Ascomycota) fungal diversity in different stages of tropical forest succession in Costa Rica. *Biotropica*, 38(4), 531-543.
- Chávez-García, L. (2016). Estudio de la diversidad de los macromicetos del Bosque de Tlalpan, México D. F. Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cobos-Villagrán, A., Hernández-Rodríguez, C. H., Valenzuela, R., Villa-Tanaca, L., Calvillo-Medina, R. P., Mateo-Cid, L. E., Martínez-Pineda, M. & Raymundo, T. (2020). El género *Rhytidhysterion* (Dothideomycetes, Ascomycota) en México. *Acta Botánica Mexicana* 127, e1675.
- Colli, M. O. U. (2019). Legislación y especies protegidas: fauna, flora y ¿funga? *Revista de Biología Tropical*. Blog, serie 3.
- Colwell, R. K. (2019) Estimates: statistical estimation of species richness and shared species from samples, Version 9.1.0.
- Comandini, O., Rinaldi, A. C., & Kuyper, T. W. (2012). Measuring and estimating ectomycorrhizal fungal diversity: A continuous challenge. *Nova Science Publishers*, 9, 165-200.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, (2011). 'División política estatal 1:250000. 2010', escala: 1:250000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Versión 4. Modificado de Conjunto de Datos vectoriales y toponimia de la carta topográfica. Serie III. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2003-2004). Y Áreas Geoestadísticas Estatales, del Marco Geoestadístico 2010 versión 5.0.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Escala 1:250000. Ciudad de México.

- Cuesta, J. (2003). Ecología de los hongos. *Foresta*, 23, 22-34.
- Dai, Y. C., Cui, B. K., y Yuan, H. S. (2009). *Trichaptum* (Basidiomycota, Hymenochaetales) from China with a description of three new species. *Mycological Progress*, 8, 281-287.
- Dennis, R. W. G. (1956). Some xylarias of tropical America. *Kew Bulletin*, 11, 401-444.
- Díaz-Cano D., Vargas-Huesca I., Chévez E., Pacheco-Cobos L. (2016). De hongo me como un taco: recetario-catálogo de hongos recolectados en El Llanillo Redondo. Xalapa, México. Facultad de Biología – Xalapa, Universidad Veracruzana. SEP.
- Dighton J. (2016). Fungi in ecosystem processes. *New York: Marcel Dekker*.
- Flecha Rivas, A., De Madriñac, B., & Campi, M. (2014). El género *Pleurotus* (Pleurotaceae - Basidiomycota) en Paraguay. *Steviana*, Vol. 6.
- Furtado, A. N., Daniels, P. P., & Neves, M. A. (2016). New species and new records of Clavariaceae (Agaricales) from Brazil. *Phytotaxa*, 253,(1), 1-26.
- Gamboa-Gaitán, M. A. (2006). Hongos endófitos tropicales: Conocimiento actual y perspectivas. *Revista de Biología Tropical*, 54(2), 235-248.
- Gándara, E. (2004). Contribución al conocimiento de la micobiota del municipio de Tapalpa, Jalisco. Tesis. Universidad de Guadalajara.
- Gándara, E., Guzmán-Dávalos, L., Guzmán, G., y Rodríguez, O. (2014). Inventario micobiótico de la región de Tapalpa, Jalisco, México. *Acta Botánica Mexicana*, (107), 165-185.
- García-Romero, L., Guzmán, G., & Herrera, T. (1970). Especies de macromicetos citadas de México, I. Ascomycetes, Tremellales y Aphyllophorales. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 1(4), 54-76.
- Garibay-Orijel, R., Cifuentes, J., Estrada-Torres, A., & Caballero, J. (2006). People using macro-fungal diversity in Oaxaca, Mexico. *Fungal Diversity*, 21, 41-67.
- Garibay-Orijel, R., Martínez-Ramos, M., & Cifuentes, J. (2009). Disponibilidad de esporomas de hongos comestibles en los bosques de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80(2), 521-534.

- Gobierno Municipal de Santa María Jacatepec (2010). Plan Municipal de Desarrollo 2008 – 2010. Gobierno Municipal de Santa María Jacatepec. Santa María Jacatepec.
- Gómez-Hernández, M., Avendaño-Villegas, E., Toledo-Garibaldi, M., & Gándara, E. (2021). Impact of urbanization on functional diversity in macromycete communities along an urban ecosystem in Southwest Mexico. *PeerJ*, 9, e12191.
- Gómez-Hernández, M., Ramírez-Antonio, K. G., & Gándara, E. (2019). Ectomycorrhizal and wood-decay macromycete communities along development stages of managed *Pinus patula* stands in Southwest Mexico. *Fungal Ecology*, 39, 109-116.
- Gómez-Silva, A., C., Lima-Junior, N., Malosso, E., Ryvarden, L., y Gibertoni, T. (2015). Delimitation of taxa in *Amauroderma* (Ganodermataceae, Polyporales) based in morphology and molecular phylogeny of Brazilian specimens. *Phytotaxa*, 227(3), 201-228.
- González-Ávila, P. A., Luna-Vega, I., García-Sandoval, R., y Contreras-Medina, R. (2016). Distributional patterns of the order Gomphales (Fungi: Basidiomycota) in Mexico. *Tropical Conservation Science*, 9(4), 1940082916667140.
- Grace, C. L., Desjardin, D. E., Perry, B. A., & Shay, J. E. (2019). The genus *Marasmius* (Basidiomycota, Agaricales, Marasmiaceae) from Republic of São Tomé and Príncipe, West Africa. *Phytotaxa*, 414, (2), 55-104.
- Guerrero, R., Jiménez, E., Villarruel, J., Colín, H., & Rosas, E. (2017). La importancia de los estudios sistemáticos en Oaxaca, un Estado megadiverso. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 21(62), 21-29.
- Gutiérrez, I. R., Orijel, R. G., Galván, S. S., Zárate, J. J., Chávez, J. A. C., Villarruel-Ordaz, J. L., Cifuentes, J. y Landeros, F. (2022). El género *Auricularia* (Agaricomycotina: Basidiomycota) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 93(4), 18.
- Guzmán, G. (1959). Sinopsis de los conocimientos sobre los hongos alucinógenos mexicanos. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (24), 14-34.
- Guzmán, G. (1990). *Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera* (5ta edición). Editorial Limusa. México, D.F.
- Guzmán, G. (1998a). Análisis cualitativo y cuantitativo de la diversidad de los hongos en México (Ensayo sobre el inventario fúngico del país). En: G.

