



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

T E S I S

**Contribución al conocimiento de
los macromicetos del Parque
Nacional Lagunas de Montebello,
La Trinitaria, Chiapas**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

**CARLOS ALFREDO DE LA CRUZ
LLAMAS**



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Septiembre de 2023

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS**
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

T E S I S

**Contribución a los macromicetos del
Parque Nacional Lagunas de
Montebello, La Trinitaria, Chiapas**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

CARLOS ALFREDO DE LA CRUZ LLAMAS

Directora

M. en C. Erika Cecilia Pérez Ovando

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS. UNICACH

Asesor

Dr. Felipe Ruan Soto

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS. UNICACH



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Septiembre de 2023



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

SECRETARÍA GENERAL

DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES

DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas;
Fecha: 26 de septiembre de 2023

C. Carlos Alfredo de la Cruz Llamas

Pasante del Programa Educativo de: Licenciatura en Biología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:
Contribución al conocimiento de los macromicetos del Parque Nacional Lagunas de Montebello
La Trinitaria, Chiapas

En la modalidad de: Tesis Profesional

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

M. en C. Ana Guadalupe Rocha Loredo

Lic. en Biol. Manuel Martínez Meléndez

Mtra. Erika Cecilia Pérez Ovando

Firmas:

[Firma]
[Firma]
[Firma]

Cop. Expediente



Pág. 1 de 1
Revisión 4

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mí directora de tesis, la M. en C. Erika Cecilia Pérez Ovando, quien me apoyo en todo momento en la elaboración de esta tesis, por tenerme mucha paciencia y ser una gran mentora. Es gracias a ella quien me compartió esta pasión por la micología.

A mi asesor, el Dr. Felipe Ruan Soto, quien me oriento en todo momento y me dio todas las pautas para mejorar este trabajo.

A todo el personal de la CONANP Lagunas de Montebello, les agradezco por brindarme todas las facilidades de elaborar mi tesis.

A mis padres, quienes siempre me apoyaron y me dieron ánimos de persistir.

A María, una amistad muy importante para mí y para la elaboración de esta tesis. Nos pasaron muchas “desgracias” en Montebello, como cuando un *Potos flavus* (mico de noche) se comió nuestro pan para hot dog, o cuando fuimos a ver el atardecer en la laguna Bosque azul y tuvimos que regresar caminando de noche, aun así, siempre todo lo tomamos con mucho humor. Las risas y los buenos recuerdos los llevare conmigo siempre.

A mi amigo Alex, a quien conocí gracias a esta tesis y me enseñó a identificar el género *Amanita*. Siempre nos hacías reír con tus ocurrencias o nos asustabas con tus historias de terror.

A Ezequiel, por tu amistad, enseñanzas y por preparar esos ricos hot cakes que sin duda nos subió el ánimo para continuar haciendo el trabajo de campo.

A Karla, quien inesperadamente se convirtió en una gran amiga, es cierto que al principio me caía mal pero después me di cuenta que se trataba de alguien muy noble y una grandiosa persona. Los consejos de cómo afrontar la tesis y tu apoyo fueron claves para su culminación. Además es todo un privilegio ser amigo de una grandiosa chef.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a mis padres, José Alfredo de la Cruz Mendoza y Claudia Llamas León, sin duda el pilar más importante de mi vida. Son ellos quienes me han brindado todo su apoyo y amor, son los responsables de proveerme todos los valores que poseo. La elaboración de esta tesis fue un proceso que disfrute ampliamente, claramente tuve muchas dificultades, no obstante, gracias a mis padre y su amor por mí que pude superar todas las adversidades. Es todo un orgullo y privilegio el ser su hijo.

A mi hermano Roger Mauricio de la Cruz Llamas, por su apoyo a lo largo de la elaboración de la tesis y en cada etapa de nuestras vidas.

ÍNDICE

RESUMEN	X
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Biología de los hongos	3
2.1.1 Características generales de los hongos y definición de macromicetos	3
2.1.2 Estructuras somáticas de los hongos	4
2.1.3 Estructuras reproductivas de los hongos	6
2.2. Clasificación de los hongos	8
2.3. Ecología de los hongos	8
2.3.1. Papel de los hongos en el ecosistema y sus modos de vida	9
2.3.2. Sustratos	11
2.4. Caracterización e identificación de especies de macromicetos.....	11
III. ANTECEDENTES	16
3.1. Estudios de los macromicetos en Áreas Naturales Protegidas de México. .	16
3.2. Estudios de los macromicetos en Áreas Naturales Protegidas de Chiapas. .	18
IV. OBJETIVOS	21
V. ZONA DE ESTUDIO	22
VI. METODOLOGÍA	24
6.1. Solicitud de permisos	24
6.2. Trabajo de campo.....	24
6.3. Trabajo de laboratorio	26
6.4. Elaboración de base de datos	26
6.5. Delimitación taxonómica y validación de autoría.....	27

6.6. Contribución al listado actual de especies presentes en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, en Chiapas y en México.	27
VII. RESULTADOS	28
7.1. Determinación taxonómica y listado de especies.....	28
7.2. Nuevos registros	36
7.3. Riqueza de especies	37
7.4 Hábitos ecológicos	42
7.4.1 Modos de vida y sustratos.....	42
7.4.2 Fenología de las especies.....	43
VIII. DISCUSIÓN	49
8.1 Especies identificadas y nuevos registros para el Parque Nacional Lagunas de Montebello.....	49
8.4 Nuevos registros para México y Chiapas	50
8.5 Modos de vida y sustratos.....	52
8.6 Fenología	53
IX. CONCLUSIONES	54
X. RECOMENDACIONES	55
XI. REFERENCIAS DOCUMENTALES	56
XII. ANEXOS	66
Anexo. Especies recolectadas en el área de estudio y elementos microscopicos.	66

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Especies recolectadas en el área de estudio.....	28
Cuadro 2. Fenología de las especies recolectadas en el Parque Nacional Lagunas de Montebello.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Amanita americitrina</i> . Partes que conforman su esporocarpio.....	4
Figura 2. Tipos de hifas. A. Hifa septada. B. Hifa cenocítica.....	4
Figura 3. Ascas y ascosporas.	7
Figura 4. Diferentes tipos de basidios.....	7
Figura 5. Disposición de los tejidos del contexto.....	15
Figura 6. Mapa de localización del Parque Nacional Lagunas de Montebello	23
Figura 7. Número de especies colectadas por Phylum.....	38
Figura 8. Número de especies colectadas por orden.....	39
Figura 9. Número de especies colectadas por familia.....	40
Figura 10. Número de especies colectadas por género.....	41
Figura 11. Número de especies colectadas por modo de vida.....	42
Figura 12. Número de especies colectadas por sustrato.....	42
Figura 13. Especies recolectadas.....	66
Figura 14. Especies recolectadas.....	67
Figura 15. Especies recolectadas.....	68
Figura 16. Especies recolectadas.....	69
Figura 17. Especies recolectadas.....	70
Figura 18. Especies recolectadas.....	71
Figura 19. Especies recolectadas.....	72
Figura 20. Especies recolectadas.....	73
Figura 21. Especies recolectadas.....	74
Figura 22. Especies recolectadas.....	75
Figura 23. Especies recolectadas.....	76
Figura 24. Especies recolectadas.....	77
Figura 25. Especies recolectadas.....	78
Figura 26. Especies recolectadas.....	79
Figura 27. Especies recolectadas.....	80
Figura 28. Especies recolectadas.....	81
Figura 29. Especies recolectadas.....	82
Figura 30. Especies recolectadas.....	83

Figura 31. Especies recolectadas.....	84
Figura 32. Especies recolectadas.....	85
Figura 33. Especies recolectadas.....	86
Figura 34. Especies recolectadas.....	87
Figura 35. Elementos microscópicos de <i>Peziza badia</i>	87
Figura 36. Elementos microscópicos de <i>Cortinarius</i> sect. <i>cinnamomei</i>	88
Figura 37. Elementos microscópicos de <i>Gliophorus</i> sect. <i>glutinosae</i>	88
Figura 38. Elementos microscópicos de <i>Inocybe</i> sect. <i>rimosae</i>	89
Figura 39. Elementos microscópicos de <i>Inocybe</i> sp.	89
Figura 40. Elementos microscópicos de <i>Lyophyllum</i> aff. <i>subglobisporum</i>	90
Figura 41. Elementos microscópicos de <i>Tricholoma</i> sect. <i>megatricholoma</i>	90
Figura 42. Elementos microscópicos de <i>Boletus weberi</i>	91
Figura 43. Elementos microscópicos de <i>Strobilomyces confusus</i>	91
Figura 44. Elementos microscópicos de <i>Dacrymyces chrysospermus</i>	92
Figura 45. Elementos microscópicos de <i>Lactarius</i> sp.	92
Figura 46. Elementos microscópicos de <i>Russula</i> sp. 1.....	93

RESUMEN

Los macromicetos son un conjunto de hongos que presentan la particularidad de poseer un cuerpo fructífero que puede observarse a simple vista. Los hongos son importantes elementos en el medio ambiente, ya que intervienen en diversos procesos biogeoquímicos y ecológicos. Sin embargo, existe un desconocimiento de la riqueza de especies existentes a nivel mundial y nacional. El Parque Nacional Lagunas de Montebello (PNLM) es una de las reservas forestales más importantes para Chiapas, por su capacidad de retener agua y fungir como regulador climático a nivel regional. Es un sitio Ramsar, está incluido en el programa de Áreas de Importancia para la Conservación (AICAS) y considerada dentro de las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP-64). El PNLM cuenta con condiciones ecológicas y climatológicas que promueven la biodiversidad fúngica. El presente estudio tuvo como objetivo registrar las especies de macromicetos presentes en el PNLM durante el periodo de junio-diciembre de 2021. Los resultados arrojaron un total de 172 especies de macromicetos, en donde los géneros con mayor abundancia fueron *Russula* con 11 especies, *Amanita* y *Cortinarius* con 10 cada uno; e *Hygrocybe*, *Gymnopus*, y *Lactarius* con seis; así mismo, 97 especies corresponden al modo de vida ectomicorrizógeno, 71 saprófitos y cuatro parásitos; por otro lado, el sustrato con mayor riqueza de especies fue terrícola con 122 especies, seguido por los lignícolas con 27 y 23 humícolas. Se registraron 130 nuevas especies, 121 nuevas para el PNLM, cinco para Chiapas y cuatro para México. Se reconoció que existe una gran riqueza de especies, las cuales se presentan durante varios meses.

Palabras clave: Hongos, bosque templado, modos de vida.

I. INTRODUCCIÓN

Los hongos son un grupo de organismos que se encuentran agrupados en el reino Fungi, se distribuyen en todo el mundo y pueden encontrarse en ecosistemas terrestres y acuáticos. Así mismo, presentan diversas estructuras que pueden llegar a ser microscópicas o macroscópicas (Cepero de García *et al.*, 2012).

Por su parte, los macromicetos son un conjunto de hongos que presentan la particularidad de presentar un cuerpo fructífero que puede observarse a simple vista. La importancia de estos organismos radica en que son saprofitos (descomponedores de materia orgánica) esenciales para el ciclo del carbono (Moreno, 2011). Además de que proveen salud a los bosques a través de sus relaciones con otros organismos, como la simbiosis mutualista con las plantas conocida como micorriza (Carrera Nieva y López Ríos, 2004); y la vida parasitaria donde los hospederos como plantas, animales u otros hongos resultan perjudicados mientras que el parásito es el único beneficiario (Cepero de García *et al.*, 2012).

Uno de los aspectos importantes en la micología es el estudio de la diversidad. A nivel mundial se ha estimado que existen entre 2.8 y 3.8 millones de especies de hongos (Hawksworth y Lücking, 2017). Se estima que al menos del 70 al 80% de las especies fungales son microscópicas (Hawksworth, 2001; Aguirre Acosta *et al.*, 2014). Del mismo modo, alrededor del 20 al 30% de especies fúngicas están conformados por los macromicetos, lo que implica una gran diversidad de especies y, por lo tanto, es conveniente el estudio de los macromicetos para contribuir al conocimiento de la micología (Müller *et al.*, 2007; Müller y Schmit, 2007).

A nivel nacional, México cuenta con una gran diversidad de especies de hongos, con una estimación de 200 000 especies, sin embargo, solo se conoce un 3.2% (Aguirre Acosta *et al.*, 2014). Asimismo, el estado de Chiapas cuenta con una estimación realizada en el 2017 de 49 000 especies de hongos, contrastando con alrededor de 1.2% de especies reportadas (López-Guzmán *et al.*, 2017). Ante

tales estimaciones, resulta preocupante el disponer de pocos registros que reflejen la biodiversidad de la funga a nivel nacional y estatal.

El limitado conocimiento de los macromicetos y la acelerada pérdida de la biodiversidad a causas antropogénicas son motivos suficientes para incentivar el estudio de los hongos de manera que contribuyan al conocimiento de las especies de estos organismos en las diferentes áreas, sobre todo aquellas destinadas a la conservación, como lo son las Áreas Naturales Protegidas (ANP). El objetivo principal es la conservación de la biodiversidad, por lo tanto, tal como indican Ceballos y Ortega-Baes (2011), de no realizarse este tipo de estudios el peor de los escenarios es uno donde muchas especies se habrán perdido sin que nadie se haya enterado de su existencia, ni su importancia para el ecosistema.

Con el conocimiento de la funga se seguirá fomentando su conservación, el ser conscientes de los recursos disponibles, así como su importancia, contribuyen a mantener las reservas protegidas e influyen a la creación de nuevos espacios destinados a la protección (Dávalos-Sotelo, 2016).

Dentro de las ANP's emblemáticas de Chiapas se encuentra el Parque Nacional Lagunas de Montebello (PNLM). De acuerdo con González del Castillo (2003), esta reserva es muy importante porque es una zona captadora de agua y reguladora climática regional. La CONANP (2007) alude que el PNLM se ha reconocido como sitio Ramsar, está incluido en el programa de Áreas de Importancia para la Conservación (AICAS) y considerada dentro de las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP-64). Cuenta con algunos estudios que han contribuido al registro de 53 especies de macromicetos en su plan de manejo (CONANP, 2007), además del registro de especies ectomicorrizógenas (Kong *et al.*, 2018) y de importancia etnomicológica (Ramírez-Terrazo, 2009).

Todos estos estudios brindan un gran aporte al conocimiento de los macromicetos del PNLM, sin embargo, es necesario el registro de los hongos con otros hábitos (saprófitos y parásitos) e incluir información que refiera a los tipos de sustratos. El presente estudio contribuyo al conocimiento de especies de macromicetos del PNLM, determinando las especies presentes, identificando sus hábitos ecológicos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Biología de los hongos

2.1.1 Características generales de los hongos y definición de macromicetos

Los hongos son organismos eucariontes, multicelulares, poseedores de esporas, aclorofílicos, de reproducción sexual o asexual, que disponen de una estructura somática rodeada por paredes celulares compuesta de quitina (Alexopoulos y Mims, 1985). Son recicladores importantes para el ambiente debido a que durante el proceso de obtención de nutrientes descomponen sus respectivos sustratos en carbono y minerales (Piepenbring, 2015); gran parte de esos nutrientes, al no ser absorbidos en su totalidad por los hongos, se reintegran al suelo en donde son aprovechados por otros organismos, como por ejemplo las plantas (Cepero de García *et al.*, 2012).

Los hongos que presentan la particularidad de que sus cuerpos fructíferos sean mayores a 1 mm de diámetro son los llamados macromicetos (Frutis y Valenzuela, 2009). Los Phylum que mejor representan a este grupo son los Basidiomicetos y los Ascomicetos, ya que agrupan especies que generan esporocarpos como mecanismo de reproducción, las cuales son de gran importancia para el hombre al encontrarse especies medicinales, tóxicas y comestibles (Frutis y Valenzuela, 2009).

Los macromicetos generalmente presentan las siguientes estructuras: el píleo, es la parte fértil, se encarga de contener a las esporas; la cutícula es la estructura que cubre al píleo, asemejando a la piel, y puede presentar diversos colores y texturas; el himenio que se encuentra en la parte inferior del píleo, contiene tejidos especializados en producir esporas; el anillo, el cual se desarrolla en algunas especies, se encarga de proteger al himenio en ejemplares jóvenes; el estípite o pie que poseen algunos hongos es la estructura encargada del soporte para el píleo; en algunos casos se produce la volva, la cual está compuesta por los restos del anillo de la etapa juvenil (Figura 1) (Levy *et al.*, 2008).

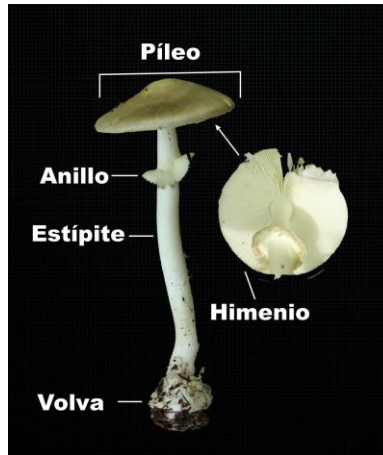


Figura 1. *Amanita americitrina*. Partes que conforman su esporocarpio.