- Halffter (Ed.). *La diversidad biológica de Iberoamérica II* (pp. 111-175). *Acta Zoológica Mexicana*. Instituto de Ecología, Xalapa.
- Guzmán, G. (1998b). Inventorying the fungi of Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 7, 369-384.
- Guzmán, G., & Guzmán-Dávalos, L. (1979). Estudio ecológico comparativo entre los hongos (Macromicetos) de los bosques tropicales y los de coníferas del Sureste de México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 13, 89-125.
- Guzmán, G. (1995). La diversidad de los hongos en México. *Ciencias*, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 39, 52-57.
- Guzmán, G., & Herrera, T. (1971). Especies de macromicetos citadas de México, IV. Gasteromicetos. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 7, 105-119.
- Guzmán, G., & Ramírez-Guillén, F. (2001). *Amanita caesarea-complex*. *Bibliotheca Mycologica* 187, Cramer, Berlin.
- Guzmán, G., Escalona, F., & Ramírez-Guillén, F. (2004). Nuevos registros en México de especies de *Psilocybe* (Basidiomycotina, Agaricales, Strophariaceae). *Revista Mexicana de Micología*, 19, 23-31.
- Guzmán, G. (2016). Las relaciones de los hongos sagrados con el hombre a través del tiempo. *Anales de Antropología* 50,(1), 134-147.
- Halbwachs H, Karasch P, Griffith G. W (2013). The diverse habitats of *Hygrocybe*, peeking into an enigmatic lifestyle. *Mycosphere* 4(4), 773–792.
- Hartshorn, G. S. (2002). Biogeografía de los Bosques Neotropicales. En: M. R. Guariguata & G. H. Kattan (Eds.). *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales* (pp.59-81). Ediciones LUR. Cartago.
- Hawksworth, D. L. (1991). Fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research*, 95, 641-655.
- Hawksworth, D. L. (2001). The magnitude of fungal diversity: 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research*, 105:1422-1432.
- Hawksworth, D. L., & Lücking, R. (2017). Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species. *Microbiology Spectrum*, 5(4), 10-1128.
- He, M. Q., Zhao, R. L., Liu, D. M., Denchev, T. T., Begerow, D., Yurkov, A., Kemler, M., Millanes, A., Wedin, M., McTaggart, A. R., Shivas, R., Buyck, B., Chen,

- J., Vizzini, A., Papp, V., Zmitrovich, I., Davoodian, N., & Hyde, K. D. (2022). Species diversity of Basidiomycota. *Fungal diversity*, 114(1), 281-325.
- Heim, R. (1956). Note sur des Champignons divinatoires utilisés dans les rites des Indiens Mazatèques. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 3(5), 320-325.
- Heredia-Abarca, G. (2020). La importancia de los hongos (Fungi) en los servicios ecosistémicos. *Bioagrobiencias*, 13(2), 98-108.
- Herrera, T. & Guzmán, G., (1961). Taxonomía y ecología de los principales hongos comestibles de diversos lugares de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 32, 33-135.
- Herrera, T. & Guzmán, G., (1971). Especies de macromicetos citadas de México, II: Fistulinaceae, Meruliaceae y Polyporaceae. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 5, 57-77.
- Herrera, T. & Guzmán, G., (1972). Especies de macromicetos citadas de México, III: Agaricales. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 6, 61-91.
- Hyde, K. D. & D. L. Hawksworth. (1997). Measuring and monitoring the biodiversity of microfungi. *Biodiversity of Tropical Microfungi*. 11-28.
- Index Fungorum. (2024). <http://www.indexfungorum.org>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2001). *Cuaderno Estadístico Municipal de San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2017). Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2010). Compendio de Información Geográfica Municipal de Santa María Jacatepec, Oaxaca, Clave Geoestadística 20417. Compendio de información geográfica municipal 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2021). 'Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000, Serie VII. Conjunto Nacional.', escala: 1:250 000. edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes.
- Iriondo, J. (2000). Taxonomía y Conservación: dos aproximaciones a un mismo dilema. *Portugaliae Acta Biológica*, 19, 1-7.

- Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista ibérica de aracnología*, 8, 151-161.
- Ju, Y. M., Rogers, & J. D., San Martín, F. (1997). A revision of the genus *Daldinia*. *Mycotaxon*, 61, 243–293.
- Juárez-Ibarra, M. N. (1999). Contribución al estudio taxonómico de los macromicetos (Fungi) y su distribución en el municipio de Valle de Bravo, Estado de México. Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Kalichman, J., Kirk, P. M., & Matheny, P. B. (2020). A compendium of generic names of agarics and Agaricales. *Taxon*, 69(3), 425-447.
- Kaya, A. (2009). Macrofungi of Huzurlu High Plateau (Gaziantep-Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 33(6), 429-437.
- Kepler, R. M., Luangsa-Ard, J. J., Hywel-Jones, N. L., Quandt, C. A., Sung, G. H., Rehner, S. A., Aime, M., Henkel, T., Sanjuan, T., Zare, R., Chen, M., Li, Z., Rossman, A., Spatafora, J., & Shrestha, B. (2017). A phylogenetically based nomenclature for Cordycipitaceae (Hypocreales). *IMA Fungus*, 8, 335-353.
- Kirk, P. M., Cannon, P. F., Minter, D. W., & Stalpers, J. A. (2009). Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi. 10th ed. Wallingford (UK): *CABI International*.
- Krisai-Greilhuber, I., Senn-Irlet, B., & Voglmayr, H. (2002). Notes on *Crepidotus* from Mexico and the South-eastern USA. *Personia*, 17(4), 515-539
- Koleff, P., Urquiza-Haas, T., & Contreras, B. (2012). Prioridades de conservación de los bosques tropicales en México: reflexiones sobre su estado de conservación y manejo. *Ecosistemas*, 21(1-2) 2-20.
- Kout, J. I. Ř. Í., & Zíbarova, L. U. C. I. E. (2013). Revision of the genus *Cotyldia* (Basidiomycota, Hymenochaetales) in the Czech Republic. *Czech Mycology*, 65(1), 1-13.
- Kummer, M. H. (1972). Hygrophoraceae. *Tropical macrofungi*.
- Kuo, M. (2020). *Polyporus varius*. Consultado en *Mushroomexpert.com* http://www.mushroomexpert.com/polyporus_varius.html
- Kutszegi, G., Siller, I., Dima, B., Merényi, Z., Varga, T., Takács, K., Turcsányi, G., Bidló, A., & Ódor, P. (2021). Revealing hidden drivers of macrofungal species richness by analyzing fungal guilds in temperate forests, West Hungary. *Community Ecology*, 22(1), 13-28.

- Largent, D., Johnson, D., & Watling, R. (1978). *How to identify mushrooms: III. Microscopic features*. Mad River Press. Eureka.
- Larsson, K. H., Parmasto, E., Fischer, M., Langer, E., Nakasone, K. K., y Redhead, S. A. (2006). Hymenochaetales: a molecular phylogeny for the hymenochaetoid clade. *Mycologia*, 98(6), 926-936.
- León, G. L., & Guzmán, G. (1980). Las especies de los hongos micorrícicos conocidas en la región de Uxpanapa-Coatzacoalcos-Los Tuxtlas-Papaloapan-Xalapa. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 14, 27-38.
- Lodge, D. J. (1997). Factors related to diversity of decomposer fungi in tropical forests. *Biodiversity & Conservation*, 6, 681-688.
- Lodge, D. J., (2001). Diversidad mundial y regional de hongos. En: H. M. Hernández, A. N. García, F. Álvarez, y M. Ulloa (comps.) Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad (pp. 291-304). *Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica*, México, D.F.
- Lodge, D. J., Ammirati, J. F., O'Dell, T. E., & Mueller, G. M. (2004). *Collecting and describing macrofungi*. In: G. M. Mueller, G. F. Bills & M. S. Foster (Eds.) *Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods* (pp. 128-158). Elsevier Academic Press. Oxford.
- López-García, A., Gómez-Hernández, M., & Gándara, E. (2024). Variation in traditional knowledge of culturally important macromycete species among three indigenous communities of Oaxaca, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 20(1), 38.
- López-García, A., Pérez-Moreno, J., Jiménez-Ruiz, M., Ojeda-Trejo, E., Delgadillo-Martínez, J., & Hernández-Santiago, F. (2020). Conocimiento tradicional de hongos de importancia biocultural en siete comunidades de la región chinanteca del estado de Oaxaca, México. *Scientia Fungorum*, 50, e1280.
- Lowy, B. (1965). Estudio sobre algunos Tremellales de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 29, 19-33.
- Lowy, B. (1971). Tremellales. *Flora Neotropica*, 6, 1-153.
- Lowy, B., y Guzmán, G. (1979). Nuevos registros de Tremellales de México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 13, 211-214.
- Marmolejo, J. G., Castillo, J., & Guzmán, G. (1981). Descripción de especies de teleforáceos poco conocidas en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 15, 9-66.