2.1.2 Estructuras somáticas de los hongos

Una de las principales estructuras microscópicas de los hongos es la hifa (el conjunto de estas conforman al micelio), su función es invadir el sustrato para absorber nutrientes o producir esporas para su reproducción (Piepenbring, 2015). Las hifas se conforman por paredes celulares tubulares en donde alberga protoplasma, el cual puede encontrarse interrumpido en intervalos regulares por paredes transversales que dividen a las hifas por secciones. A dichas paredes se les denomina septos, sin embargo, no todos los hongos tienden a presentarlos; por lo cual a la carencia de septos se le denomina hifa cenocítica e hifa septada a su presencia (Alexopoulos y Mims, 1985) (Figura 2).

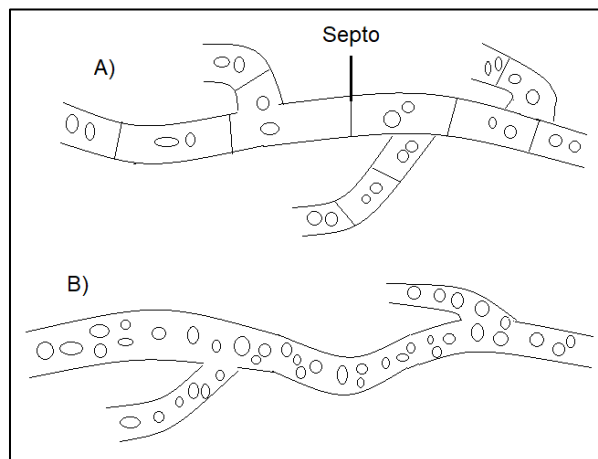


Figura 2. Tipos de hifas. A) Hifa septada. B) Hifa cenocítica.

La pared celular cumple con la función principal de protección ante los factores ambientales. Está conformada entre el 80-90% de polisacáridos, los cuales pueden ser quitina, alfa-glucano, beta-glucano, manano, celulosa y quitosan. Las proteínas son macromoléculas de gran importancia, conformando entre el 1-15% de la estructura, muchas de ellas se encuentran unidas a los polisacáridos conformando de este modo a las glucoproteínas estructurales. La pared es permeable y no controla la entrada o salida de las pequeñas moléculas (Cepero de García *et al.*, 2012).

El núcleo de los hongos mide en promedio de 1 a 2 μm , cuentan con un cromosoma pequeño, en muchos basidiomicetos puede presentarse el estado monocarionte (que tiene un núcleo por cada septo) y el dicarionte (que ostenta dos núcleos por cada septo) (Carlile *et al.*, 2001). El núcleo se encuentra unido por una doble membrana y encierra al cromosoma en un nucleoplasma. La mayoría de los hongos son haploides (un solo juego de cromosomas). Los cromosomas se encuentran conformados por estructuras de proteínas de ADN que se segregan y replican en aquellas células que recién se dividieron (Walker y White, 2011).

Para que la célula fúngica realice diversas funciones se apoya de las estructuras conocidas como microcuerpos, los cuales son una familia de orgánulos que se encuentran unidos por una membrana. La peroxisoma es la más representativa dentro de estas, puesto que cumple con diversas funciones, tales como la oxidación de un sustrato o la producción de oxígeno a través de una enzima oxidasa que forma peróxido de hidrógeno. De igual forma pueden presentar la función de oxidadores de ácidos grasos y transformarlo en Acetil-CoA. Estas capacidades les brindan un papel muy importante ya que resulta muy útil en la obtención de fuentes de carbono y nitrógeno. Tal es el caso de la levadura *Hansenula polymorpha*, la cual posee enzimas para oxidar metanol y metilamina, esto le da la capacidad de crecer en dichos sustratos. Por otro lado, los cuerpos de Woronin son un grupo de microcuerpos especializados en tapar los poros septales de hifas dañadas (Carlile *et al.*, 2001).

2.1.3 Estructuras reproductivas de los hongos

Las esporas son generalmente responsables de la reproducción en el reino Fungi, pueden tener un origen sexual o asexual, están involucradas en la dispersión y la sobrevivencia. El mecanismo por el cual se dispersan la mayoría de ellas es por medios pasivos, tales como el aire, corrientes de agua, la salpicadura de la lluvia y animales. Su morfología y estructura es muy diversa: las esporas unicelulares se denominan “amerósporas”, las bicelulares como “didimóspora”, las que presentan más de un septo transversal recibe el nombre de “fragmóspora”, las que cuentan con septos transversales y longitudinales son llamadas “dictiósporas”. Es posible agregar prefijos en los términos mencionados para complementar con información referente a su pigmentación, si no muestran una pigmentación se le denomina “hyalo”, en el caso contrario, al presentar pigmentación oscura es nombrado como “feo”. Del mismo modo, existen términos para referirnos a la forma de la espora, si tiene una forma de gusano es llamado “escolecóspora”, las espirales son “helicósporas”, si presenta prolongaciones que provienen desde un punto central se denomina “estauróspora” (Webster y Weber, 2007).

El cuerpo fructífero es una estructura macroscópica reproductiva de los hongos, que está presente en los Phylum Ascomycota y Basidiomycota (Cepero de García *et al.*, 2012). Los esporocarpos presentan una gran complejidad y diversidad de formas. Es por esta razón que los taxónomos le han tomado mucha importancia a esta estructura, al grado de que parte de su clasificación está basada en los detalles morfológicos de su esporulación sexual (Carlile *et al.*, 2001).

El Phylum Ascomycota presenta ascas en su cuerpo fructífero, las cuales son un tipo de célula globosa o cilíndrica que alberga a las ascosporas (Figura 3). Dichas ascas se pueden encontrar desnudas o encerradas en el ascocarpio (su cuerpo fructífero). Cuando las ascas se encuentran encerradas y el fruto no presenta aberturas se denomina “cleistotecios”, pero si se encuentran descubiertas formando una malla con las hifas se les nombra como “gimnotecio”, si el ascocarpio presenta una forma de copa o platillo son llamados “apotecios”, en caso de presentar las ascas dentro del cuerpo fructífero con una abertura u ostilo

para liberar las esporas al medio, con una pared o peridio formada de células aplanadas se denomina “peritecio” o “pseudotecio” en caso de no presentar peridio (Webster y Weber, 2007).

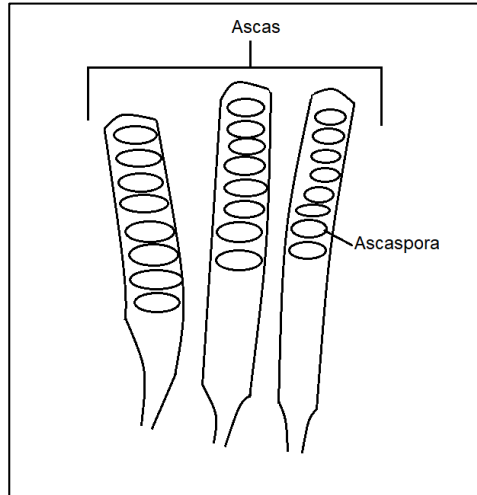


Figura 3. Ascas y ascosporas.

Asimismo, el Phylum Basidiomycota presenta su rasgo distintivo a través de su esporangio llamado basidio, una estructura que presenta diversas formas, el cual produce generalmente cuatro esporas (Figura 4). El cuerpo fructífero puede poseer a los basidios de manera externa, quienes presentan esta cualidad se les denomina “Himenomicetos”. De forma contraria, de presentarse los basidios de manera interna, los cuales solo exponen sus esporas después de que los frutos hayan madurado, se les conoce como “Gasteromicetos” (Ingold y Hudson, 1993).

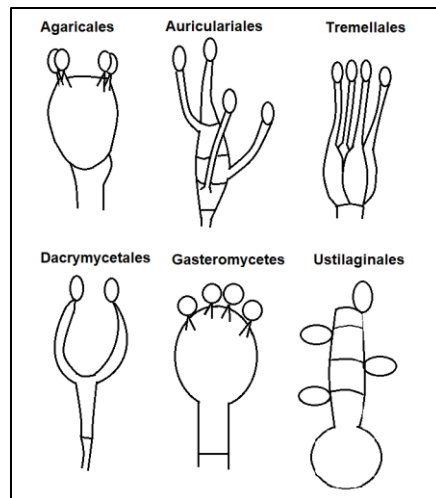


Figura 4. Diferentes tipos de basidios.

2.2. Clasificación de los hongos

En la biología el proceso de clasificación tradicional se basa en la agrupación de los organismos a partir de las características que comparten, de esta forma se van creando categorías. Dicha agrupación tiene funciones prácticas que, además de ser una prueba de la relación que comparten las especies entre sí (Cepero de García *et al.*, 2012), ayuda a obtener información del individuo identificado y es representado en forma de lista o catálogo (Webster y Weber, 2007).

En el caso especial de los hongos, cumplen con las reglas de la nomenclatura botánica, siendo así que las categorías taxonómicas se nombran de la siguiente forma: las divisiones deben de ir con la terminación *mycota*, las subdivisiones en *mycotina*, las clases en *mycetes*, las subclases en *mycetidae*, los órdenes en *ales* y las familias en *ceae*, no obstante, el género y la especie no presentan terminaciones estandarizadas (Alexopoulos y Mims, 1985).

Es importante tener en cuenta que existen muchas discrepancias en la comunidad científica con respecto a las categorías taxonómicas, ya que a la hora de considerar que taxones se agrupan dentro de ellas, se generan múltiples propuestas, las cuales pueden ser igual de validas (Alexopoulos y Mims, 1985).

Es indispensable señalar que de manera general existen dos métodos para clasificar: uno de ellos es el método tradicional, el cual se basa en la examinación de caracteres morfológicos, en donde las semejanzas forman parentesco entre sí, de igual forma puede haber muchas opiniones, por ejemplo alguna variante que presente alguna espora, puede producir diferentes opiniones para distinguir un hongo; por otro lado, el método molecular se basa en la comparación de secuencias específicas de ADN o sus productos proteicos, en donde una vez que se estudian las semejanzas de las secuencias analizadas, se pueden generar las agrupaciones de los individuos (Webster y Weber, 2007).

2.3. Ecología de los hongos

Los hongos proveen una gama de servicios que benefician tanto al ecosistema donde habitan como a la sociedad, son formadores de suelos, participan en los

ciclos de carbono, controlan especies, entre otras funciones (Heredia-Abarca, 2020). A continuación se describirá detalladamente cada elemento.

2.3.1. Papel de los hongos en el ecosistema y sus modos de vida

Los hongos tienen un papel esencial en el desarrollo, estabilidad y función de los ecosistemas gracias a su participación determinante en la biodiversidad del suelo, esto debido a sus diferentes modos de vida (saprófitos, parásitos y simbiote) que les permite tener una gran interacción con el ambiente (Cepero de García *et al.*, 2012).

Muchos hongos presentan modo de vida saprofito, es decir, son los responsables de la descomposición de la materia orgánica al obtener sus nutrientes. Dicha descomposición es un proceso fundamental para la continuación de la vida en la tierra. El ciclo del carbono es un proceso que involucra la fijación del carbono atmosférico a moléculas orgánicas a través de la fotosíntesis, los hongos se encargan de degradar dichas moléculas, por lo tanto, reponen el CO₂ atmosférico (Carlile *et al.*, 2001).

Uno de sus aspectos más destacables es la capacidad de degradar la celulosa, esta es una tarea significativa ya que un tercio de toda la materia orgánica que producen las plantas está conformado por este azúcar. De igual importancia, se encuentra la capacidad de algunos hongos para degradar la lignina, el cual es un componente estructural de la madera además de la celulosa y hemicelulosa, siendo los hongos los organismos más especializados en su descomposición. Cabe destacar que los basidiomicetos y los ascomicetos inciden como los Phylum principales donde se presenta más especies que emplean a la madera como sustrato (Ingold y Hudson, 1993).

Los saprobios también influyen en los procesos geológicos, participan en la alteración de las rocas, en donde aprovechan sus componentes minerales. Esto es posible debido a que los hongos erosionan a las rocas segregando ácidos orgánicos y otros metabolitos que se ligan a los minerales y posteriormente son metabolizados (Burford *et al.*, 2003).

Los hongos también pueden tener un modo de vida simbiótica, esto hace referencia de la asociación que ocurre entre las especies, para el caso de los macromicetos podemos encontrar relaciones mutualistas o de parasitismo (Cepero de García *et al.*, 2012).

En el tipo de simbiote mutualista existe la interacción hongo-planta, dicha asociación recibe el nombre de micorriza (la cual significa hongo-raíz o raíz de hongo); en donde a través de las hifas del hongo se le brinda a las raíces de la planta simbiote algunos recursos como agua y nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, mientras la planta brinda azúcares que fueron producidos en la fotosíntesis. La importancia de esta asociación es tal que se sabe que entre el 80 y el 90 % de las plantas vasculares la presentan (Stephenson, 2010).

Podemos encontrar los siguientes tipos de micorrizas: las ectomicorrizas, se caracterizan por presentar hifas que están conectados a las raíces de las plantas pero sin penetrar sus células, esto se le conoce como “Red de Hartig”. Se cree que los hongos ectomicorrizógenos son más comunes en las zonas templadas del mundo. Las ectomicorrizas se desarrollan cuando las hifas infectan la raíz, en la región detrás del casquete radicular, en donde crecen hacia las partes más viejas formando un manto. Esta infección altera el desarrollo lo que genera que las raíces tengan un crecimiento más lento (Carlile *et al.*, 2001).

Por otro lado, están las micorrizas arbusculares o endomicorrizas, en este caso los hongos involucrados penetran las células de la corteza vegetal de donde proviene principalmente el fósforo. Se encuentran asociados cultivos, plantas herbáceas y helechos (Cepero de García *et al.*, 2012).

Las micorrizas ericoides son un tipo de endomicorriza con la característica principal de presentar hifas septadas con terminaciones onduladas intracelulares (Cepero de García *et al.*, 2012).

Con igual importancia, se halla a los hongos parásitos, los cuales aprovechan a un hospedero anfitrión para beneficiarse de sus nutrientes, son responsables del control de poblaciones de plantas y de algunos animales. Se clasifican de la siguiente manera: aquellos que necesitan un hospedero vivo para poder sobrevivir, se les denomina parásitos obligados; en cambio, si pueden

sobrevivir sin la necesidad de que su hospedero se encuentre con vida, se les llama parásitos facultativos. En el caso de las plantas, se sabe que los hongos son los parásitos más extendidos y destructivos que presentan, pudiendo afectar a cualquier estructura vegetal (hojas, tallos, raíces, entre otros). No obstante, las plantas no son exclusivas ante el ataque de patógenos fúngicos, los artrópodos se ven muchas veces amenazados por ellos, el género *Cordyceps* es el más representativo al momento de mencionar a los entomopatógenos, este género ataca especialmente a lepidópteros y coleópteros, aunque en los trópicos algunos atacan a las arañas, hasta producir sus respectivas muertes (Ingold y Hudson, 1993).

2.3.2. Sustratos

Debido a los diversos modos de vida, los macromicetos emplean una gran disponibilidad de sustratos para su desarrollo (Cepero de García *et al.*, 2012). Un sustrato es cualquier medio que los hongos emplean como base nutritiva, el cual le permite fijarse y desarrollarse en ese medio (Cifuentes *et al.*, 1986; Lawrence, 2003; Delgado-Fuentes *et al.*, 2005). Por ejemplo, los terrícolas son aquellos que dependen del suelo para subsistir; por otro lado, los humícolas son aquellos que se desarrollan en los componentes orgánicos que conforman el humus, como la hojarasca y las ramas pequeñas; los lignícolas, se trata de aquellos que crecen sobre la madera viva o muerta; los fungícolas tienen la facultad de crecer sobre otros esporomas; finalmente, los coprófilos son aquellos que viven en el estiércol (Delgado-Fuentes *et al.*, 2005).

2.4. Caracterización e identificación de especies de macromicetos

El conocer de la morfología de los hongos es una herramienta fundamental debido a la gran diversidad de especies existentes. Del mismo modo, disponer de otro tipo de información complementaria que haga referencia a su ecología es bastante útil para su determinación. La identificación se lleva a cabo a partir de la descripción de los caracteres morfológicos y ecológicos (Guzmán, 1990). Estos caracteres se toman a partir del análisis de las diferentes estructuras.

En el caso del píleo, se determina el diámetro de ejemplares maduros (la unidad de medida debe ser en milímetros), se mide el grosor desde el centro y también se considera la forma que presenta, esto es posible al realizar un corte longitudinal que permita la observación de la silueta del píleo y de su centro. Es necesario describir la forma que presenta el borde del margen que se observa desde la superficie, así como el color, para lo último se recomienda emplear algún manual referencias y usar luz natural, de no ser posible se puede utilizar luz blanca. También se encuentra la textura, esta se puede descubrir al contacto con las yemas de los dedos, puede ser seco, húmedo, cerosa, aceitosa, viscosa o glutinoso, entre otros. Finalmente, se debe de especificar el tipo de ornamentación que se presente, es decir, qué estructura se encuentra adherida a la superficie, las cuales pueden ser lisas, sedosas, con cavidades, con grietas o estrías, con arrugas, con fibrillas (sin formar escamas), con fibrillas adheridas formando escamas, con granulaciones, o con escamas no fibrosas. Existe una amplia gama de formas de ornamentación que no entran en ninguna clasificación por lo que se sugiere asociarla con alguna figura familiar y describirlo (posición, tamaño, entre otras características) (Cifuentes *et al.*, 1986).