- Medel, R., Guzmán, G., & Chacón, S. (1999). Especies de Macromicetos citadas de México IX. Ascomycetes, parte III: 1983-1996. *Acta Botánica Mexicana*, 46, 57-72.
- Medel, R., Rogers, J. D., & Guzmán, G. (2006). *Phylacia mexicana* sp. nov. and consideration of other species with emphasis on Mexico. *Mycotaxon*, 97, 279-290.
- Medel, R., Rogers, J. D., & Guzmán, G. (2006). *Phylacia mexicana* sp. nov. and consideration of other species with emphasis on Mexico. *Mycotaxon*, 97, 279-290.
- Medel, R., Castillo, R., & Guzmán, G. (2008). Species of *Xylaria* (Ascomycota, Xylariaceae) known from Veracruz, Mexico and discussion of new records. *Revista Mexicana de Micología*, 28, 101-118.
- Mendieta-Taboada, O., & Medina-Vivanco, M. L. (1995). Secado natural y solar de hongos comestibles silvestres de la región San Martín. *Folia amazónica*, 7(1-2), 97-111.
- Mendiola, G., & Guzmán, G. (1973). las especies de Tremellales conocidas de México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 7 89-97.
- Miller, O. K. (1968). A revision of the genus *Xeromphalina*. *Mycologia*, 60(1), 156-188.
- Morrone, J. J., Escalante, T., Rodríguez-Tapia , G., Carmona, A., Arana, M. & Mercado-Gómez J. D. (2022). Biogeographic regionalization of the Neotropical region: New map and shapefile. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 94, e20211167.
- Müller, G. M., Schmit, J. P., Huhndorf, S. M., Ryvarden, L., O'Dell, T. E., Lodge, D. J., Leacock, P. R., Mata, M. M., Umaña, L., Wu, Q.-X., & Czederpiltz, D. (2004). *Recommended protocols for sampling macrofungi: Inventory and Monitoring Methods*. In G. M. Mueller, G. Bills, & M. S. Foster (Eds.), *Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods*. Elsevier Academic Press. 168-172.
- Müller, G. M. y J. P. Schmit. (2007). Fungal biodiversity: what do we know? What can we predict? *Biodiversity and Conservation* 16:1-5.
- Nagy, G. L., Vágvölgyi, C., y Papp, T. (2013). Morphological characterization of clades of the Psathyrellaceae (Agaricales) inferred from a multigene phylogeny. *Mycological Progress* 12: 505-517.

- Niveiro, N., Popoff, O. F, y Albertó, E. O. (2015). Presencia de *Mycena paranaensis* para la Micobiota Argentina y reconsideración de *Mycena leaiana* (Agaricales, Mycenaceae). *Darwiniana*, nueva serie, 3(1), 89-95.
- Oliveira, J. J. S., Sanchez-Ramirez, S., y Capelari, M. (2014). Some new species and new varieties of *Marasmius* (Marasmiaceae, Basidiomycota) from Atlantic rainforest areas of São Paulo State, Brazil. *Mycological Progress*, 13, 923-949.
- Oliveira, J. J. S., Moncalvo, J.-M., Margaritescu, S., & Capelari, M. (2020). A morphological and phylogenetic evaluation of *Marasmius* sect. Globulares (Globulares-Sicci complex) with nine new taxa from the Neotropical Atlantic Forest. *Persoonia*, 44, 240–277
- Ovrebo, C. L. (1996). The agaric flora (Agaricales) of La Selva Biological Station, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 44(S4).
- Olivo-Aranda, F., & Herrera, T. (1994). Las especies de *Schizophyllum* en México, su distribución ecológica e importancia etnomicológica. *Revista Mexicana de Micología*, 10, 21-32.
- Ortega-López, I., R. Valenzuela, A. D. Gay-González, M. B. N. Lara-Chávez, E. O. López-Villegas & T. Raymundo. (2019). La Familia Sarcoscyphaceae (Pezizales, Ascomycota) en México. *Acta Botánica Mexicana*, 126, e1430.
- Osorio-Navarro, Y. S., Valenzuela, R. Bautista-Hernández, S. Mendoza, A. C., Mateo-Cid, L. E., & Raymundo, T. (2022). El género *Xylaria* (Xylariaceae, Ascomycota) en el bosque tropical caducifolio de México. *Acta Botánica Mexicana*, 129, e2025.
- Pacheco-Hernández, M. L., Roséndiz-Martínez, F., y Arriola-Padilla, V. J. (2019). Organismos entomopatógenos como control biológico en los sectores agropecuario y forestal de México: una revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 10, (56).
- Palfner, G., Casanova, A., Salazar, V., Riquelme, A., & Santelices, R. (2022). Componentes del ecosistema: Hongos no liquenizados: Diversidad, funciones, conservación y usos. En: San Martín, J. (Ed.). *Los Bosques Relictos de Ruil: Ecología, Biodiversidad, Conservación y Restauración* (pp. 245-272). El Sur Impresiones Ltda Chile.
- Pegler, D. N., & Fiard, J. P. (1978). *Hygrocybe* sect. *firmae* (Agaricales) in tropical America. *Kew Bulletin* 32(2), 297-312.
- Pérez-López, R. I., Mata, G., Aragón García, A., Jiménez García, D., y Romero-Arenas, O. (2015). Diversidad de hongos silvestres comestibles del cerro El

- Pinal, municipio de Acajete, Puebla, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2(6), 277-289.
- Pérez-Rosas, B., Gómez-Hernández, M., & Gándara, E. (2022). Variation in macrofungal diversity and species composition across different vegetation types in Oaxaca, Mexico. *Botanical Sciences*, 100(4), 827-836.
- Pérez-Silva, E. (1967). Les *Inocybes* du Mexique. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 38. *Serie Botánica*, 1, 1–60.
- Pérez-Silva, E. (1972). El género *Phylacia* (Pyrenomycetes) en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 6, 9-15.
- Pérez-Silva, E. (1973). El género *Daldinia* (Pyrenomycetes) en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 7, 51-58.
- Pérez-Silva, E. (1975). El género *Xylaria* (Pyrenomycetes) en México, I. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 9, 31-52.
- Pérez-Silva, E., (1983). Distribución de algunas especies del género *Hypoxyylon* (Pyrenomycetes) en México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica*, 54, 1-21.
- Pérez-Silva, E., Herrera, T., & Esqueda, M. (1999). Especies de *Geastrum* (Basidiomycotina: Geastraceae) en México. *Revista Mexicana de Micología*, 15, 89-104.
- Pompa, A., Aguirre, E., Encalada, A. V., de Anda, A., Cifuentes, J., & Valenzuela, R. (2011). Los Macromicetos del Jardín Botánico de ECOSUR “Dr. Alfredo Barrera Marín” Puerto Morelos, Quintana Roo. Corredor Biológico Mesoamericano. *Serie Diálogos*, 6, 1-116.
- Poulin, R. (1998). Comparison of three estimators of species richness in parasite component communities. *The Journal of Parasitology* 84 (3), 485-90.
- Pozo-Orrala, K. S. (2023). Selección e identificación de la biodiversidad de hongos agaricales presentes en la reserva río Ayampe provincia de Manabí. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- QGIS.org (2024). Sistema de Información Geográfica QGIS. Proyecto de Fundación Geoespacial de Código Abierto. <http://qgis.org>”
- Qu, H., Damm, U., Hou, Y. J., & Ge, Z. W. (2023). Taxonomy and Phylogeny of *Cystolepiota* (Agaricaceae, Agaricales): New Species, New Combinations and Notes on the *C. seminuda* Complex. *Journal of Fungi*, 9(5), 537.