Para el caso del himenio, este dependerá del tipo de forma que presente. Por lo tanto, el himenio laminar se describe los siguientes caracteres: color (de la misma manera que el píleo); frecuencia de las láminas, es decir, que tan cercas o distantes se encuentran las láminas unas de otras: muy juntas, juntas, separadas o muy separadas; tipo de unión que presenta con el estípite, por lo tanto, se pueden presentar de las siguientes formas: libres, subadheridas (anexadas), subdecurrentes, adheridas (adnadas), sinuadas, escotadas (uncinadas) y decurrentes; forma del borde: entero, fimbriado, aserrulado, crispado, crenado o erosionado; así como la forma que presente: estrecha, ancha o ventricosa (Cifuentes *et al.*, 1986).

Por otra parte, si el himenio presenta tubos, se debe de medir su profundidad; anotar el color y si este presenta algún cambio de tonalidad; advertir si los poros presentan una consistencia fácilmente separable o no; el tamaño de los poros (número de poros por milímetro o número de milímetros por poro) y su

forma (redondos, angulares o boletinoideos); así como el tipo de unión que puede presentar con el estípite (libres, adheridos, subdecurrentes, decurrentes) (Cifuentes *et al.*, 1986).

De la misma manera, en caso de presentarse dientes o pliegues, debe de anotarse el tamaño y el color que estas estructuras presentan (Cifuentes *et al.*, 1986).

Para el caso de la caracterización del estípite, se mide el diámetro de la estructura, así como el grosor y la forma de la silueta que se puede observar (cilíndrico, clavado, atenuado en la base, ventricoso y con base radicante). En ocasiones se puede identificar una base abultada (bulbo o volva), en ambos casos existen diversas formas que se deben de describir. También se describe el color, se especifica el tipo de textura presente (del mismo modo que el píleo), la consistencia (cartilaginosa, carnosafibrosa, correosa, rígido, carnosoporoso o flexible), el contexto o carne de manera interna (sólido, fistuloso, hueco, cavernoso y esponjoso), la ornamentación (al igual que el píleo), así como el velo o anillo, haciendo énfasis en el color y forma: con anillo membranoso (simple o doble), fibroso o escamoso, de cortina o de volva (Cifuentes *et al.*, 1986; Delgado-Fuentes *et al.*, 2005).

También se realiza una descripción del olor y sabor del ejemplar. El olor es asociado a sensaciones familiares: agradable y desagradable (en caso de no identificar), a ajo, almendras, anís, carne cruda, cloro (legía), dulce (frutal), espermático, característico (olor común a hongo), limón, maíz crudo, nitroso, nuez, queso, rábano (verdura) y yodo (antiséptico). Para el caso de los sabores se clasifican de acuerdo a los cuatro sabores básicos: salado, dulce, amargo y agrío, sin embargo, es posible que existan subtipos para especificar los sabores: ajo, carne cruda, hongo (champiñón), maíz crudo, nuez, picante, rábano, yodo y entre otros (Cifuentes *et al.*, 1986).

De igual manera es necesario considerar en qué tipo de sustrato se encontró a los ejemplares. Así como también sus hábitos de crecimiento: solitario (que no crece en cercanía de otros cuerpos fructíferos), disperso (cuerpos fructíferos de la misma especie que crecen de forma separada uno de otro de 30 a

60 centímetros), gregario (grupo de cuerpos fructíferos que crecen muy cerca uno de otros), cespitoso (frutos que crecen muy cerca, se tocan pero no comparten una base común) o connado (Varios estípites se encuentran unidos compartiendo una base común, formando una sola masa). (Cifuentes *et al.*, 1986; Lawrence, 2003; Delgado-Fuentes *et al.*, 2005).

Incluso es necesario describir si alguna de sus estructuras presenta alguna reacción química. Existen múltiples compuestos que reaccionan al contacto de los hongos, con un cambio de coloración que es de utilidad en la identificación de las diversas familias. Sin embargo, generalmente se emplea una gota de KOH al 10% o NH₄OH al 5% ya que son reactivos que reaccionan con la mayoría de las familias (Cifuentes *et al.*, 1986; Garza *et al.*, 2014).

Para preservar a los ejemplares es necesario deshidratarlos, para ello se utiliza una secadora que emplee al menos de 50 a 60 °C por 24 a 48 horas. Cualquier fuente de calor es buena, no obstante, se recomienda el uso de aquellas que recurran a la energía eléctrica por ser más estables, de no tener acceso a la electricidad se puede emplear alguna que utilice algún tipo de combustible (Cifuentes *et al.*, 1986; Guzmán, 1990).

El último paso es la descripción de los caracteres microscópicos, para este punto se deben realizar diversos cortes en el píleo que permitan extraer tejido de la cutícula, tejido del himenio, del contexto y del estípite. En caso de ser ejemplares deshidratados, es necesario rehidratar los cortes realizados de los ejemplares, se puede emplear por un minuto unas gotas de KOH al 5%. Una vez hidratadas, se fija a un portaobjetos, después se calibra el microscopio con el ocular micrométrico y se realiza la visualización de los caracteres en diferentes objetivos (10X, 40X y 100X).

Se deben de visualizar y describir las siguientes estructuras: el tipo de pileipellis (el tejido de la cutícula), los cuales pueden ser epitelio o policistoderma, celular o cistoderma, celular o cistoderma diferenciado con pileocistidio, capa de himeniforme; la disposición de los tejidos que conforman al contexto: entretejido, convergente, divergente y paralela (Figura 5); los tejidos de la superficie del estípite (estipitipelli); y también los tejidos que conforman al himenio. En la parte

del himenio se hará énfasis en las estructuras productoras de esporas y en las mismas esporas. En las esporas se visualiza la forma, el tamaño, la ornamentación y la cantidad por campo visual. Con toda esa información recopilada es posible compararla con diversas guías para la identificación de especies (Largent *et al.*, 1977).

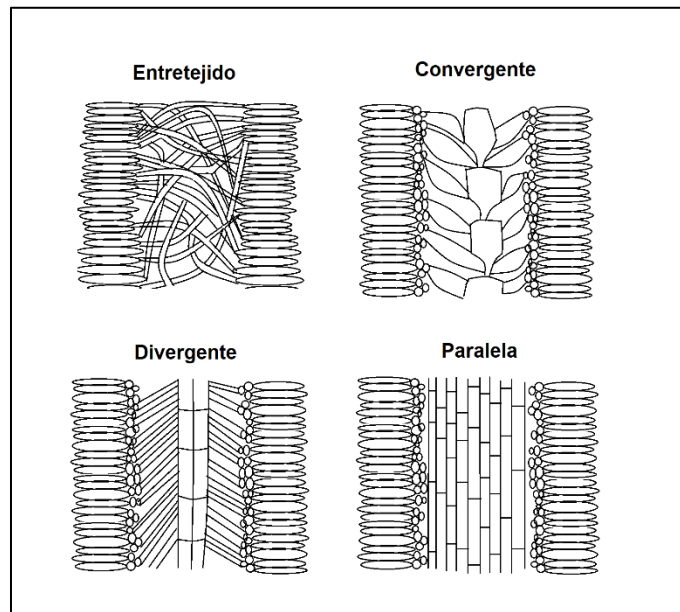


Figura 5. Disposición de los tejidos del contexto.

III. ANTECEDENTES

El estudio de los macromicetos que durante los últimos años se ha realizado dentro de las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) de México ha resultado muy favorable, esto se manifiesta en los resultados de las diversas investigaciones desarrolladas a nivel nacional, en donde cada una de ellas ha elaborado una importante contribución al conocimiento fúngico. A continuación, se describirán algunos ejemplos de los estudios realizados en el país y en el estado que guarda la zona de estudio.

3.1. Estudios de los macromicetos en Áreas Naturales Protegidas de México.

En este apartado, se mencionan diversas ANPs que comparten similitudes en cuanto a los componentes de su vegetación o clima con los del PNLN. Entre ellas se encuentran: la Reserva de la Biosfera El Cielo, el Área Natural Protegida Sierra Fría, el Área de Protección de Flora y Fauna Bosque La Primavera y el Área Natural Protegida Sierra de Quila.

La Reserva de la Biosfera El Cielo, ubicada en el sureste de Tamaulipas, cuenta con un registro de 126 especies de macromicetos, donde 102 pertenecen a la subdivisión Basidiomycotina, 19 son Ascomycotina y cinco a la clase Myxomycetes. Se encontró 89 especies asociadas al bosque mesófilo de montaña, el 50% de estas se encontraron en sustratos lignícolas, las especies más frecuentes fueron: *Cyclomyces tabacinus*, *Ganoderma applanatum*, *Tremetes versicolor*, *Phellinus gilvus* y *Lenzites elegans*. Dentro de las especies ectomicorrizógenas destaca la especie comestible *Lactarius indigo* siendo muy abundante en los meses de octubre, mientras que la especie tóxica *Amanita verna* sobresalió por su abundancia. Las especies parásitas que se encontraron fueron *Heteroporus biennis*, *Hydnopolyporus fimbriatus*, *Armillariella melle*, *Cordyceps capitata* e *Hypomyces lactifluorum* (Heredia-Abarca, 1989).

Para el Área Natural protegida Sierra Fría, ubicada en Aguascalientes, se tiene un registro de 373 especies de macromicetos asociadas a su bosque de pino-encino y remanentes de bosque de *Juniperus*; de estas 36 son lignícolas, 12

micorrizógenas, 106 comestibles, 34 tóxicas y 134 no comestibles. Destaca la familia Tricolomataceae con 64 especies, Polyporaceae con 46 y Boletaceae con 31, todas ellas forman parte de la subdivisión Basidiomycotina (la cual contó con un total de 302 especies, siendo así la subdivisión más representativa). Las especies más frecuentes fueron: *Amanita caesarea*, *A. citrina*, *A. flavoconia*, *A. pantherina*, *Astraeus hygrometricus*, *Boletus edulis*, *Clitocybe gibba*, *Cyathus olla*, *Daldinea concentrica*, *Laccaria amethystina*, *Lycoperdon candidum*, *L. perlatum*, *Mycena acicula*, *Russula emetica*, *R. mexicana*, *Schizophyllum commune*, *Stropharia semiglobata* y *Polyporus arcularius*. La mayoría de las especies se encontraron asociadas al bosque de *Quercus* y de *Juniperus* a causa de que ese tipo de vegetación brinda los sustratos y las condiciones necesarias para ellas. De igual manera, se encontraron cinco especies sujetas a protección especial, estas son: *A. muscaria*, *Psathyrella spadicea*, *Suillus granulatus*, *B. edulis* y *A. caesarea* (Díaz *et al.*, 2007).

El Área de Protección de Flora y Fauna Bosque La Primavera, en el estado de Jalisco, se caracteriza por presentar una vegetación mixta de *Pinus-Quercus*. Cuenta con un listado de 267 especies; donde 233 son Basidimycota, 34 Ascomycota y una Myxomycota. El orden con mayor número de especies fue Agaricales con 85, siendo representado por las familias Amanitaceae, Tricolomataceae, Strophariaceae, Agaricaceae, Pluteaceae y Lycoperdaceae. El sustrato terrícola presentó el mayor número de especies (130), seguido por los lignícolas (110) y los húmícolos (20). En relación a su importancia ecológica, destacan los hongos ectomicorrizógenos con 88 especies, donde la mayor parte es de los géneros *Helvella*, *Amanita*, *Boletus* y *Lactarius*. Dentro del grupo de hongos destructores de madera se encontró 69 especies, de los cuales los Polyporales es el más representativo con 36 especies. De hongos parásitos se encontraron 6 especies las cuales son: *Armillaria mellea*, *A. polymyces*, *Omphalotus olearius*, *Hydnopolyporus fimbriatu*, *Cronartium conigenum* y *Ustilago maydi* (Rodríguez *et al.*, 2010).

Para la ANP Sierra de Quila, en el estado de Jalisco, se registraron 340 especies, donde 329 son basidiomicetos, 10 ascomicetos y dos mixomicetos. Las

especies más comunes que se encontraron en el bosque de pino-encino fueron *Amanita muscaria*, *A. rubescens*, *Boletus frostii*, *Collybia spp.*, *Cystoderma spp.*, *Macrolepiota procera*, *Phyllotopsis nidulans*, *Ramaria flava*, *Suillus brevipes* y *S. granulatus*. En el bosque mesófilo de montaña se identificaron más frecuentemente las especies *Amanita cokeri*, *Boletellus coccineus*, *Boletus flammans*, *Polyporus spp.*, *Panus crinitus*, *Mycena leaina*, *Lactarius chrysoresus*, *Leccinum scabrum*, *Ganoderma curtisii*, *Paxillus panuoides* y *Xeromphalina tenuipes*. En el bosque de encino las especies más comunes son *Amanita fulva*, *Amanita gemmata*, *A. vaginata*, *Lactarius piperatus* así como la presencia de especies como *Dacryopinax spathularia*, *Panus crinitus* y *Ganoderma curtisii*. Las cuales son especies típicas de bosques tropicales y subtropicales (Fierros *et al.*, 2000).

3.2. Estudios de los macromicetos en Áreas Naturales Protegidas de Chiapas.

En este apartado se expone algunas investigaciones sobre los macromicetos de las ANP's en el estado de Chiapas, esto con el objetivo de delimitar los conocimientos existentes sobre ese territorio y en relación con el tema en cuestión.

El primer grupo de estudios son los que se llevaron a cabo en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, específicamente en el Polígono I. El primero de ellos es un estudio de diversidad en el que se empleó una metodología que reduce el tiempo requerido en el trabajo taxonómico, sin llegar a repercutir en los análisis de diversidad. Los resultados registraron 98 morfoespecies, en donde el género más representativo fue *Marasmius* (Guevara y Dirzo, 1998).

En la segunda investigación se realizó un análisis de variabilidad de fungivoría (biomasa de esporoma consumida) por parte de invertebrados para probar si había relación entre las características morfológicas de los macromicetos y de sus partes consumidas (Guevara y Dirzo, 1999).

Finalmente, el tercer estudio implicó el análisis de la diversidad de la familia Tricholomataceae. Se obtuvieron 33 especies y se reportaron nuevos registros dentro del género *Marasmius* (Pérez-Ovando, 2011).

Gracias a estas investigaciones esta ANP cuenta con registros de 119 especies pertenecientes a 69 géneros, 38 familias y 16 órdenes. El 42% de las especies se determinaron a nivel específico. El 43% son de sustrato terrícola, el 27.5% lignícola, 26.7% húmica y el 2.5% coprófilas. Además, las especies comestibles representan el 9.1%, encontrándose especies como *Schizophyllum commune*, *Auricularia delicata* y *Lactarius indigo* (Pérez-Ovando et al., 2019).

Así mismo, la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná cuenta con algunos estudios etnomicológicos que aportan información sobre sus especies y los sustratos donde crecen. Cuenta con un registro de 42 especies, 37 basidiomicetos y cinco ascomicetos. Gracias a esta investigación se conoce que los integrantes de la etnia mam reconocen a las especies: *Amanita muscaria*, *Lactarius indigo*, *Suillus tomentosus*, *Cantharellus cibarius*, *Ramaria botrytis*, *Boletus edulis*, *Helvella lacunosa*, *Macrolepiota procera*, *Sparassis crispa*; por si fuera poco, también se sabe que estas especies presentan un modo de vida ectomicorrizógena, mientras que las especies *Schizophyllum commune*, *Lycoperdum umbrinum* y *Auricularia delicata* son saprofitas (Medina-Arias, 2006; Gallegos y Sánchez, 2020)

Cabe señalar que las regiones aledañas al Parque Nacional Lagunas de Montebello (PNLM) también cuentan con algunos estudios sobre macromicetos. El primero es un análisis comparativo del conocimiento etnomicológico entre personas habitantes de la comunidad de Antelá y Tzisco, en el cual se realizó un listado de 130 especies ectomicorrizógenas. Como resultado se obtuvo información etnomicológica de 14 especies destacando las especies *Amanita gpo. caesarea*, *A. muscaria*, *A. rubescens*, *Auricularia delicata*, *A. polytricha*, *Boletus sp.*, *Calvatia cyathiformis*, *Cantharellus lateritius*, *Gomphus floccosus*, *Hydnum albidum*, *Lactarius aff. deliciosus*, *L. indigo*, *L. miniatosporus*, *Pleurotus djamor*, *Ramaria sp.*, *Schizophyllum commune* y *Ustilago maydis* (Ramírez-Terrazo, 2009; Ramírez-Terrazo et al., 2021).

También se realizó una descripción de los aspectos micológicos locales en la comunidad San Antonio Buena Vista. De este estudio se registraron 15 especies utilizadas por los habitantes; de las cuales 12 son comestibles (*Pleurotus djamor*, *Cantharellus cibarius*, *Calvatia* sp, *Armillaria mellea*, *Auricularia delicata*, *A. polytricha*, *Amanita caesarea*, *Schizophyllum commune*, *Lentinus crinitus*, *Polyporus alveolaris*, *Oudemansiella aff. steffendii* y *Favolus tenuiculus*), dos medicinales (*Calvatia cyathiformis* y *Geastrum* sp.) y una para fines recreativos (*Psilocybe cubensis*) (Grajales Vázquez *et al.*, 2008)

Otro estudio es la investigación etnomicográfica realizada en la comunidad de Tzisco, en ella se registraron 28 especies reconocidas por los pobladores, de las cuales 10 son del sustrato lignícola, 17 terrícolas y uno parásito, siendo así que consideran más importantes aquellas especies comestibles destacando a *Pleurotus djamor*, *Auricularia fuscusuccinea*, *A. delicata*, *A. polytrichia*, *Lactarius complex deliciosus*, *L. indigo*, *Clitocybe linfundibuliformis*, *Cantharellus complex cibarius*, *Clavariadelphus truncatus*, *Neolentinus lepideus*, *Suillus aff. tomentosus*, y *Armillaria spp* (Grajales Vásquez, 2013).

Por su parte, el PNLM cuenta con un registro de 93 especies ectomicorrizógenas. Las especies encontradas pertenecen a un total de 38 géneros, en donde cuatro están agrupadas en la clase Ascomycetes y 34 a la clase Basidiomycetes. Destacan los géneros *Russula* (con 16 especies), *Amanita* (con 12 especies), *Lactarius* (con siete especies). Las especies más frecuentes son *Laccaria amethystina*, *Craterellus lutencens*, *Suillus decipens*, *C. ignicolor*, *C. minor* y *Coltricia cinnamomea* (Kong *et al.*, 2018).

IV. OBJETIVOS

Objetivo general

- Documentar las especies recolectadas de macromicetos presentes en el Parque Nacional Lagunas de Montebello.

Objetivos particulares

- Determinar taxonómicamente las especies de macromicetos recolectadas en el Parque Nacional Lagunas de Montebello.
- Describir los hábitos ecológicos (sustratos, modos de vida, fenología) de las especies recolectadas.
- Contribuir al listado actual de especies presentes en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, en Chiapas y en México.

V. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio en donde se llevó a cabo la recolección e investigación es el Parque Nacional Lagunas de Montebello, el cual se localiza en el suroeste del estado de Chiapas, entre el Municipio de la Trinitaria y la Independencia, en la frontera con Guatemala. Tiene una superficie de 6,425.49 ha.; sus coordenadas extremas son 16° 04' 40" y 16° 10' 20" Latitud Norte, y 91° 37' 40" y 91° 47' 40" Longitud Oeste; se encuentra en una altitud promedio de 1,500 m s.n.m (CONANP, 2007).

Constituye un complejo lacustre compuesto por 59 lagos. Sus humedales son reconocidos como sitio Ramsar, de gran importancia para la biodiversidad. Constituye una de las reservas más importantes de Chiapas funcionando como un vaso captador de agua y regulador climático regional por el proceso de evapotranspiración. El sistema hídrico es kárstico, con poca presencia de arroyos intermitentes. La alimentación de los cuerpos de agua es subterránea. Es un sitio de regulación climática a nivel regional por el proceso de evapotranspiración de los cuerpos de agua que favorece la composición florística y faunística del área (González del Castillo, 2003).

El PNLM alberga el 4% de la riqueza faunística total estimada para México de mariposas, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Del mismo modo, mayor parte de los suelos están compuestos por Litosoles, Rendzinas, Vertisoles, Acrisoles, Fluvisoles y Gleysoles. El tipo de clima que presenta es C(fm) templado húmedo con lluvias todo el año, la temperatura media anual es de 23.6 °C, la precipitación total anual es de 1,862 mm, el periodo de humedad se presenta de abril a diciembre donde llueve un promedio de 1,716 mm (el 92% de la precipitación anual se presenta en este periodo), siendo septiembre el mes más húmedo. Presenta una composición de bosque templado con asociaciones de bosque de coníferas, bosque de latifoliadas, bosque mesófilo de montaña, vegetación riparia, vegetación secundaria y zonas de cultivo (CONANP, 2007) (Figura 6).

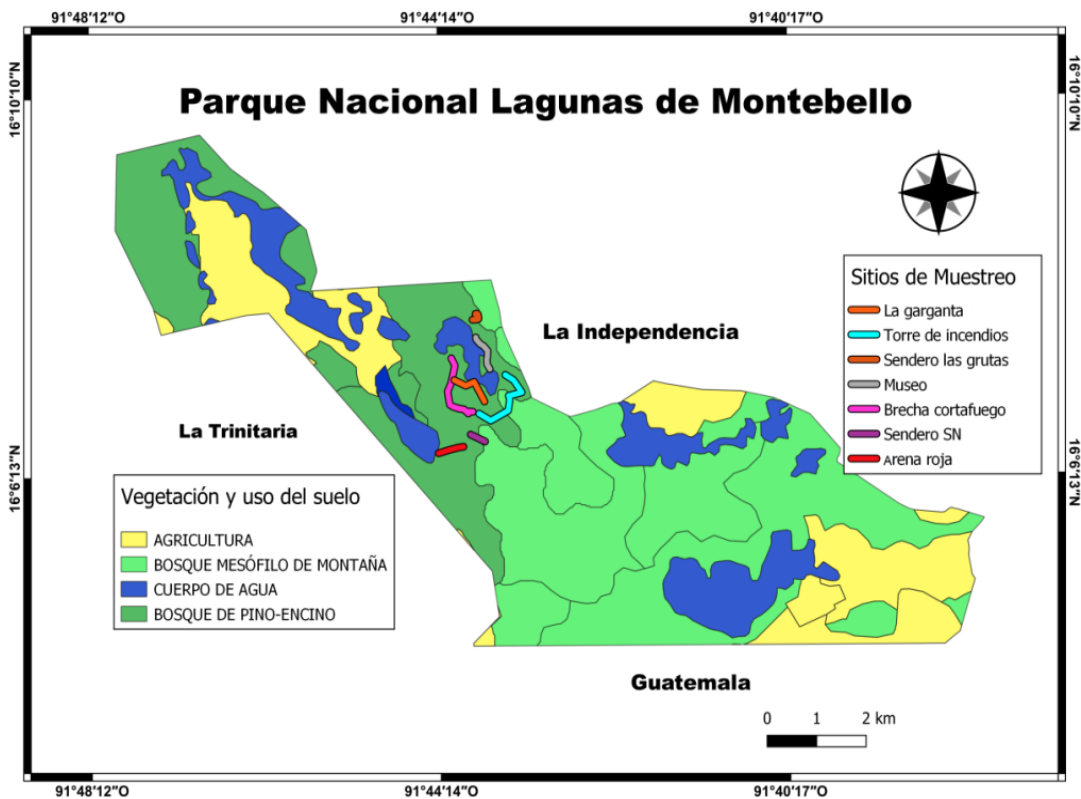


Figura 6. Mapa de localización del Parque Nacional Lagunas de Montebello donde se observa la vegetación, uso del suelo y sitios donde se recolectaron las muestras. Realizado en qgis con el shape de INEGI (2016).

VI. METODOLOGÍA

6.1. Solicitud de permisos

En el mes de febrero de 2021 se tramitó el permiso de colecta ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) "SEMARNAT-08-049 Licencia de colecta científica o con propósito de enseñanza. Modalidad A". Del mismo modo, se solicitó la autorización a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), realizando el trámite "CNANP-00-007 Solicitud de aviso para realizar actividades de investigación con colecta y manipulación de ejemplares de flora y fauna silvestre en Áreas Naturales Protegidas".

6.2. Trabajo de campo

Se realizaron siete salidas de campo en el área de estudio de junio a diciembre de 2021. Cada salida de campo tuvo una duración de cuatro días.

El método de muestreo fue de tipo oportunístico, realizándose recorridos por diferentes senderos presentes en el PNLN, los cuales son: La garganta, Torre de incendios, Sendero las grutas, Museo, Brecha cortafuegos, Sendero SN y Arena roja (Figura 6). Los recorridos se efectuaron a partir de las 9:00 am y finalizaron a las 2:00 pm.

De acuerdo a Agreda-Cabo (2006) se recolectaron todos los esporocarpos maduros que se localizaron y se descartaron aquellos ejemplares en mal estado, inmaduros y menores a 1 cm de diámetro. Fueron recolectados en su totalidad con la ayuda de una pala jardinera o una navaja, este procedimiento se ejecutó de manera cuidadosa, sin extraer el suelo; una vez tomado el ejemplar, se tapó el hueco realizado sin compactar el suelo, para evitar que el micelio sufriera daños y garantizar la esporulación futura. En caso de encontrarse con algún ejemplar previamente recolectado, se registró la fecha donde se encontró. Posteriormente, los ejemplares fueron fotografiados *in situ*, con una cámara fotográfica Canon EOS REBEL T3 con el lente 18-55 mm. Para realizar las fotografías se consideraron sus características representativas como píleo, himenio, estípite, anillo, volva,

entre otros rasgos distintivos para la identificación, como indica Garza *et al.* (2014).

Después, los esporomas fueron envueltos en papel encerado y trasladados en una canasta para evitar su maltrato. De cada muestra se registraron los siguientes datos: sustrato donde se encontró, vegetación asociada, tipo de crecimiento

Se tomaron fotografías de herbario en un fondo gris, utilizando una escala gráfica, número de colecta, número de foto y nombre del colector. Esto se realizó debido a que los hongos al ser herborizados sufren una serie de modificaciones en sus características principales (color, tamaño, forma, entre otros) y se necesita tener una imagen de referencia para reconocer de que ejemplar se trata, esto se realizó de acuerdo a las indicaciones de Cifuentes *et al.* (1986).

Se anotaron en una etiqueta características ecológicas como el tipo de sustrato adherente, la vegetación asociada, así como sus características macroscópicas que involucren su morfometría; las cuales pueden ir desde la forma, tamaño (descrito en milímetros) del píleo, estípote, himenio y otros caracteres que dependen de la especie presente.

También se describió el tipo de consistencia que presentaron las diferentes estructuras del fruto (gelatinoso, carnoso, cartilaginoso, leñoso, entre otros) y si gozaban de algún tipo de ornamentación (escamas, verrugas, estrías, fibrillas, entre otros). De la misma forma, se especificó los colores de cada estructura con la ayuda del sistema de color *ColorLife 2.0* (COMEX), para obtener los atributos equivalentes que componen a los colores (saturación, luminosidad, y tono) y así conseguir una referencia.

Además, se describió el olor presente en los ejemplares, así como su sabor (esto solo en especies no tóxicas). También se detalló si alguna de sus estructuras presentó alguna reacción química al utilizar KOH al 10%, ya que esta reacción se manifiesta con un cambio de coloración que fue de utilidad en la identificación (Cifuentes *et al.*, 1986; Garza *et al.*, 2014).

Posteriormente, los cuerpos fructíferos fueron sometidos a deshidratación con ayuda de una deshidratadora de alimentos Hamilton Beach 32100A, de 24 a

48 horas, esto dependió del tamaño y carnosidad del ejemplar. Una vez herborizado se almacenaron en bolsas de papel estraza con sus respectivas etiquetas y sellados en bolsas ziploc (Garza *et al.*, 2014).

6.3. Trabajo de laboratorio

De los ejemplares herborizados, se tomaron muestras de la zona del himenio con ayuda de una navaja Gillette para realizar cortes finos en ella y en la superficie del estípite, las cuales fueron rehidratadas con KOH al 5%, se tiñeron con rojo Congo al 2% y fueron fijadas en un portaobjetos y un cubreobjetos para su observación al microscopio en diferentes objetivos (4X, 10X, 40X, 100X). Se empleó el microscopio compuesto *AmScope b120*, con la ayuda del programa informático *AmScope for digital camera* se caracterizaron y se midieron las estructuras microscópicas (esporas, basidios y ascas). Para el caso de las esporas, se emplearon 20 ($n= 20$) y se registraron las mediciones del largo y ancho, se calculó Q el cual es la relación entre la longitud y la anchura de la espora, lo cual determina la forma de estas y se registró la ornamentación. De forma similar, se registraron las mediciones de largo y ancho de los basidios o ascas ($n = 20$). Se caracterizó el tipo de trama y pellis. Además, las estructuras microscópicas se fotografiaron utilizando una escala micrométrica que ofrece el mismo programa (Anexo).

6.4. Elaboración de base de datos

Utilizando el programa Excel 2010 se elaboró una base de datos donde se capturo el nombre científico, Phylum, orden, familia, género, sustrato (humícola, terrícola o lignícola), modo de vida (saprófito, ectomicorrizógeno o parásito). Posteriormente, se determinaron las frecuencias de los elementos constituyentes de los Phylum, ordenes, familias y géneros. Y se elaboraron histogramas de las frecuencias para determinar la riqueza de las categorías taxonómicas. Del mismo modo, elaboraron histogramas de la frecuencia de los tipos de sustrato y modos de vida.

Empleando el mismo programa, se elaboró una base de datos para recopilar la información de la micromorfología y donde se elaboraron tres columnas, para largo, ancho y Q, donde Q se empleó la fórmula L/A y con el valor resultante se determinó la forma de las esporas.

6.5. Delimitación taxonómica y validación de autoría

Para realizar una delimitación taxonómica de los ejemplares, se empleó la información recabada de la micromorfología y las descripciones macroscópicas de sus caracteres y se comparó con la reportada por diversas claves como de Largent *et al* (1977), Largent *et al* (1986) y Guzmán (1990), así como, algunas guías de identificación como la de Baroni (2020) o como la tesis de Pérez-Ovando (2015).

Posteriormente, se consultó la validez de autoría de los nombres científicos de todas las especies en el sitio web *Index Fungorum*.

6.6. Contribución al listado actual de especies presentes en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, en Chiapas y en México.

Para la determinar los nuevos registros de macromicetos presentes en el PNLM, se realizó una comparación entre los resultados de Ramírez-Terrazo, (2009), Ramírez-Terrazo *et al* (2021), Grajales Vázquez *et al* (2008), (Grajales Vázquez (2013) y Kong *et al* (2018). Aquellos ejemplares que no hayan sido reportadas, se consideraron como nuevo registro. Posteriormente dentro de los nuevos registros, se utilizó los buscadores académicos *Google Scholar*, *SciELO*, y *Dialnet* para corroborar si habían sido reportadas para Chiapas o para México, de lo contrario se consideraba como nuevo registro a nivel estatal o nacional dependiendo con lo reportado.

VII. RESULTADOS

7.1. Determinación taxonómica y listado de especies

Se encontraron 172 morfoespecies (Anexo), pertenecientes a 90 géneros, 44 familias y 16 órdenes. De estas, se determinaron a nivel especie el 67.4% (116 especies) mientras que, el 32.6% (56) fue a nivel de género (Cuadro 1).

Cuadro 1. Especies recolectadas en el Parque Nacional Lagunas de Montebello.

Phylum	Orden	Familia	Género	Especie
Ascomycota				
	Geoglossales			
		Geoglossaceae	<i>Geoglossum</i>	<i>Geoglossum simile</i> Peck
	Helotiales			
		Leotiaceae	<i>Leotia</i>	<i>Leotia lubrica</i> (Scop.) Pers.
	Pezizales			
		Helvellaceae	<i>Helvella</i>	<i>Helvella macropus</i> (Pers.) P. Karst.
		Morchellaceae	<i>Morchella</i>	<i>Morchella esculenta</i> (L.) Pers.
		Pezizaceae	<i>Peziza</i>	<i>Peziza badia</i> Pers.
	Xylariales			
		Xylariaceae	<i>Xylaria</i>	<i>Xylaria filiformis</i> (Alb & Schwein) Fr <i>Xylaria hypoxylon</i> (L.) Grev
Basidiomycota				
	Agaricales			
		Agaricaceae	<i>Agaricus</i>	<i>Agaricus</i> sect. <i>xanthodermatei</i> <i>Agaricus</i> sp. 1 <i>Agaricus</i> sp. 2
			<i>Calvatia</i>	<i>Calvatia</i> sp.

Cuadro 1. Especies recolectadas en el Parque Nacional Lagunas de Montebello.