- Rajchenberg, M (2011). Nuclear behavior of the mycelium and phylogeny of polypores Basidiomycota. *Mycologia* 103: 677–702.
- Ramírez-Cruz, V., Guzmán, G., & Ramírez-Guillén, F. (2006). Las especies del género *Psilocybe* conocidas del estado de Oaxaca, su distribución y relaciones étnicas. *Revista Mexicana de Micología*, 23, 27-36.
- Ramírez-López, I., Villegas-Ríos, M., & Cano-Santana, Z. (2012). Diversidad de Agaricomycetes clavarioides en la Estación de Biología de Chamela, Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83,(4), 1084-1095.
- Ramírez, Y. V. (2013). *Etnomicología Zapoteca de San Pedro Mixtepec, Sierra Sur de Oaxaca, México*. Tesis de Maestría. Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.
- Raymundo, T., & Valenzuela, R. (2003). Los poliporáceos de México VI. Los hongos poliporoides del estado de Oaxaca. *Polibotánica*, 16, 79-111.
- Raymundo, T., Aguirre-Acosta, E., Bautista-Hernández, S., Contreras-Pacheco, M., Garma, P., León-Avendaño, H., & Valenzuela, R. (2013). Catálogo de los Ascomycota en los bosques de Santa Martha Latuvi, Sierra Norte, Oaxaca, México. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid*, 37, 13-29.
- Raymundo, T., Valenzuela, R., Bautista-Hernández, S., Esqueda, M., Cifuentes, J., & Pacheco, L. (2013). El género *Fuscoporia* (Hymenochaetales, Basidiomycota) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84, S50-S69.
- Ríos-García, U., Martínez-Reyes, M., Carrera-Martínez, A., Hernández-Santiago, F., Díaz-Aguilar, I., Leyva-López, J. C., & Pérez-Moreno, J. (2022). Nomenclatura y vocabulario del recurso micológico con importancia biocultural de la cultura mazateca en Oaxaca, México. *Scientia Fungorum*, 53, e1424-e1424.
- Rodrigues, K. F., & Samuels, G. J. (1989). Studies in the genus *Phylacia* (Xylariaceae). *Memoirs of the New York Botanical Garden*, 49, 290-297.
- Rodríguez, L. L., Aguilar, C. B., Giraldo, T. S., Orijel, R. G., Moyao, A. A., Zúñiga, M. E. E., y Azotea, M. R. H. (2023). *Cordyceps* sensu lato: the current state of knowledge in Mexico. *Scientia Fungorum*, 54.
- Rodríguez-Gutiérrez, I., Garibay-Orijel, R., Sierra, S., Jiménez-Zárate, J., Cervantes-Chávez, J. A., Villarruel-Ordaz, J. L., Cifuentes, J., & Landeros, F. (2022). El género *Auricularia* (Agaricomycotina: Basidiomycota) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 93, e933994.

- Ruiz-Almenara, C., Gándara, E., & Gómez-Hernández, M. (2019). Comparison of diversity and composition of macrofungal species between intensive mushroom harvesting and non-harvesting areas in Oaxaca, Mexico. *PeerJ*, 7, e8325.
- Ruíz-Ramos, J. J. (2019). Estudio sobre la diversidad de los hongos y su conocimiento local del Cerro Comunal Teoca, Santa Cecilia Tepetlapa, Xochimilco, Ciudad de México, México. Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ryvarden, L. (2002). A note on the genus *Hydnodon* Banker. *Synopsis Fungorum*, 15, 31-33.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. México Distrito Federal. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Salas-Morales, S. H. (2022). Antecedentes de investigación biológica en Oaxaca. En Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Gobierno del Estado de Oaxaca (Eds). *La biodiversidad en Oaxaca: Estudio de Estado Volumen 1*. (pp. 189-201). Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Gobierno del Estado de Oaxaca. Ciudad de México.
- Salinas-Salgado, E., Valenzuela, R., Raymundo, T., Cipriano-Salazar, M., Cruz-Lagunas, B., & Hernández-Castro, E. (2012). Macromicetos xilófagos del bosque tropical caducifolio en el municipio de Cocula, Guerrero, México. *Polibotánica*, 34, 137-155.
- San Martín, F. & Rogers, J. D. (1989). A preliminary account of *Xylaria* of Mexico. *Mycotaxon*, 34, 283-374.
- San Martín, F. & Rogers, J. D. Rogers. (1993). *Biscogniauxia* and *Camillea* in Mexico. *Mycotaxon*, 47, 229-258.
- San Martín, F. y Rogers, J. D. (1995a) *Rosellinia* and *Thamnomycetes* in Mexico. *Mycotaxon*, 53, 115-127.
- San Martín, F., & Rogers, J. D. (1995b). Notas sobre la historia, relaciones de hospedante y distribución del género *Xylaria* (Pyrenomycetes, Sphaeriales) en México. *Acta Botánica Mexicana*, 30, 21-40.
- San Martín, F. E., & Lavin, P. A. (1997). Datos sobre los géneros *Entonaema* y *Ustulina* (Pyrenomycetes, Xylariaceae). *Acta Botánica Mexicana*, 40, 25-35.
- San Martín, F., Rogers, J. D., y Ju, Y. M. (1998). Clave dicotómica provisional para los géneros de la familia Xylariaceae (Pyrenomycetes, Sphaeriales) de México. *Acta Botánica Mexicana*, (42), 35-41.