Phylum	Orden	Familia	Género	Especie
			<i>Leucoagaricus</i>	<i>Leucoagaricus</i> sp.
			<i>Lycoperdon</i>	<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.
		Amanitaceae	<i>Amanita</i>	<i>Amanita abrupta</i> Peck <i>Amanita</i> aff. <i>fuligineodisca</i> Tulloss, Ovrebo & Halling <i>Amanita americitrina</i> Tulloss, K. W. & Rodríguez Caycedo <i>Amanita arochae</i> Tulloss, Ovrebo & Halling <i>Amanita eburnea</i> Tullos <i>Amanita</i> gpo. <i>amerirubencenses</i> <i>Amanita muscaria</i> var. <i>flavivolvata</i> (Singer) D. T. Jenkins <i>Amanita muscaria</i> var. <i>guessowii</i> Veselý <i>Amanita umbilicata</i> Tullos, Kudzma, K. W. Hughes, I. Safonov <i>Amanita xylinivolve</i> Tullos, Ovrebo & Halling
		Clavariaceae	<i>Clavaria</i>	<i>Clavaria vermicularis</i> Batsch
			<i>Clavulinopsis</i>	<i>Clavulinopsis laeticolor</i> (Berk & M. A. Curtis) R. H. Petersen
		Cortinariaceae	<i>Cortinarius</i>	<i>Cortinarius</i> sect. <i>anomali</i> <i>Cortinarius</i> sect. <i>cinnamomei</i> <i>Cortinarius</i> sect. <i>delibuti</i> <i>Cortinarius</i> sect. <i>ochroleuci</i> <i>Cortinarius</i> sect. <i>variicolores</i> <i>Cortinarius</i> sect. <i>violacei</i> <i>Cortinarius</i> subg. <i>dermococybe</i> <i>Cortinarius</i> subg. <i>leprocybe</i> <i>Cortinarius</i> subg. <i>sericeocybe</i> <i>Cortinarius</i> subg. <i>sericeocybe</i> sp. 2
		Entolomataceae	<i>Entoloma</i>	<i>Entoloma murrayi</i> (Berk & M. A.

Cuadro 1. Especies recolectadas en el Parque Nacional Lagunas de Montebello.

Phylum	Orden	Familia	Género	Especie
				Curtis) Sacc & P. Syd <i>Entoloma</i> sp.
			<i>Leptonia</i>	<i>Leptonia foliomarginata</i> (Peck) T. J. Baroni <i>Leptonia subserrulata</i> Peck
		Hydnangiaceae	<i>Laccaria</i>	<i>Laccaria amethystina</i> Cooke <i>Laccaria gpo. squarrosa</i> <i>Laccaria laccata</i> (Scop) Cooke
		Hygrophoraceae	<i>Gliophorus</i>	<i>Gliophorus</i> sect. <i>glutinosae</i> <i>Gliophorus</i> sp.
			<i>Hygrocybe</i>	<i>Hygrocybe cantharellus</i> (Schwein) Murrill <i>Hygrocybe conica</i> (Schaeff) P. Kumm <i>Hygrocybe miniata</i> (Fr.) P. Kumm <i>Hygrocybe</i> sect. <i>coccinea</i> sp. 1 <i>Hygrocybe</i> sect. <i>coccinea</i> sp. 2 <i>Hygrocybe</i> sp.
		Hymenogastraceae	<i>Hebeloma</i>	<i>Hebeloma anthracophilum</i> Maire
			<i>Phaeocollybia</i>	<i>Phaeocollybia kauffmanii</i> (A. H. Sm.) Singer
		Inocybaceae	<i>Inocybe</i>	<i>Inocybe geophylla</i> P. Kumm <i>Inocybe rimosa</i> (Bull) P. Kumm <i>Inocybe</i> sect. <i>rimosae</i> <i>Inocybe</i> sp.
		Lyophyllaceae	<i>Lyophyllum</i>	<i>Lyophyllum</i> aff. <i>subglobisporum</i> Consiglio & Contu
		Marasmiaceae	<i>Clitocybula</i>	<i>Clitocybula oculus</i> (Peck) Singer
			<i>Connopus</i>	

Cuadro 1. Especies recolectadas en el Parque Nacional Lagunas de Montebello.

Phylum	Orden	Familia	Género	Especie
				<i>Connopus acervatus</i> (Fr.) K. W. Hughes, Mather & R. H. Petersen
			<i>Gymnopus</i>	<i>Gymnopus</i> sp. 1 <i>Gymnopus</i> sp. 2 <i>Gymnopus</i> sp. 3 <i>Gymnopus</i> sp. 4 <i>Gymnopus subnudus</i> (Ellis ex Peck) Halling <i>Gymnopus villosipes</i> (Cleland) Desjardin, Halling & B. A. Perry
			<i>Marasmius</i>	<i>Marasmius cladophyllus</i> Berk
			<i>Rhodocollybia</i>	<i>Rhodocollybia butyracea</i> (Bull) Lennox <i>Rhodocollybia maculata</i> (Alb. & Schwein) Singer
		Mycenaceae	<i>Mycena</i>	<i>Mycena subcarulea</i> Sacc
			<i>Xeromphalina</i>	<i>Xeromphalina campanella</i> (Batsch) Kühner & Maire
		Nidulariaceae	<i>Cyathus</i>	<i>Cyathus striatus</i> Willd
		Physalacriaceae	<i>Cyptotrama</i>	<i>Cyptotrama asprata</i> (Berk) Redhead & Ginns
			<i>Flammulina</i>	<i>Flammulina</i> sp.
			<i>Oudemansiella</i>	<i>Oudemansiella</i> sp.
		Pluteaceae	<i>Pluteus</i>	<i>Pluteus aff. longistriatus</i> (Peck) Peck <i>Pluteus cervinus</i> (Schaeff) P. Kumm <i>Pluteus chrysophaeus</i> (Schaeff) Qué
		Psathyrellaceae	<i>Psathyrella</i>	<i>Psathyrella</i> sp.
		Strophariaceae		

Cuadro 1. Especies recolectadas en el Parque Nacional Lagunas de Montebello.

Phylum	Orden	Familia	Género	Especie
			<i>Hypholoma</i>	<i>Hypholoma capnoides</i> (Fr.) P. Kumm <i>Hypholoma</i> sp.
			<i>Stropharia</i>	<i>Stropharia</i> sp.
		Tricholomataceae		
			<i>Collybia</i>	<i>Collybia</i> sp.
			<i>Infudilubulicybe</i>	<i>Infudilubulicybe gibba</i> (Pers) Harmaja
			<i>Lepista</i>	<i>Lepista nuda</i> (Bull) Cooke
			<i>Tricholoma</i>	<i>Tricholoma equestre</i> (L.) P. Kumm <i>Tricholoma pardinum</i> (Pers) Quél <i>Tricholoma</i> sect. <i>megatracheloma</i>
			<i>Tricholomopsis</i>	<i>Tricholomopsis</i> sp.
	Auriculariales			
		Auriculariaceae		
			<i>Exidia</i>	<i>Exidia</i> sp.
	Boletales			
		Boletaceae		
			<i>Aureoboletus</i>	<i>Aureoboletus betula</i> (Schwein) M. Kuo & Ortiz
			<i>Boletellus</i>	<i>Boletellus singeri</i> Gonz.-Velázq
			<i>Boletus</i>	<i>Boletus badius</i> Pers <i>Boletus</i> sp. <i>Boletus weberi</i> Singer
			<i>Chalciporus</i>	<i>Chalciporus piperatus</i> (Bull) Bataille
			<i>Erythrophylloporus</i>	<i>Erythrophylloporus</i> aff. <i>fagicola</i> (Montoya & Bandala)
			<i>Harrya</i>	<i>Harrya chromapes</i> (Frost) Halling, Nuhn, Osmundson & Manfr. Binder
			<i>Hemiaustroboletus</i>	

Cuadro 1. Especies recolectadas en el Parque Nacional Lagunas de Montebello.

Phylum	Orden	Familia	Género	Especie
			<i>Hemiastroboletus</i>	<i>vinaceobrunneus</i> Ayalá-Vásquez, García-Jiménez & Garibay-Orijel
			<i>Phylloporus</i>	<i>Phylloporus phaeoxanthus</i> Singer & L. D. Gómez
			<i>Pulveroboletus</i>	<i>Pulveroboletus ravenelii</i> (Berk & M. A. Curtis) Murrill
			<i>Strobilomyces</i>	<i>Strobilomyces confusus</i> Singer
			<i>Sutorius</i>	<i>Sutorius eximius</i> (Peck) Halling, Nuhn & Osmundson
			<i>Tylopilus</i>	<i>Tylopilus balloui</i> (Peck) Singer
		Gomphidiaceae	<i>Chroogomphus</i>	<i>Chroogomphus vinicolor</i> (Peck) O. K. Mill.
		Sclerodermataceae	<i>Calostoma</i>	<i>Calostoma cinnabarinum</i> Desv <i>Calostoma ravenelii</i> (Berk) Massee
			<i>Scleroderma</i>	<i>Scleroderma areolatum</i> Ehrenb
		Suillaceae	<i>Suillus</i>	<i>Suillus</i> aff. <i>tomentosus</i> Singer, Snell, E. A. Dick <i>Suillus cothurnatus</i> Singer <i>Suillus decipiens</i> (Peck) Kuntze <i>Suillus granulatus</i> (L.) Roussel <i>Suillus</i> sp.
		Tapinellaceae	<i>Pseudomerulius</i>	<i>Pseudomerulius curtisii</i> (Berk) Redhead & Ginns
	Cantharellales	Cantharellaceae	<i>Cantharellus</i>	<i>Cantharellus minor</i> Peck <i>Cantharellus</i> sp.

Cuadro 1. Especies recolectadas en el Parque Nacional Lagunas de Montebello.

Phylum	Orden	Familia	Género	Especie
			<i>Craterellus</i>	<i>Craterellus fallax</i> A. H. Sm. <i>Craterellus ignicolor</i> (R. H. Petersen) Dahlman, Danell & Spatafora <i>Craterellus lutescens</i> (Fr.) Fr. <i>Craterellus tubaeformis</i> (Fr.) Qué!
		Hydnaceae	<i>Hydnum</i>	<i>Hydnum albidum</i> Peck <i>Hydnum repandum</i> L.
	Dracrymycetales	Dracrymycetaceae	<i>Dacrymyces</i>	<i>Dacrymyces chrysospermus</i> Berk & M.A. Curtis
	Geastrales	Geastraceae	<i>Geastrum</i>	<i>Geastrum</i> sp. <i>Geastrum triplex</i> Jungh
	Gomphales	Gomphaceae	<i>Phaeoclavulina</i>	<i>Phaeoclavulina cyanocephala</i> (Berk & M.A. Curtis) Giachini <i>Phaeoclavulina</i> sp.
			<i>Ramaria</i>	<i>Ramaria cystidiophora</i> var. <i>citronella</i> Marr & D.E. Stuntz <i>Ramaria</i> sp. 1 <i>Ramaria</i> sp. 2 <i>Ramaria violaceibrunnea</i> (Marr & D. E. Stuntz) R.H. Petersen
			<i>Turbinellus</i>	<i>Turbinellus floccosus</i> (Schwein) Earle
	Hymenochaetales	Hymenochaetaceae	<i>Coltricia</i>	<i>Coltricia cinnamomea</i> (Jacq) Murrill
	Polyporales	Ganodermataceae	<i>Ganoderma</i>	<i>Ganoderma lobatum</i> (Cooke) G.F. Atk.

Cuadro 1. Especies recolectadas en el Parque Nacional Lagunas de Montebello.

Phylum	Orden	Familia	Género	Especie
		Polyporaceae		
			<i>Fomes</i>	<i>Fomes</i> sp.
			<i>Lentinus</i>	<i>Lentinus crinitus</i> (L.) Fr.
			<i>Megasporia</i>	<i>Megasporia</i> aff. <i>ellipsoidea</i> (B.K. Cui & P. Du) B.K. Cui & Hai J. Li
			<i>Panus</i>	<i>Panus conchatus</i> (Bull) Fr.
			<i>Phaeolus</i>	<i>Phaeolus schweinitzii</i> (Fr.) Pat.
			<i>Pycnoporus</i>	<i>Pycnoporus cinnabarinus</i> (Jacq.) P. Karst.
			<i>Trametes</i>	<i>Trametes elegans</i> (Spreng.) Fr. <i>Trametes</i> sp. <i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd
			<i>Tyromyces</i>	<i>Tyromyces</i> sp.
		Sparassidaceae		
			<i>Sparassis</i>	<i>Sparassis crispa</i> (Wulfen) Fr,
Russulales		Auriscalpiaceae		
			<i>Auriscalpium</i>	<i>Auriscalpium vulgare</i> Gray
			<i>Clavicornia</i>	<i>Clavicornia</i> sp. 1 <i>Clavicornia</i> sp. 2
		Russulaceae		
			<i>Lactarius</i>	<i>Lactarius</i> gpo. <i>deliciosus</i> <i>Lactarius indigo</i> (Schwein) Fr. <i>Lactarius smithii</i> Montoya & Bandala <i>Lactarius</i> sp. <i>Lactarius uvidus</i> (Fr.) Fr. <i>Lactarius volemus</i> (Fr.) Fr.
			<i>Lactifluus</i>	<i>Lactifluus deceptivus</i> (Peck) Kuntze
			<i>Russula</i>	<i>Russula</i> aff. <i>emetica</i> (Schaeff.) Pers.

Cuadro 1. Especies recolectadas en el Parque Nacional Lagunas de Montebello.

Phylum	Orden	Familia	Género	Especie
				<i>Russula flavida</i> Frost ex Peck
				<i>Russula</i> gpo. <i>cyanoxantha</i>
				<i>Russula laurocerasi</i> Melzer
				<i>Russula pectinatoides</i> Peck
				<i>Russula</i> sect. <i>mexicana</i>
				<i>Russula</i> sect. <i>piperinae</i> sp. 1
				<i>Russula</i> sect. <i>piperinae</i> sp. 2
				<i>Russula silvicola</i> Shaffer
				<i>Russula</i> sp. 1
				<i>Russula</i> sp. 2
		Stereaceae		
			<i>Stereum</i>	
				<i>Stereum ostrea</i> (Blume & T. Ness) Fr.
	Sebacinales			
		Sebacinaceae		
			<i>Sebacina</i>	
				<i>Sebacina sparassoidea</i> (Lloyd) P. Roberts
	Thelephorales			
		Bankeraceae		
			<i>Hydnellum</i>	
				<i>Hydnellum peckii</i> Banker
			<i>Phellodon</i>	
				<i>Phellodon melaleucus</i> (Sw. ex Fr.) P. Karst.
				<i>Phellodon niger</i> (Fr.) P. Karst.
				<i>Phellodon</i> sp.
			<i>Sarcodon</i>	
				<i>Sarcodon imbricatum</i> (L.) P. Karst.

7.2. Nuevos registros

Se registraron 130 nuevas especies, 121 nuevas para el PNLM, cinco para Chiapas y cuatro para México. Las nuevas especies registradas para México son: *Boletus weberi*, *Clitocybula oculus* y *Megasporia* aff. *ellipsoidea*. Del mismo modo, las nuevas especies para Chiapas son: *Lactarius uvidus*, *Phaeocollybia kauffmanii*, *Pseudomerulius curtisii*, *Russula flavida* y *Tricholoma* sect. *megatracheloma*. Los nuevos registros del PNLM son: *Agaricus* sect. *xanthodermatei*, *A.* sp. 1, *A.* sp. 2, *Amanita abrupta*, *A. americitrina*, *A.* gpo. *amerirubencenses*, *A. muscaria* var.

flavivolvata, *A. muscaria* var. *guessowii*, *A. umbilicata*, *Auriscalpium vulgare*, *Boletellus singeri*, *Boletus badius*, *B. sp.*, *Calostoma cinnabarinum*, *C. ravenelii*, *Calvatia sp.*, *Cantharellus sp.*, *Chalciporus piperatus*, *Chroogomphus vinicolor*, *Clavaria vermicularis*, *Clavicornia sp. 1*, *C. sp. 2*, *Clavulinopsis laeticolor*, *Collybia sp.*, *Connopus acervatus*, *Cortinarius sect. anomali*, *C. sect. cinnamomei*, *C. sect. delibuti*, *C. sect. ochroleuci*, *C. sect. variicolores*, *C. subg. dermocybe*, *C. subg. leprocybe*, *C. subg. sericeocybe*, *C. subg. sericeocybe sp. 2*, *Craterellus tubaeformis*, *Cyathus striatus*, *Cyptotrama asprata*, *Dacrymyces chrysospermus*, *Entoloma sp.*, *Exidia sp.*, *Flammulina sp.*, *Fomes sp.*, *Ganoderma lobatum*, *Geastrum sp.*, *Geastrum triplex*, *Gliophorus sp.*, *Gymnopus sp. 1*, *G. sp. 2*, *G. sp. 3*, *G. sp. 4*, *G. subnudus*, *G. villosipes*, *Harrya chromapes*, *Hebeloma anthracophilum*, *Hemiaustroboletus vinaceobrunneus*, *Hydnellum peckii*, *Hygrocybe sect. coccinea sp. 1*, *H. sect. coccinea sp. 2*, *H. sp.*, *Hypholoma capnoides*, *H. sp.*, *Infudilubulicybe gibba*, *Inocybe geophylla*, *I. rimosa*, *I. sect. rimosae*, *I. sp.*, *Laccaria gpo. squarrosa*, *Lactarius gpo. deliciosus*, *L. sp.*, *Lentinus crinitus*, *Lepista nuda*, *Leptonia foliomarginata*, *L. subserrulata*, *Leucoagaricus sp.*, *Lycoperdon perlatum*, *Lyophyllum aff. subglobisporum*, *Marasmius cladophyllus*, *Morchella esculenta*, *Mycena subcarulea*, *Oudemansiella sp.*, *Panus conchatus*, *Peziza badia*, *Phaeoclavulina cyanocephala*, *P. sp.*, *Phaeolus schweinitzii*, *Phellodon sp.*, *Pluteus aff. longistriatus*, *P. cervinus*, *P. chrysophaeus*, *Psathyrella sp.*, *Pycnoporus cinnabarinus*, *Ramaria sp. 1*, *R. sp. 2*, *R. violaceibrunnea*, *Rhodocollybia butyracea*, *R. maculata*, *Russula aff. emetica*, *R. sect. piperinae sp. 1*, *R. sect. piperinae sp. 2*, *R. sp. 1*, *R. sp. 2*, *Sarcodon imbricatum*, *Sebacina sparassoidea*, *Sparassis crispa*, *Stereum ostrea*, *Stropharia sp.*, *Suillus aff. tomentosus*, *S. cothurnatus*, *S. granulatus*, *S. sp.*, *Trametes elegans*, *T. sp.*, *T. versicolor*, *Tricholoma equestre*, *T. pardinum*, *Tricholomopsis sp.*, *Tylopilus balloui*, *Tyromyces sp.*, *Xeromphalina campanella*, *Xylaria filiformis*, *X. hypoxylon*.

7.3. Riqueza de especies

El Phylum con mayor número de especies fue Basidiomycota con 96% de las especies (165), mientras que, Ascomycota únicamente representó el 4% (siete especies) (Figura 7).

El orden mejor representado fue Agaricales con el 47.1% (81 especies), Boletales con 14% (24) y Russulales con 12.8% (22). En comparación con Geoglossales, Helotiales, Auriculariales, Dacrymycetales, Hymenochaetales y Sebaciniales, de los cuales solo se recolectó con una especie de cada uno de ellos (Figura 8).

Las familias con mayor riqueza fueron Russulaceae con el 10.5% (18 especies), Boletaceae con 8.1% (14), Marasmiaceae con 6.4% (11) y Amanitaceae, Cortinariaceae y Polyporaceae con 5.8% respectivamente (10). Las familias con menor riqueza fueron Geoglossaceae, Leotiaceae, Helvellaceae, Morchellaceae, Pezizaceae, Lyophyllaceae, Nidulariaceae, Psathyrellaceae, Auriculariaceae, Gomphidiaceae, Tapinellaceae, Dracrymycetaceae, Hymenochaetaceae, Ganodermataceae, Sparassidaceae, Stereaceae y Sebacinaceae con 0.58% (una especie) (Figura 9).

Los géneros con mayor riqueza fueron *Russula* con 6.4% (11), *Amanita* y *Cortinarius* con 5.8% (10) e *Hygrocybe*, *Gymnopus*, y *Lactarius* con 3.5% (seis especies) (Figura 10).

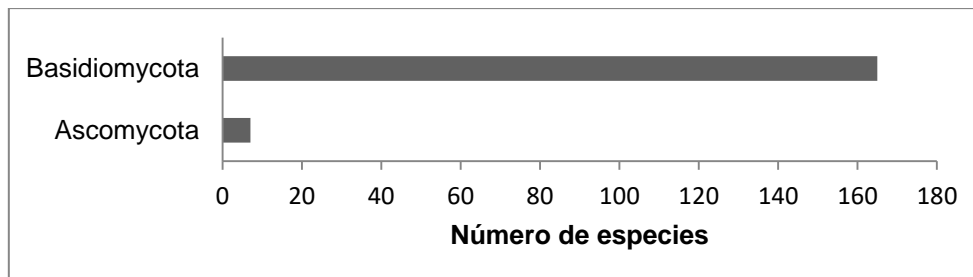


Figura 7. Número de especies colectadas por Phylum.

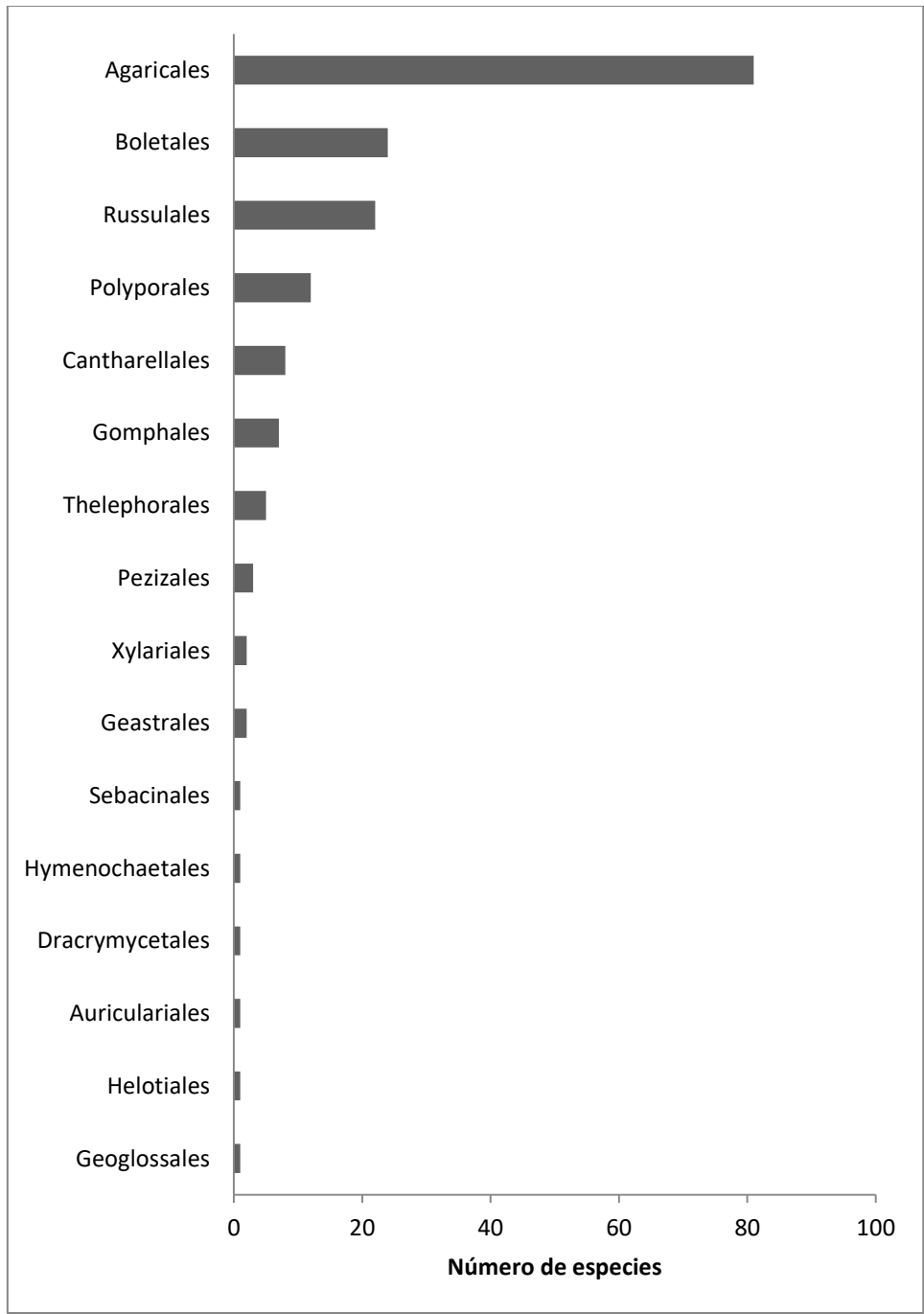


Figura 8. Número de especies colectadas por orden.

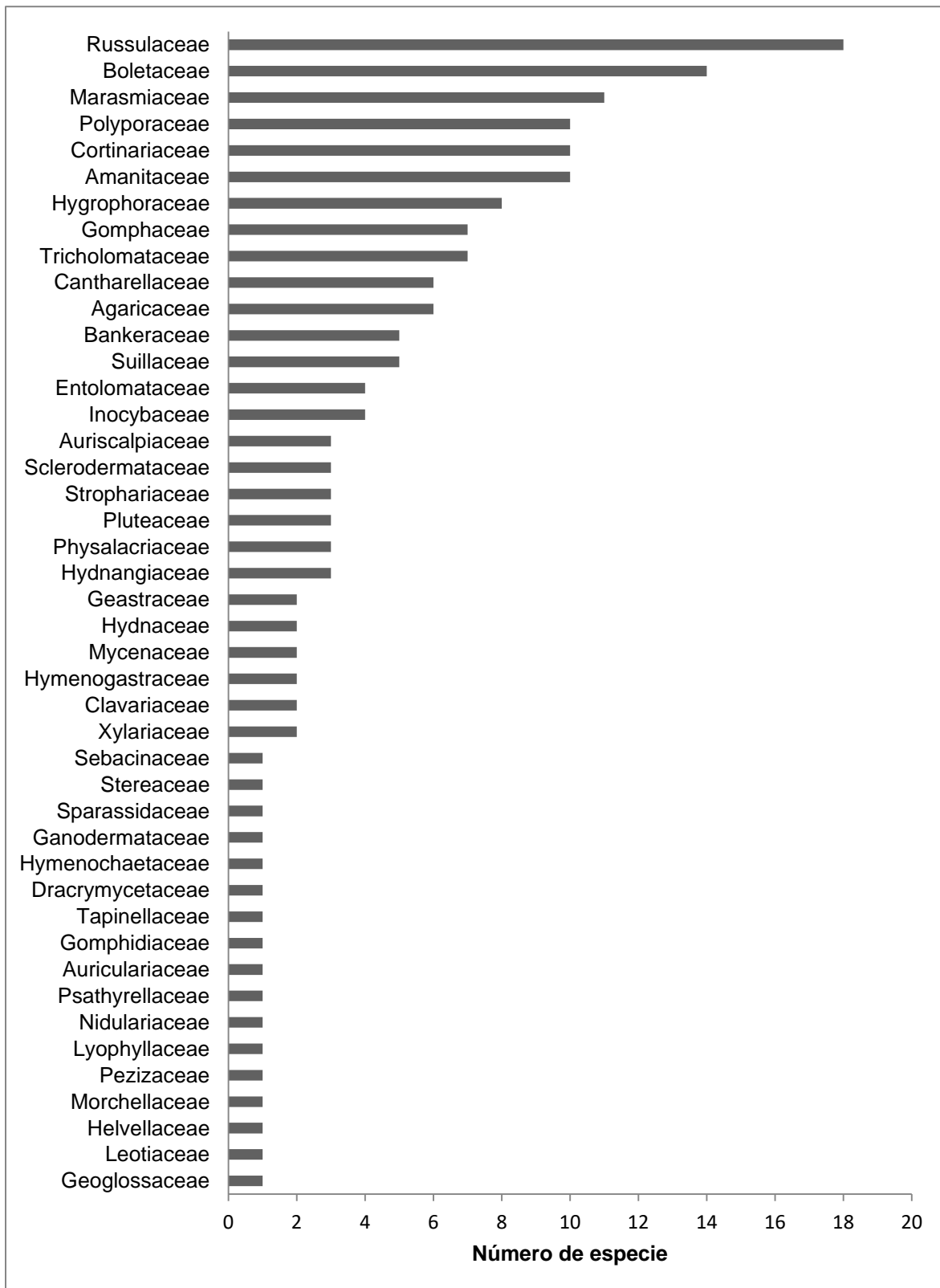


Figura 9. Número de especies colectadas por familia.

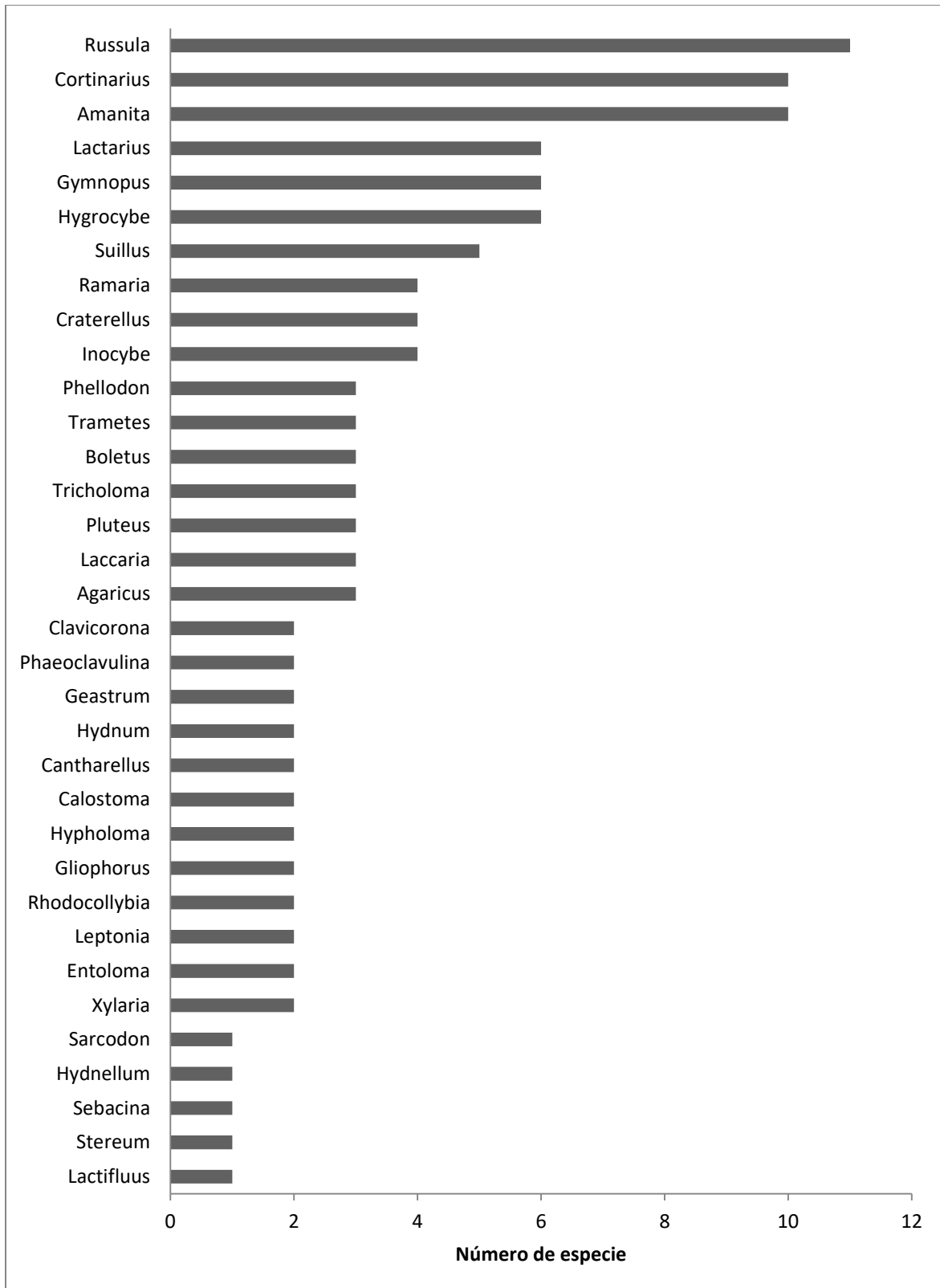


Figura 10. Número de especies colectadas por género.

7.4 Hábitos ecológicos

7.4.1 Modos de vida y sustratos

El modo de vida que presentó mayor abundancia fue el ectomicorrizógeno con el 56.4% de las especies (97 especies), seguido por los saprofitos con 41.3% (71), y el que tuvo menor presencia fue el parasitario con 2.3% (cuatro especies) (Figura 11).

El sustrato más representativo fue terrícola con el 70.9% de las especies (122 especies), seguido por lignícola con 15.7% (27) y el menos representativo es humícola con 13.4% (12) (Figura 12).

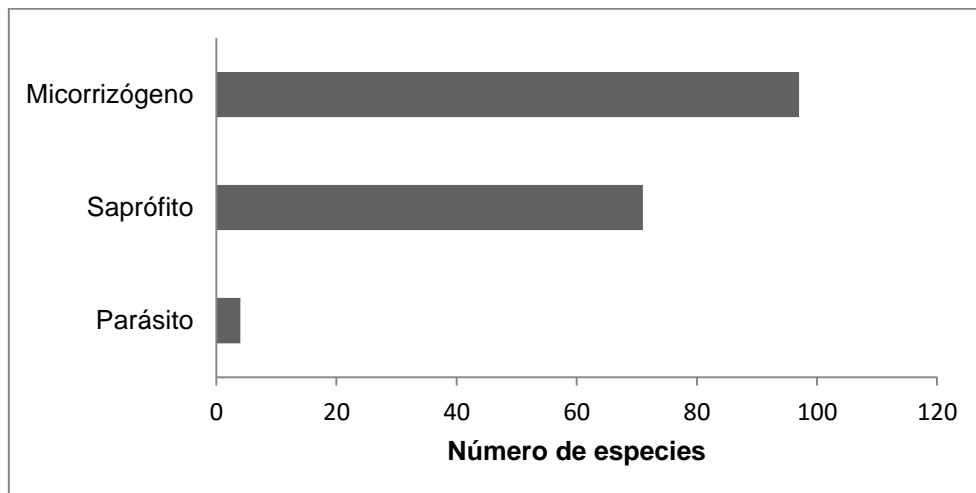


Figura 11. Número de especies colectadas por modo de vida.