- Schmit, J. P., & Lodge, D. J. (2005). *Classical methods and modern analysis for studying fungal diversity*. En: J. Dighton, J. F. White & P. Oudemans (Eds.) *The Fungal Community. Its organization and role in ecosystem*. *Mycology Series* (pp. 193-214) (3rd edition). CRC Press eBook 9780429116407.
- Schmit, J. P., Mueller, G. M., Leacock, P. R., Mata, J. L, Wu, Q. X., & Huang, Y. G. (2005). *Assessment of tree species richness as a surrogate for macrofungal species richness*. *Biological Conservation*, 121(1), 99-110.
- Schmit, J. S., Murphy, J. F., & Mueller, G. M. (1999). Macrofungal diversity of a temperate oak forest: a test of species richness estimators. *Canadian Journal of Botany*, 77(7);1014-1027.
- Schoch, C. L., Sung, G. H., López-Giráldez, F., Townsend, J. P., Miadlikowska, J., Hofstetter, V., & Spatafora, J. W. (2009). The Ascomycota tree of life: a phylum-wide phylogeny clarifies the origin and evolution of fundamental reproductive and ecological traits. *Systematic Biology*, 58(2), 224-239.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2014). México posee 31 millones de hectáreas de bosques tropicales. Comunicado de prensa Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales – Comisión Nacional Forestal. Tomado de: <https://www.gob.mx/semarnat>
- Singer, R. (1957). Fungi mexicani. Series prima, Agaricales. *Sydowia*, 11(1-6), 354-374.
- Singer, R., & Smith, A. H. (1958). New species of *Psilocybe*. *Mycologia*, 50(1), 141-142.
- Singer, R. (1960). About some species of presumably psychotropic mushrooms. *Lilloa*, 33, 117-127.
- Stadler, M. (2011). Importance of secondary metabolites in the Xylariaceae as parameters for assessment of their taxonomy, phylogeny, and functional biodiversity. *Current Environment Applied Mycology*, 1, 75-133.
- Stadler, M., Læssøe, T., Fournier, J., Decock, C., Schmieschek, B., Tichy, H. V. & Peršoh, D. (2014). A polyphasic taxonomy of *Daldinia* (Xylariaceae). *Studies in Mycology*, 77, 1-143.
- Sunum, R. D. (2013). Efecto de los factores climáticos en la producción de cuerpos fructíferos de *Marasmius* Fr. (Marasmiaceae: Agaricales) en ocho remanentes de bosque en la Ecorregión Lachuá, Cobán, Alta Verapaz. Tesis: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tedersoo, L., M. Bahram, S. Põlme, U. Kõljalg, N. S. Yorou, R. Wijesundera, L., Villarreal-Ruiz, A. M. Vasco-Palacios, P. Quang Thu, A. Suija, M. E., Smith, C. Sharp, E. Saluveer, A. Saitta, M. Rosas, T. Riit, D. Ratkowsky, K. Pritsch, K Põldmaa, M. Piepenbring, C. Phosri, M. Peterson, K. Parts, K. Pärtel, E. Otsing, E. Nouhra, A. L. Njouonkou, R. H. Nilsson, L. N. Morgado, J. Mayor, T. W. May, L. Majuakim, D. J. Lodge, S. S. Lee, K-H. Larsson, P. Kohout, K. Hosaka, I. Hiiesalu, T. W. Henkel, H. Harend, L-D. Guo, A. Greslebin, G. Grelet, J. Geml, G. Gates, W. Dunstan, C. Dunk, R. Drenkhan, J. Dearnaley, A. de Kesel, T. Dang, X. Chen, F. Buegger, F. Q. Brearley, G. Bonito, S. Anslan, S. Abell y K. Abarenkov. (2014). Global diversity and geography of soil fungi. *Science*, 346 (6213): 1-10.

Tedersoo L, Mikryukov V, Anslan S, Bahram M, Khalid AN, Corrales A, Agan A, Vasco-Palacios AM, Saitta A, Antonelli A, Rinaldi AC, Verbeken A, Sulistyo BP, Tamgnoue B, Furneaux B, Ritter CD, Nyamukondiwa C, Sharp C, Marín C, Dai DQ, Gohar D, Sharmah D, Biersma EM, Cameron EK, Crop ED, Otsing E, Davydov EA, Albornoz FE, Brearley FQ, Buegger F, Gates G, Zahn G, Bonito G, Hiiesalu I, Hiiesalu I, Zettur I, Barrio IC, Pärn J, Heilmann-Clausen J, Ankuda J, Kupagme JY, Sarapuu J, Maciá-Vicente JG, Fovo JD, Geml J, Alatalo JM, Alvarez-Manjarrez J, Monkai J, Põldmaa K, Runnel K, Adamson K, Bråthen KA, Pritsch K, Tchan KI, Armolaitis K, Hyde KD, Newsham KK, Panksep K, Adebola LA, Lamit LJ, Saba M, da Silva Cáceres ME, Tuomi M, Gryzenhout M, Bauters M, Bálint M, Wijayawardene N, Hagh-Doust N, Yorou NS, Kurina O, Mortimer PE, Meidl P, Nilsson RH, Puusepp R, Casique-Valdés R, Drenkhan R, Garibay-Orijel R, Godoy R, Alfarraj S, Rahimlou S, Põlme S, Dudov SV, Mundra S, Ahmed T, Netherway T, Henkel TW, Roslin T, Fedosov VE, Onipchenko VG, Yasanthika E, Lim YW, Piepenbring M, Klavina D, Kõljalg U, & Abarenkov K (2021) The Global Soil Mycobiome consortium dataset for boosting fungal diversity research. *Fungal Diversity* 111, 573-588.

Valenzuela, R., Guzmán, G., & Castillo, J. (1981). Descripciones de especies de macromicetos poco conocidas en México, con discusiones sobre su ecología y distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 15, 67-120

Valenzuela, R., Raymundo, T., Reyes, P., Guzmán-Guillermo, J., Acosta, S., Ramírez-Martínez, J. C., & Luna-Vega, I. (2021). Ascomycetes from the relic forest of *Oreomunnea mexicana*, Oaxaca, Mexico. *Phytotaxa*, 528(1), 19-44.

Vásquez-Dávila, M. A. (2022). Hongos sagrados. En Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Oaxaca (Eds). *La biodiversidad en Oaxaca: estudio de Estado Volumen*

1. (203-215). Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Ciudad de México.
- Vellinga, E. C. (2004). Ecology and distribution of lepiotaceous fungi (Agaricaceae). A review. *Nova Hedwigia*, 78(3), 273-300.
- Villarruel-Ordaz, J. L., Canseco, E. & Cifuentes, J. (2015). Diversidad fúngica en el municipio de San Gabriel Mixtepec, región costa de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Micología*, 41, 55-63.
- Villarruel-Ordaz, J. L., Garibay-Orijel, R., Maldonado-Bonilla, L. D., Alvarez-Manjarrez, J., Sánchez-Espinosa, A. C., Machorro-Sámamo, S., & Marín-González, P. G. (2021). Macromicetos de la selva baja caducifolia en la región de la costa de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92, e923733.
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Mexicana de Biodiversidad*, 87, 559-902.
- Villegas, M., Cifuentes, J., Estrada-Torres, A., y Kong, A. (2010). The genus *Gomphus* in tropical and subtropical zones of Mexico. *Nova Hedwigia*, 90(3), 491.
- Vinjusha, N. y Kumar, T. K. (2022). The Polyporales of Kerela. Department of Botany, The Zamorin's Guruvayurappan College, Kozhikode, Kerala, India. *SporePrint Books*, Calicut. 229 p.
- Web of Science. (2023) Journal Citation Reports. <https://clarivate.com/academia-government/scientific-and-academic-research/research-funding-analytics/journal-citation-reports/>.
- Welden, A. L., Guzmán-Dávalos, L., & Guzmán, G. (1979). Segunda lista de los hongos, líquenes y mixomicetos en las regiones de Uxpanapa, Coatzacoalcos, Los Tuxtlas, Papaloapan y Xalapa. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 13, 151–161.
- Welden, A., & Guzmán, G. (1978). Lista preliminar de los hongos, líquenes y mixomicetos de las regiones de Uxpanapa, Coatzacoalcos, Los Tuxtlas, Papaloapan y Xalapa (parte de los estados de Veracruz y Oaxaca). *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 12,59-102.
- Wibberg, D., Stadler, M., Lambert, C., Bunk, B., Spröer, C., Rückert, C., Kalinowski, J., Cox, R., y Kuhnert, E. (2021). High quality genome sequences of thirteen Hypoxylaceae (Ascomycota) strengthen the phylogenetic family backbone and enable the discovery of new taxa. *Fungal Diversity*, 106, 7-28.

- Wijaya, N. H., Savitri, A. D., Wahyuni, A. T., Alhadad, E. S., Edo, N., Shabrina, A., & Pratiwi, I. A. (2021). Wild mushrooms diversity in tropical rainforest. *Ecology, Environment and Conservation*, 27(2), 622-627.
- Williams, J. N., Rivera García, R & Salas-Morales, S. H. (2022). Biogeografía, ecosistemas y vegetación. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Oaxaca (Eds). *La biodiversidad en Oaxaca: estudio de Estado Volumen 1*. (pp. 273-288). Ciudad de México. Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Ciudad de México.
- Wu, F., Tohtirjap, A., Fan, L. F., Zhou, L. W., Alvarenga, R. L. M., Gibertoni, T. B., y Dai, Y.-C. (2021). Global Diversity and Updated Phylogeny of *Auricularia* (Auriculariales, Basidiomycota). *Journal of Fungi*, 7, 933.
- Zamora-Martínez, M. C., González Hernández, A., Islas Gutiérrez, F., Cortés Barrera, E. N., & López Valdez, L. I. (2014). Distribución geográfica y ecológica de 13 especies de hongos silvestres comestibles en Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 5(21), 76-93.
- Zanne, A. E., Abarenkov, K., Afkhami, M. E., Aguilar-Trigueros, C. A., Bates, S., Bhatnagar, J. M., Busby, P. E., Christian, N., Cornwell, W. K., Crowther, T. W., Flores-Moreno, H., Floudas, D., Gazis, R., Hibbett, D., Kennedy, P., Lindner, D. L., Maynard, D. S., Milo, A. M., Nilsson, R. H., Powell, J., Schildhauer, M., Schilling, J., & Treseder, K. K. (2019). Fungal functional ecology: bringing a trait-based approach to plant-associated fungi. *Biological Reviews*, 95,(2), 409-433.
- Zhou, L. W., y Dai, Y. C. (2013). Phylogeny and taxonomy of poroid and lamellate genera in the Auriculariales (Basidiomycota). *Mycologia*, 105 (5).
- Zimmermann, G. (2008). The entomopathogenic fungi *Isaria farinosa* (formerly *Paecilomyces farinosus*) and the *Isaria fumosorosea* species complex (formerly *Paecilomyces fumosoroseus*): biology, ecology and use in biological control. *Biocontrol Science and Technology*, 18:9, 865-901.

10. Anexos

Anexo 1. Macromicetos del Cerro Cinco de Oro, grupo funcional y sustrato. SL: saprobio lignícola, SH: saprobio húmico, PSE: posible simbionte ectomicorrízico (especies terrícolas), SE: simbionte ectomicorrízico, P: parásito. MD: madera en descomposición, H: humus, T: tierra, LL: larva de lepidóptero. **Nuevo registro para el estado de Oaxaca y la Región Papaloapan.

Taxonomía	Espécimen recolectado	Grupo funcional	Sustrato
Ascomycota			
Pezizomycotina			
Pezizomycetes			
Pezizales			
Sarcoscyphaceae			
<i>Cookeina speciosa</i> (Fr.) Dennis	OER 051	SL	MD
<i>Cookeina tricholoma</i> (Mont.) Kuntze	OER 053	SL	MD
<i>Phillipsia domingensis</i> (Berk.) Berk. ex Denison	OER 084	SL	MD
Sordariomycetes			
Hypocreales			
Cordycipitaceae			
<i>Cordyceps</i> aff. <i>farinosa</i> (Holmsk.) Kepler, B. Shrestha & Spatafora	OER 112	PE	LL
Xylariales			
Hypoxylaceae			
** <i>Daldinia grandis</i> Child	OER 118	SL	MD
** <i>Phylacia globosa</i> Lév.	OER 071	SL	MD
Xylariaceae			

<i>Xylaria sp</i>	OER 124	SL	MD
<i>Xylaria cubensis</i> (Mont.) Fr.	OER 052	SL	MD
<i>Xylaria grammica</i> (Mont.) Mont.	OER 085	SL	MD
<i>Xylaria hypoxylon</i> (L.) Grev.	OER 005	SL	MD
<i>Xylosphaera aff. ianthinovelutina</i> (Mont.) Dennis	OER 069	SL	MD
Basidiomycota			
Agaricomycotina			
Agaricomycetes			
Agaricales			
Agaricaceae			
** <i>Cystolepiota seminuda</i> (Lasch) Bon	OER 067	PSE	T
<i>Lepiota sp</i>	OER 092	PSE	T
<i>Leucocoprinus sp</i>	OER 123	PSE	T
<i>Leucocoprinus sp</i>	OER 097	PSE	T
<i>Leucocoprinus fragilissimus</i> (Ravenel ex Berk. & M.A. Curtis) Pat.	OER 097	PSE	T
Callistoporiaceae			
<i>Macrocybe pachymeres</i> (Berk. & Broome) Pegler & Lodge	OER 101	SE	T
Clavariaceae			
** <i>Clavulinopsis</i> <i>aurantiocinnabarina</i> (Schwein.) Corner	OER 101	PSE	T
Crepidotaceae			

** <i>Crepidotus occidentalis</i> Hesler & A.H. Sm.	OER 128	SL	MD
** <i>Crepidotus pseudoantillarum</i> Bandala, Montoya & M. Mata	OER 096	SL	MD
Entolomataceae			
<i>Entoloma</i> sp	OER 049	SE	T
Hygrophoraceae			
** <i>Humidicutis pura</i> (Peck) E. Horak	OER 022, 121	SE	T
** <i>Hygrocybe aurantiosplendens</i> R. Haller Aar.	OER 120	SE	T
** <i>Hygrocybe chloochlora</i> Pegler & Fiard	OER 119	SE	T
<i>Hygrocybe firma</i> (Berk. & Broome) Singer	OER 029	SE	T
** <i>Hygrocybe hypohaemacta</i> (Corner) Pegler	OER 044	SE	T
** <i>Hygrocybe occidentalis</i> var. <i>occidentalis</i> (Dennis) Pegler	OER 133	SE	T
** <i>Hygrocybe trinitensis</i> (Dennis) Pegler	OER 108	SE	T
Hymenogastraceae			
** <i>Gymnopilus purpureosquamulosus</i> Høil.	OER 061	SL	A
Marasmiaceae			
<i>Chaetocalathus</i> aff. <i>liliputianus</i> (Mont.) Singer	OER 103	SL	MD
<i>Marasmius cladophyllus</i> Singer	OER 111	SH	H

<i>Marasmius haematocephalus</i> (Mont.) Fr.	OER 015	SH	H
** <i>Marasmius maximus</i> Hongo	OER 058	SH	H
** <i>Marasmius neotropicalis</i> J.S. Oliveira, in Oliveira, Moncalvo, Margaritescu & Capelari	OER 025	SH	H
** <i>Marasmius pulcherripes</i> Peck	OER 047	SH	H
** <i>Marasmius segregatus</i> C.L. Grace, Desjardin & B.A. Perry	OER 130	SH	H
<i>Marasmius</i> sp 1	OER 027	SH	H
<i>Marasmius</i> sp 2	OER 041	SH	H
<i>Marasmius</i> sp 3	OER 050	SH	H
<i>Marasmius</i> sp 4	OER 094	SH	H
<i>Marasmius</i> sp 5	OER 116	SH	H
<i>Marasmius</i> sp 6	OER 127	SH	H
Mycenaceae			
<i>Mycena</i> aff. <i>capillaris</i> (Schumach.) P. Kumm.	OER 091	SH	H
<i>Mycena</i> aff. <i>margarita</i> (Murrill) Murrill	OER 104	SH	H
<i>Mycena</i> sp	OER 099	SH	H
** <i>Xeromphalina tenuipes</i> (Schwein.) A.H. Sm.	OER 002	SL	MD
Omphalotaceae			
<i>Collybiopsis ramealis</i> (Bull.) Millsp.	OER 134	SL	MD
<i>Neonothopanus</i> aff. <i>hygrophanus</i> (Mont.) De Kesel & Degreef	OER 045	SL	MD