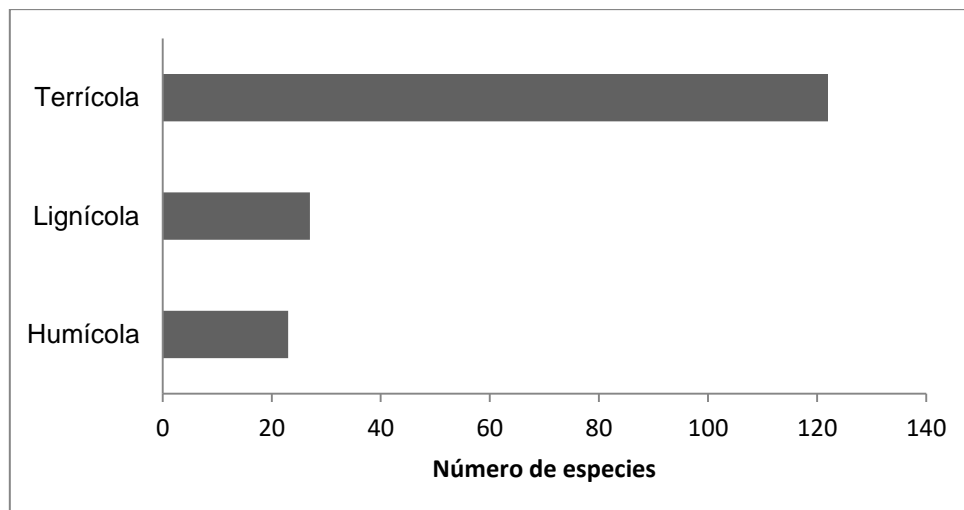


Figura 12. Número de especies colectadas por sustrato.

7.4.2 Fenología de las especies

En junio se registraron 33 especies, julio 51, agosto 44, septiembre 60, octubre 43, noviembre 26 y diciembre 27.

Las especies que presentaron esporomas todos los meses del período de recolección (siete meses) fueron *Aureoboletus betula*, *Turbinellus floccosus*. Asimismo, las especies *Suillus* aff. *tomentosus* y *Lactarius* gpo. *deliciosus* estuvieron presentes durante seis meses. Mientras tanto, *Pseudomerulius curtisii*, *Craterellus tubaeiformis*, *Ganoderma lobatum*, se presentaron durante cuatro meses.

Por otra parte, el 59.3% de los ejemplares solo se presentaron en una recolecta, los cuales son: *Helvella macropus*, *Peziza badia*, *Lycoperdon perlatum*, *Amanita abrupta*, *A.* aff. *fuligineodisca*, *A. eburnea*, *A. muscaria* var. *guessowii*, *A. umbilicata*, *A. xylinivolve*, *Clavaria vermicularis*, *Clavulinopsis laeticolor*, *Entoloma* sp., *Leptonia foliomarginata*, *Laccaria laccata*, *Gliophorus* sp., *Inocybe geophylla*, *I.* sp., *Clitocybula oculus*, *Connopus acervatus*, *Gymnopus* sp. 1, *G.* sp. 2, *G.* sp. 4, *G. subnudus*, *G. villosipes*, *Rhodocollybia butyracea*, *R. maculata*, *Mycena subcarulea*, *Xeromphalina campanella*, *Cyathus striatus*, *Flammulina* sp., *Oudemansiella* sp., *Pluteus* aff. *longistriatus*, *P. chrysophaeus*, *P. cervinus*, *Psathyrella* sp., *Hypholoma capnoides*, *H.* sp., *Stropharia* sp., *Collybia* sp., *Lepista nuda*, *Tricholomopsis* sp., *Exidia* sp., *Boletellus singeri*, *Boletus badius*, *B.* sp., *B. weberi*, *Erythrophylloporus* aff. *fagicola*, *Sutorius eximius*, *Chroogomphus vinicolor*, *Calostoma cinnabarinum*, *C. ravenelii*, *Suillus cothurnatus*, *S. decipiens* *S. granulatus*, *S.* sp., *Dacrymyces chrysospermus*, *Geastrum* sp., *G. triplex*, *Phaeoclavulina cyanocephala*, *P.* sp., *Ramaria cystidiophora* var. *citronella*, *R.* sp. 1, *R. violaceibrunnea*, *Fomes* sp., *Panus conchatus*, *Trametes elegans*, *T.* sp., *T. versicolor*, *Tyromyces* sp., *Sparassis crispa*, *Clavicornia* sp. 1, *C.* sp. 2, *Lactarius indigo*, *L.* sp., *L. volemus*, *Lactifluus deceptivus*, *Russula* aff. *emética*, *R. flavida*, *R.* gpo. *cyanoxantha*, *R. laurocerasi*, *R. pectinatoides*, *R. sect. mexicana*, *R. sect. piperinae* sp. 1, *R. sect. piperinae* sp. 2, *R. silvicola*, *R.* sp. 1, *R.* sp. 2, *Stereum ostrea*, *Sebacina sparassoidea*, *Hydnellum peckii*, *Phellodon melaleucus*, *P.* sp. y *Sarcodon imbricatum* (Cuadro 2).

Cuadro 2. Fenología de las especies recolectadas en el Parque Nacional Lagunas de Montebello.

Especies	Meses de recolecta						
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>Agaricus sect. xanthodermatei</i>			X	X			
<i>Agaricus</i> sp. 1	X						
<i>Agaricus</i> sp. 2						X	
<i>Amanita abrupta</i>	X						
<i>Amanita</i> aff. <i>fuligineodisca</i>					X		
<i>Amanita americitrina</i>			X	X	X		
<i>Amanita arochae</i>	X	X				X	
<i>Amanita eburnea</i>		X					
<i>Amanita</i> gpo. <i>amerirubencenses</i>			X	X	X		
<i>Amanita muscaria</i> var. <i>flavivolvata</i>	X						X
<i>Amanita muscaria</i> var. <i>guessowii</i>		X					
<i>Amanita umbilicata</i>		X					
<i>Amanita xylinivolva</i>					X		
<i>Aureoboletus betula</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Auriscalpium vulgare</i>		X	X	X			
<i>Boletellus singeri</i>	X						
<i>Boletus badius</i>						X	
<i>Boletus</i> sp.	X						
<i>Boletus weberi</i>			X				
<i>Calostoma cinnabarinum</i>	X						
<i>Calostoma ravenelii</i>					X		
<i>Calvatia</i> sp.	X						
<i>Cantharellus minor</i>					X	X	X
<i>Cantharellus</i> sp.	X					X	
<i>Chalciporus piperatus</i>			X	X			
<i>Chroogomphus vinicolor</i>					X		
<i>Clavaria vermicularis</i>			X				
<i>Clavicornia</i> sp. 1				X			
<i>Clavicornia</i> sp. 2					X		
<i>Clavulinopsis laeticolor</i>					X		
<i>Clitocybula oculus</i>					X		
<i>Collybia</i> sp.	X						
<i>Coltricia cinnamomea</i>			X	X	X		
<i>Connopus acervatus</i>				X			
<i>Cortinarius</i> sect. <i>anomali</i>		X	X				
<i>Cortinarius</i> sect. <i>cinnamomei</i>					X	X	
<i>Cortinarius</i> sect. <i>delibuti</i>					X	X	
<i>Cortinarius</i> sect. <i>ochroleuci</i>		X	X				
<i>Cortinarius</i> sect. <i>variicolores</i>				X		X	

Cuadro 2. Fenología de las especies recolectadas en el Parque Nacional Lagunas de Montebello.

Especies	Meses de recolecta						
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>Cortinarius</i> sect. <i>violacei</i>		X	X				
<i>Cortinarius</i> subg. <i>dermocybe</i>						X	
<i>Cortinarius</i> subg. <i>leprocybe</i>		X		X			
<i>Cortinarius</i> subg. <i>sericeocybe</i>		X			X		
<i>Cortinarius</i> subg. <i>sericeocybe</i> sp. 2						X	X
<i>Craterellus fallax</i>				X	X		
<i>Craterellus ignicolor</i>				X	X	X	
<i>Craterellus lutescens</i>			X	X		X	
<i>Craterellus tubaeformis</i>		X		X		X	X
<i>Cyathus striatus</i>							X
<i>Cyptotrama asprata</i>	X	X					
<i>Dacrymyces chrysospermus</i>		X					
<i>Entoloma murrayi</i>		X		X			
<i>Entoloma</i> sp.							X
<i>Erythrophylloporus</i> aff. <i>fagicola</i>			X				
<i>Exidia</i> sp.			X				
<i>Flammulina</i> sp.					X		
<i>Fomes</i> sp.		X					
<i>Ganoderma lobatum</i>	X	X	X	X			
<i>Geastrum</i> sp.				X			
<i>Geastrum triplex</i>							X
<i>Geoglossum simile</i>		X		X	X		
<i>Gliophorus</i> sect. <i>glutinosae</i>				X	X	X	
<i>Gliophorus</i> sp.					X		
<i>Gymnopus</i> sp. 1		X					
<i>Gymnopus</i> sp. 2					X		
<i>Gymnopus</i> sp. 3						X	X
<i>Gymnopus</i> sp. 4		X					
<i>Gymnopus subnudus</i>			X				
<i>Gymnopus villosipes</i>			X				
<i>Harrya chromapes</i>	X				X		
<i>Hebeloma anthracophilum</i>	X	X	X				
<i>Helvella macropus</i>				X			
<i>Hemiaustroboletus vinaceobrunneus</i>					X		
<i>Hydnellum peckii</i>					X		
<i>Hydnum albidum</i>				X			X
<i>Hydnum repandum</i>			X	X			X
<i>Hygrocybe cantharellus</i>		X	X				
<i>Hygrocybe conica</i>		X				X	
<i>Hygrocybe miniata</i>	X	X					
<i>Hygrocybe</i> sect. <i>coccinea</i> sp. 1			X	X			

Cuadro 2. Fenología de las especies recolectadas en el Parque Nacional Lagunas de Montebello.

Especies	Meses de recolecta						
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>Hygrocybe</i> sect. <i>coccinea</i> sp. 2			X	X	X		
<i>Hygrocybe</i> sp.							X
<i>Hypholoma capnoides</i>					X		
<i>Hypholoma</i> sp.			X				
<i>Infudilubulicybe gibba</i>	X						
<i>Inocybe geophylla</i>				X			
<i>Inocybe rimosa</i>			X		X		
<i>Inocybe</i> sect. <i>rimosae</i>		X	X				
<i>Inocybe</i> sp.	X						
<i>Laccaria amethystina</i>				X	X		
<i>Laccaria</i> gpo. <i>Squarrosa</i>					X	X	
<i>Laccaria laccata</i>		X					
<i>Lactarius</i> gpo. <i>deliciosus</i>	X	X		X	X	X	X
<i>Lactarius indigo</i>	X						
<i>Lactarius smithii</i>		X	X	X			
<i>Lactarius</i> sp.					X		
<i>Lactarius uvidus</i>		X	X				
<i>Lactarius volemus</i>					X		
<i>Lactifluus deceptivus</i>					X		
<i>Lentinus crinitus</i>				X	X		
<i>Leotia lubrica</i>	X	X					
<i>Lepista nuda</i>			X				
<i>Leptonia foliomarginata</i>			X				
<i>Leptonia subserrulata</i>				X	X		
<i>Leucoagaricus</i> sp.						X	
<i>Lycoperdon perlatum</i>	X						
<i>Lyophyllum</i> aff. <i>subglobisporum</i>		X	X				
<i>Marasmius cladophyllus</i>			X	X			
<i>Megasporia</i> aff. <i>ellipsoidea</i>			X	X	X		
<i>Morchella esculenta</i>				X			X
<i>Mycena subcarulea</i>			X				
<i>Oudemansiella</i> sp.				X			
<i>Panus conchatus</i>	X						
<i>Peziza badia</i>		X					
<i>Phaeoclavulina cyanocephala</i>				X			
<i>Phaeoclavulina</i> sp.							X
<i>Phaeocollybia kauffmanii</i>							X
<i>Phaeolus schweinitzii</i>						X	X
<i>Phellodon melaleucus</i>			X				
<i>Phellodon niger</i>		X	X	X			
<i>Phellodon</i> sp.			X				

Cuadro 2. Fenología de las especies recolectadas en el Parque Nacional Lagunas de Montebello.

Especies	Meses de recolecta						
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>Phylloporus phaeoxanthus</i>		X		X			
<i>Pluteus aff. longistriatus</i>							X
<i>Pluteus cervinus</i>					X		
<i>Pluteus chrysophaeus</i>	X						
<i>Psathyrella</i> sp.							X
<i>Pseudomerulius curtisii</i>	X	X		X	X		
<i>Pulveroboletus ravenelii</i>					X	X	
<i>Pycnoporus cinnabarinus</i>			X	X			
<i>Ramaria cystidiophora</i> var. <i>citronella</i>						X	
<i>Ramaria</i> sp. 1		X					
<i>Ramaria</i> sp. 2	X				X		
<i>Ramaria violaceibrunnea</i>				X			
<i>Rhodocollybia butyracea</i>				X			
<i>Rhodocollybia maculata</i>					X		
<i>Russula</i> aff. <i>emética</i>		X					
<i>Russula flavida</i>		X					
<i>Russula</i> gpo. <i>cyanoxantha</i>							X
<i>Russula laurocerasi</i>				X			
<i>Russula pectinatoides</i>				X			
<i>Russula</i> sect. <i>mexicana</i>				X			
<i>Russula</i> sect. <i>piperinae</i> sp. 1	X						
<i>Russula</i> sect. <i>piperinae</i> sp. 2				X			
<i>Russula silvicola</i>					X		
<i>Russula</i> sp. 1				X			
<i>Russula</i> sp. 2							X
<i>Sarcodon imbricatum</i>							X
<i>Scleroderma areolatum</i>		X					
<i>Sebacina sparassoidea</i>			X				
<i>Sparassis crispa</i>		X					
<i>Stereum ostrea</i>				X			
<i>Strobilomyces confusus</i>		X		X			
<i>Stropharia</i> sp.						X	
<i>Suillus</i> aff. <i>tomentosus</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Suillus cothurnatus</i>	X						
<i>Suillus decipiens</i>						X	
<i>Suillus granulatus</i>					X		
<i>Suillus</i> sp.	X						
<i>Sutorius eximius</i>					X		
<i>Trametes elegans</i>							X
<i>Trametes</i> sp.	X						
<i>Trametes versicolor</i>					X		

Cuadro 2. Fenología de las especies recolectadas en el Parque Nacional Lagunas de Montebello.

Especies	Meses de recolecta						
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>Tricholoma equestre</i>			X	X			
<i>Tricholoma pardinum</i>		X		X		X	X
<i>Tricholoma sect. megatricholoma</i>						X	X
<i>Tricholomopsis</i> sp.	X						
<i>Turbinellus floccosus</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tylopilus balloui</i>		X		X	X		
<i>Tyromyces</i> sp.						X	
<i>Xeromphalina campanella</i>				X			
<i>Xylaria filiformis</i>			X	X			
<i>Xylaria hypoxylon</i>	X					X	X

VIII. DISCUSIÓN

8.1 Especies identificadas y nuevos registros para el Parque Nacional Lagunas de Montebello

De las 172 especies recolectadas, el 75.5% (130 especies) corresponden a nuevos registros para el Parque Nacional Lagunas de Montebello (PNLM), lo cual se debe a que solo se había documentado la micobiota de especies ectomicorrizógenas reportadas por Kong *et al.* (2018).

El porcentaje de especies que no se pudieron determinar a nivel específico (32.6%) se debe a la falta de literatura especializada en la región, lo cual dificulta la determinación específica de algunos géneros; como el caso del género *Cortinarius*, donde 10 morfoespecies solo se identificaron a nivel género, debido a que como menciona García-Jiménez (2013) existen pocos estudios en México referente a *Cortinarius*. Lo mismo ocurre con el género *Gymnopus*, de acuerdo con Coimbra (2017) este género presenta pocos caracteres morfológicos diagnósticos y muchas de sus especies comparten caracteres morfológicos similares, lo que dificulta el reconocimiento y la delimitación de las mismas, por lo que se recomienda secuenciar las muestras para lograr una identificación más precisa.

Algunas especies reportadas para el PNLM no se localizaron en el presente trabajo, esto tiene diferentes razones. Tal como explica Aiaztaguena *et al.* (2016), uno de estos factores es que la fructificación de cada especie fúngica se encuentra asociada a variables climatológicas como la cantidad y acumulación de precipitaciones, así como, a un rango específico de la temperatura, por lo que ciertas variaciones podrían reducir o incluso paralizar la formación de esporomas. Por lo tanto, esto provoca que ciertas especies no sean localizadas a pesar de estar documentadas para el sitio.

Del mismo modo, no se realizaron las recolectas en los mismos sitios de muestreo que realizó Kong *et al.* (2018).

8.4 Nuevos registros para México y Chiapas

En este estudio se reportan por primera vez a nivel nacional las especies *Gliophorus* sect. *glutinosae*, *Clitocybula oculus*, *Boletus weberi*, *Megasporia* aff. *ellipsoidea*. De igual forma, se reportan por primera vez en Chiapas las especies *Lactarius uvidus*, *Phaeocollybia kauffmanii*, *Pseudomerulius curtisii*, *Russula flavida*, *Tricholoma* sect. *megatracheloma*.