Physalacriaceae			
<i>Oudemansiella</i> aff. <i>canarii</i> (Jungh.) Höhn.	OER 031	SL	MD
Pleurotaceae			
<i>Nothopanus</i> aff. <i>eugrammus</i> (Mont.) Singer	OER 117	SL	MD
<i>Pleurotus</i> <i>djamor</i> (Rumph. ex Fr.) Boedijn	OER 038	SL	MD
<i>Pleurotus</i> sp	OER 065	SL	MD
Psathyrellaceae			
<i>Coprinellus</i> <i>disseminatus</i> (Pers.) J.E. Lange	OER 035	SL	MD
<i>Lacrymaria</i> aff. <i>sepulchralis</i> (Singer, A.H. Sm. & Guzmán) Watling	OER 046	PSE	T
<i>Parasola</i> sp	OER 125	PSE	T
Schizophyllaceae			
<i>Schizophyllum</i> <i>commune</i> Fr.	OER 039	SL	MD
<i>Incertae sedis</i>			
<i>Collybia</i> sp 1	OER 043	PSE	T
<i>Collybia</i> sp 2	OER 131	PSE	T
<i>Cyathus</i> aff. <i>bulleri</i> H.J. Brodie	OER 006	SL	MD
<i>Lactocollybia</i> sp	OER 093	PSE	T
** <i>Lycogalopsis</i> <i>solmsii</i> E. Fisch.	OER 079	SL	MD
<i>Omphalina</i> sp	OER 055	SL	MD
<i>Trogia</i> <i>cantharelloides</i> (Mont.) Pat.	OER 080	SL	MD

<i>Trogia</i> sp	OER 017	SL	MD
Auriculariales			
Auriculariaceae			
** <i>Auricularia angiospermarum</i> Y.C. Dai, F. Wu & D.W. Li	OER 004	SL	MD
<i>Auricularia delicata</i> (Mont. ex Fr.) Henn.	OER 089	SL	MD
Geastrales			
Geastraceae			
<i>Geastrum schweinitzii</i> (Berk. & M.A. Curtis) Zeller	OER 083	SL	MD
Gomphales			
Gomphaceae			
** <i>Gloeocantharellus pleurobrunnescens</i> (Villegas & A. Kong) A. Gonz.-Ávila, R. Valenz. & I. Luna-Vega	OER 110	SE	T
Lentariaceae			
** <i>Lentaria surculus</i> (Berk.) Corner	OER 036	SL	MD
Hymenochaetales			
Rickenellaceae			
** <i>Cotylidia diaphana</i> (Cooke) Lentz	OER 066	SL	MD
<i>Incertae sedis</i>			
<i>Trichaptum</i> sp	OER 074	SL	MD
Polyporales			
Cerrenaceae			
<i>Cerrena caperata</i> (Berk.) Zmitr.	OER 077	SL	MD
<i>Cerrena hydnoides</i> (Sw.) Zmitr.	OER 010	SL	MD

Irpicaceae			
<i>Flavodon flavus</i> (Klotzsch) Ryvarden	OER 076	SL	MD
Meripilaceae			
<i>Rigidoporus microporus</i> (Sw.) Overeem	OER 059	SL	MD
Panaceae			
<i>Cymatoderma</i> aff. <i>dendriticum</i> (Pers.) D.A. Reid	OER 033	SL	MD
<i>Panus rudis</i> Fr.	OER 018	SL	MD
Polyporaceae			
** <i>Amauroderma floriformum</i> Gomes-Silva, Ryvarden & Gibertoni	OER 019	SL	MD
** <i>Cerioporus varius</i> (Pers.) Zmitr. & Kovalenko	OER 064	SL	MD
<i>Earliella scabrosa</i> (Pers.) Gilb. & Ryvarden	OER 034	SL	MD
<i>Favolus tenuiculus</i> P. Beauv.	OER 013	SL	MD
<i>Ganoderma</i> sp	OER 086	SL	MD
<i>Jorgewrightia</i> sp	OER 075	SL	MD
<i>Lentinus crinitus</i> (L.) Fr.	OER 003	SL	MD
<i>Lentinus scleropus</i> (Pers.) Fr.	OER 001	SL	MD
<i>Lentinus tricholoma</i> (Mont.) Zmitr.	OER 113	SL	MD
<i>Lentinus velutinus</i> Fr.	OER 056	SL	MD
<i>Lentinus</i> sp	OER 016	SL	MD
<i>Megasporia</i> aff. <i>cavernulosa</i> (Berk.) C.R.S. Lira & T.B. Gibertoni	OER 102	SL	MD

<i>Trametes complex elegans</i> (Spreng.) Fr.	OER 007	SL	MD
<i>Trametes maxima</i> (Mont.) A. David & Rajchenb.	OER 009	SL	MD
<i>Trametes villosa</i> (Sw.) Kreisel	OER 048	SL	MD
Hydnodontaceae			
** <i>Hydnodon thelephorus</i> (Lév.) Banker	OER 078	PSE	T

Anexo 2. Algunos Agaricales del cerro Cinco de Oro

L: lignícola, T: terrícola, H: húmícola, E: Entomopatógeno.



a) *Clavulinopsis aurantiocinnabarina* (T), b) *Collybia* sp. (T), c) *Coprinellus disseminatus* (L), d) *Crepidotus pseudoantillarum* (L), e) *Cyathus* aff. *bulleri* (L), f) *Entoloma* sp. (T)



g) *Gymnopilus purpureosquamulosus* (L), h) *Humidicutis pura* (T), i) *Hygrocybe aurantiosplendens* (T), j) *H. firma* (T), k) *H. hypohaemacta* (T), l) *H. occidentalis*. var. *occidentalis* (T)



m) *H. trinitensis* (T), n) *Lycogalopsis solmsii* (L), ñ) *Marasmius cladophyllus* (L), o) *M. haematocephallus* var. *pseudotageticolor* (H), p) *M. maximus* (T), q) *Mycena* aff. *margarita* (L)



r) *Neonothopanus* aff. *hygrophanus* (L), s) *Omphalina* sp. (L), t) *Oudemansiella* aff. *canarii* (L) u) *Parasola* sp. (T), v) *Pleurotus* *djamor* (L)



w) *Crepidotus occidentalis* (L), x) *Schizophyllum commune* (L), y) *Trogia cantharelloides* (L), z) *Xeromphalina tenuipes* (L)

Anexo 3. Polyporales del Cerro Cinco de Oro



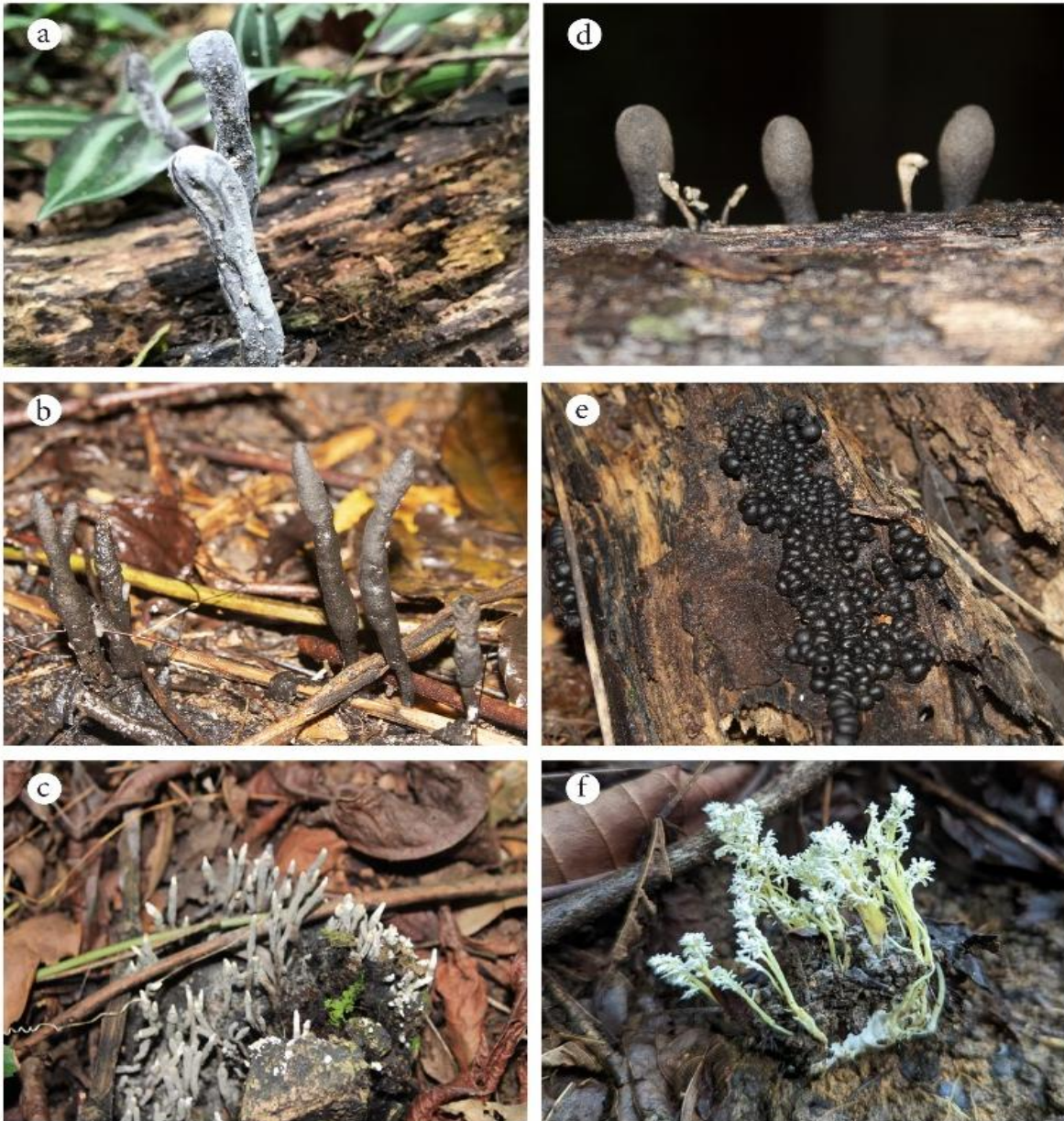
a) *Amauroderma floriformum* (T), b) *Cerrena hydroides* (L), c) *C. caperata* (L), d) *Cerioporus varius* (L), e) *Cymatoderma* aff. *denticum* (L), f) *Earliella scabrosa* (L), g) *Favulus tenuiculus* (L), h) *Flavodon flavus* (L), i) *Ganoderma* sp. (L), j) *Jorgewrighia* sp. (L), k) *Lentinus scleropus* (L), l) *L. crinitus* (L), m) *L. tricholoma* (L), n) *L. velutinus* (T), ñ) *Megasporoporia* aff. *cavernulosa* (L), o) *Rigidoporus* aff. *microporus* (L), p) *Trametes maxima* (L), q) *Trametes villosa* (L)

Anexo 4. Otros órdenes de Basidiomycota



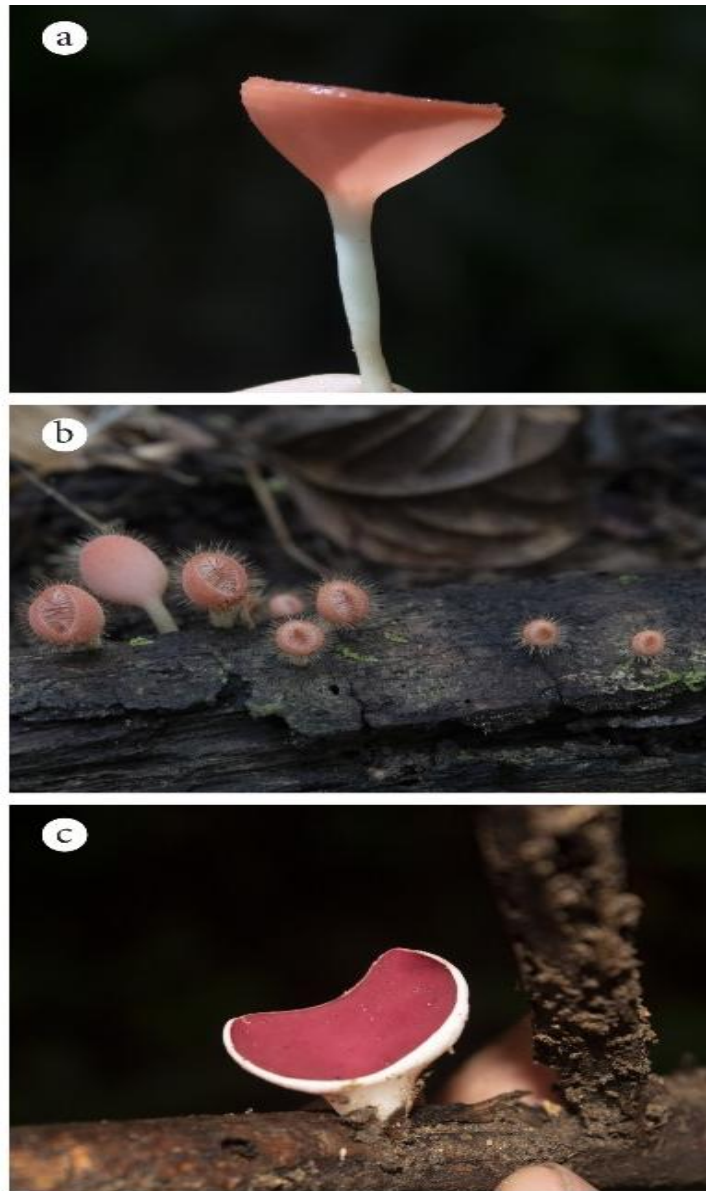
Auriculariales: a) *Auricularia angiospermarum* (L), b) *A. delicata* (L). Geastrales: c) *Geastrum schweinitzii* (L). Gomphales: d) *Gloeocantharellus pleurobrunnescens* (T), e) *Lentaria surculus* (T). Hymenochaetales: f) *Cotylidia diaphana* (L), g) *Trichaptum* sp. (L). Trechisporales: h) *Hydnodon telephorus* (T)

Anexo 5. Xylariales



a) *Xylaria* sp. (L), b) *X. grammica*, c) *X. hypoxylon* (L), d) *Xylaria cubensis* (L), e) *Phylacia globosa* (L). Hypocreales: f) *Cordyceps* aff. *farinosa* (E)

Anexo 6. Pezizales del Cerro Cinco de Oro



a) *Cookeina speciosa* (L), b) *C. tricholoma* (L), c) *Phillipsia domingensis* (L)