Es importante mencionar que, *Gliophorus* sect. *glutinosae* agrupa especies como *Gliophorus laetus*, *G. graminicolor*, *G. lilacipes*, *G. pallidus*, y *G. versicolor*, las cuales comparten una gran similitud morfológica con el ejemplar recolectado. No obstante, presenta algunas variaciones morfológicas, lo que lo diferencia de las especies mencionadas. La sección *glutinosae* cumple con las siguientes características morfológicas: presencia de un píleo plano-convexo, colores verde, oliva, azul, violeta, rosa, salmón, amarillo, beige, naranja o marrón anaranjado, con superficie traslucida, píleo glutinosa, láminas decurrentes y esporas uninucleadas (Lodge *et al.*, 2014). Si bien el espécimen colectado cumple con las características morfológicas mencionadas de la sección, también cuenta con ciertas características distintivas como el tamaño del píleo (10-16 mm de diámetro), ornamentación ramosa, estípite de 55-65 x 3.1-3.8 mm, con esporas de 4.5-7.7 x 3.2-5.1 μm , con forma alargada, ampliamente elipsoide, elipsoide y cilíndrica, con basidios de 18.1-35 x 4.5-6.4 μm , tetraspórico y con trama convergente. Dichos caracteres no son similares con ninguna especie que agrupa a la sección.

Por otra parte, las especies de la sección *glutinosae* como *G. laetus* se ha reportado que se distribuyen en países europeos (Fuljer *et al.*, 2020), mientras que, especies como *G. graminicolor*, *G. lilacipes*, *G. pallidus* y *G. versicolor* su zona de distribución se encuentra en Nueva Zelanda (Horak, 1990; Young, 1999). Por lo tanto, se amplía el rango de distribución de la sección *glutinosae*, registrándose por primera vez en México.

Mientras tanto, *Clitocybula oculus* se distribuye en diversos países como Canadá, Estados Unidos, Brasil y Corea del Sur (Baltazar, 2014; Kim *et al.*, 2014;

Antonín *et al.*, 2019): y no contaba con registros en México, siendo este el primer registro nacional.

Boletus weberi cuenta con pocos registros en el estado de Florida y Texas, Estados Unidos (Bessette *et al.*, 2017; Biketova, 2022), por lo tanto, este estudio amplía el rango de distribución conocida para esta especie.

Megasporia ellipsoidea ha sido reportada únicamente para China (Yuan *et al.*, 2017). No obstante, la especie proveniente de China y la reportada para el PNLM presentan características morfológicas y ecológicas similares lo cual sugiere una afinidad, además, esto implica que se trata del primer registro a nivel nacional.

Lactarius uvidus ha sido reportado en el norte del país en los estados de Durango y Chihuahua (Pérez-Silva y Aguirre-Acosta, 1985; Martínez *et al.*, 2009). De igual forma, Guatemala cuenta el registro de esta especie (Porrás y Flores, 2016), siendo este el primer reporte para Chiapas.

Phaeocollybia kauffmanii se distribuye en Canadá, Estados Unidos y México (Norvell y Exeter, 2008). Particularmente, dentro del país se ha registrado en Michoacán (Cifuentes *et al.*, 1990) y carece de registros en Chiapas.

Pseudomerulius curtisii se ha reportado dentro de la nación, en los estados de Jalisco y Baja California Sur (Gándara *et al.*, 2014; Tapia *et al.*, 2016). Lo que significa que la presente investigación cuenta con el primer registro en el estado.

Russula flavida cuenta con registros en Veracruz (López y García, 2019), lo que amplía su rango de distribución conocida hasta el estado de Chiapas.

Finalmente, la sección *megatracheloma* agrupa especies como *Tricholoma colossus*, *T. focale*, *T. acerbum*, *T. roseoacerbum* y *T. japonicum*. Esta sección se caracteriza por presentar especies con un píleo de color marrón pálido a rojo oscuro, con superficie glutinosa láminas blancas u ocres; algunas especies pueden presentar anillo membranoso. Dichas características coinciden con el ejemplar *Tricholoma* sect. *megatracheloma*. La distribución de las especies que conforma la sección se encuentra en diversos países como Canadá, Estados Unidos, Finlandia y México (Heilmann-Clausen *et al.*, 2017), a pesar de ello no se contaba con registros en el estado

8.5 Modos de vida y sustratos

Los hongos ectomicorrizógenos del PNLN presentan la mayor riqueza de especies (56.4%), esto debido a la vegetación de bosque mixto de *Pinus-Quercus*, lugar donde se realizaron la mayor parte de las recolectas. El motivo de esto es que, como menciona García-Jiménez (2013), al existir una dominancia de plantas simbiotes, estas se encuentran como componente principal de la vegetación, lo que favorece la riqueza de especies ectomicorrizógenas.

Por otro lado, las especies saprofitas representaron un 41.3%. Estos resultados contrastan en comparación a otros sitios con vegetación similar como la Reserva de la Biosfera El Cielo (Tamaulipas) (Heredia-Abarca, 1989) y en una región de la Sierra de Chiapas, Motozintla (Morales-Díaz, 2018), donde el hábito de crecimiento representativo era el saprofito, mientras que, en bosques templados de mayor altitud como el ANP Sierra Fría en Aguascalientes (Díaz *et al.*, 2007) y La Primavera, en Jalisco, el modo de vida con mayor riqueza fue el ectomicorrizógeno. Si bien las especies saprófitas tienden a disminuir su abundancia a mayor altitud, esto no se cumplió en el PNLN (García-Jiménez, 2013); por lo que, se reitera que la discrepancia de estos resultados es debido a los sitios de recolecta.

La predominancia del sustrato terrícola (70.9 %) se debe a que, como bien explica Cepero de García *et al.* (2012), el suelo es el hábitat con mayor frecuencia para los hongos, puesto que presenta la mayor disponibilidad de materia orgánica y ocurren muchas interacciones simbióticas como el caso de las ectomicorrizas.

Por otra parte, los sustratos con menor riqueza fueron lignícolas y humícolas (15.7% y 13.4% respectivamente). Se ha sugerido que en bosques poco perturbados alberga mayor riqueza de especies humícolas y menor lignícolas (Heredia-Abarca, 1989), por lo que esto puede dar indicios de que el PNLN se encuentra perturbado. Cabe mencionar que esto ocurre de manera similar en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, donde su sustrato más representativo es el terrícola, seguido del lignícola y finalmente el humícola (Pérez-Ovando *et al.*, 2019).

8.6 Fenología

El mes de septiembre fue el que presentó mayor riqueza de especies (61 especies), lo cual se puede explicar debido a que septiembre es el mes que presenta mayor humedad (CONANP, 2007) y esto brinda las condiciones óptimas para que los hongos fructifiquen. No obstante, el descenso de fructificación a partir del mes de octubre se puede explicar debido a que a partir de ese mes tiende a descender las precipitaciones (CONANP, 2007), lo cual afecta la formación de esporomas de muchas especies (Aiarzagüena *et al.*, 2016).

Para el caso de especies que estuvieron presentes durante la mayor parte del trabajo de campo, tales como *Aureoboletus betula* y *Suillus* aff. *tomentus*, de acuerdo con González-Velázquez y Valenzuela (1993) se considera que se encuentran presentes durante la mayor parte del periodo de lluvias, lo que concuerda con lo reportado. De igual forma ocurre con las especies *Turbinellus floccosus*, *Pseudomerulius curtisii*, *Craterellus tubaeiformis* y *Lactarius* gpo. *deliciosus* tal como menciona Baroni (2020).

Por otra parte, la mayor parte de las muestras (59.3%) solo estuvieron presentes durante una sola recolecta, entre las cuales se encuentran: *Peziza badia*, *Lycoperdon perlatum*, *Amanita muscaria* var. *guessowii*, *Clavulinopsis laeticolor*, *Leptonia foliomarginata*, *Laccaria laccata*, *Inocybe geophylla*, *Clitocybula oculus*, *Gymnopus subnudus*, *Rhodocollybia maculata*, *Mycena subcaerulea*, *Xeromphalina campanella*, *Pluteus cervinus*, *Hypholoma capnoides*, *Boletus badius*, *Sutorius eximius*, *Chroogomphus vinicolor*, *Calostoma cinnabarinum*, *Suillus granulatus*, *Dacrymyces chrysospermus*, *Geastrum triplex*, *Trametes elegans*, *T. versicolor*, *Lactarius indigo*, *L. volemus*, *Russula silvicola* y *Sebacina sparassoidea*, las cuales se han reportado que su fenología abarca gran parte del periodo de lluvias de acuerdo con Baroni (2020), lo que contrasta con los resultados observados. No obstante esto puede tener una explicación en los factores abióticos y bióticos que condicionan la esporulación de las especies; así mismo, es importante tener en cuenta que, tal como indica Pérez-Ovando (2015), algunos macromicetos son muy efímeros por lo que muchos de estos no se encontrarán en las mejores condiciones para ser recolectados.

IX. CONCLUSIONES

La investigación realizada contribuyó al conocimiento de las especies de macromicetos presentes en el Parque Nacional Lagunas de Montebello; se reportaron 172 especies, de las cuales 130 son nuevos registros para el área de estudio y nueve para Chiapas.

Asimismo, la mayor parte de los ejemplares recolectados se determinaron a nivel específico; algunas especies no se lograron identificar a nivel especie debido a la limitante que implica la falta de estudios en la región.

La determinación de los hábitos ecológicos resulta de gran utilidad ya que brinda las herramientas para determinar las especies citadas en el presente trabajo.

De igual importancia, la dominancia de ejemplares ectomicorrizógenos se debe a que la mayor parte de los sitios de muestreo se realizaron en el bosque mixto de *Pinus-Quercus*, siendo una vegetación que se encuentra asociado a los ejemplares.

La presencia de una mayor riqueza de especies lignícolas contra especies humícolas nos sugiere que el PNLN se encuentra en un estado de conservación perturbada.

Finalmente, la mayor riqueza de especies se encuentra en el mes de septiembre debido a las condiciones meteorológicas.

X. RECOMENDACIONES

El Parque Nacional Lagunas de Montebello cuenta con dos principales tipos de vegetación, así como diversas zonas agrícolas. Por lo que, se recomienda realizar más recolectas en otros tipos de vegetación como el bosque mesófilo de montaña, debido a que los componentes de la vegetación varían en comparación al bosque mixto de *Pinus-Quercus*, lo que condiciona a las especies que se asocian a este tipo de vegetación.

Además, se sugiere incluir áreas con otros usos del suelos, como el caso de potreros y zonas de cultivo, ambientes ideales para algunas especies que están estrechamente relacionados a ese uso.

Se reconoce que algunos géneros requieren de metodologías específicas para su identificación a nivel especie, por lo que, es necesario emplear una metodología específica para cada uno de estos casos. Es necesario complementar los caracteres macro y microscópicos con pruebas moleculares para tener la certeza de las especies.

Finalmente, dadas las condiciones climatológicas del PNLN se recomienda añadir los meses de enero y febrero dado que aún se presentan precipitaciones en esos meses.

XI. REFERENCIAS DOCUMENTALES

- Alexopoulos, C. J. y Mims, C. W. 1985. Introducción a la Micología. Editorial Omega. Barcelona.
- Ágreda-Cabo, T. 2006. El recolector de setas en Castilla y León – Apuntes para su buen aprovechamiento. Editorial Proyecto “Micología y calidad”. Castilla y León.
- Aguirre-Acosta, E., Ulloa, M., Aguilar, S., Cifuentes-Blanco, J. y Valenzuela, R. 2014. Biodiversidad de hongos en México. *Revista mexicana de biodiversidad*. 85: 76-81.
- Aiartzagüena, L., Picón, R., Sarrionandia, E. y Salcedo, I. 2016. Patrones fenológicos de fructificación de los macromicetos del País Vasco. *Zizak*. 12: 9-12.
- Antonín, V., Borovička, J., Holec, J., Piltaver, A. y Kolařík, M. 2019. Taxonomic update of *Clitocybula* sensu lato with a new generic classification. *Fungal biology*. 123(6): 431-447.
- Baltazar, J. M. 2014. Estudo taxonômico de Homobasidiomicetos Corticoides (Agaricomycetes, Basidiomycota) na Região Sul do Brasil. Tesis de doctorado. Instituto de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Botânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Brasil.
- Baroni. T. A. 2020 Mushrooms of the Northeastern United States and Eastern Canada (Tercera edición). Editorial Timber Press. Portland.

- Bessette, A. E., Roody, W. C. y Bessette, A. R. 2017. Boletes of Eastern North America (Segunda edición). Ed. Syracuse University Press. New York.
- Biketova, A. Y., Gelardi, M., Smith, M. E., Simonini, G., Healy, R. A., Taneyama, Y. y Vizzini, A. 2022. Reappraisal of the Genus *Exsudoporus* (Boletaceae) Worldwide Based on Multi-Gene Phylogeny, Morphology and Biogeography, and Insights on *Amoenoboletus*. *Journal of Fungi*. 8(2): 101-132.
- Burford, E. P., Kierans, M. y Gadd, G. M. 2003. Geomycology: fungi in mineral substrata. *Mycologist*. 17: 98-107.
- Carlile, M. J., Watkinson, S. C. y Gooday, G. W. 2001. The fungi. Editorial Academic Press. San Diego.
- Carrera-Nieva, A. y López-Ríos, G. F. 2004. Manejo y evaluación de ectomicorrizas en especies forestales. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*. 10(2): 93-98.
- Ceballos, G. y Ortega-Baes, P. 2011. La sexta extinción: la pérdida de especies y poblaciones en el Neotrópico. Conservación biológica: perspectivas de Latinoamérica. En: Simonetti, J., Dirzo, R. (eds) Conservación Biológica: Perspectivas de Latinoamérica. Editorial Universitaria, Chile. pp 95-108.
- Cepero-de-García, M. C., Restrepo-Restrepo, S., Franco-Molano, A. E., Cárdenas-Toquica, M. y Vargas-Estupiñan, N. 2012. Biología de hongos. Ediciones Uniandes-Universidad de los Andes. Bogotá.
- Cifuentes, J., Villegas, M., Pérez-Ramírez, L., Bulnes, M., Corona, V., del Rocio González, M. y Vargas, G. 1990. Observaciones sobre la distribución,

hábitat e importancia de los hongos de Los Azufres, Michoacán. *Scientia Fungorum*. 6: 133-149.

Cifuentes, J., Villegas-Ríos M. y L. Pérez-Ramírez, L. 1986. Hongos. En: Lot, A., y Chiang, F. (eds.) Manual de Herbario: Administración y manejo de colección. Técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México A.C., México, D. F. pp. 55-64.

Coimbra, V. R. M. 2017. Riqueza e aspectos moleculares de *Gymnopus* (Omphalotaceae, Agaricales) do Norte e Nordeste brasileiro. Tesis de doctorado. Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, Brasil.

CONANP. 2007. Programa de conservación y manejo del Parque Nacional Lagunas de Montebello. Ed. Secretaria de Medio ambiente y Recursos Naturales. México D.F.

Delgado-Fuentes, A., Villegas-Ríos, M. y Cifuentes-Blanco, J. 2005. Glosario ilustrado de los caracteres macroscópicos en Basidiomycetes con himenio laminar. Editorial las Prensas de Ciencia UNAM. México D.F.

Díaz, L. M. P., Pardavé, L. F., Esparza, V. F. R. y Cortés, M. R. 2007. Contribución al conocimiento de los hongos (macromicetos) de la Sierra Fría, Aguascalientes. *Investigación y Ciencia*. 15(37): 4-12.

Fierros, M. D. L. L., Navarrete-Heredia, J. L. y Guzmán-Dávalos, L. 2000. Hongos macroscópicos de la Sierra de Quila, Jalisco, México: diversidad y similitud fungística. *Revista de Biología Tropical*. 48(4): 931-937.

Frutis, I. y Valenzuela, R. 2009. Macromicetos. En: Ceballos, G., List, R., Muñozcano-Quintanar, M. J., Collado, E., San-Román, J. E. (Eds) La

biodiversidad biológica del estado de México – Estudio de estado. Editorial Compromiso. Toluca, México. Pp. 243-250.

Fuljer, F., Zajac, M., Václavová, Z. y Kautmanová, I. 2020. Hygrocybe (géneros Hygrocybe, Gliophorus, Porpolomopsis y Cuphophyllus) en el noroeste de Eslovaquia, Parte III. *Catathelasma*. 20: 5–55.

Gallegos, R. A. y Sánchez, J. E. 2020. Uso de los hongos en el Tacaná. *Ecofronteras*. 69(24): 14-17.

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-Jiménez, J. 2013. Diversidad de macromicetos en el estado de Tamaulipas, México. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Forestales. Subdirección de Posgrado. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León.

Garza, F., Carrillo, A., Garza, L., Quiñónez, M., García, J. y Guevara, G. 2014. Técnicas para el manejo de hongos ectomicorrícicos: del bosque al laboratorio y viceversa. En: Garza F., Guevara G., Villalón M. y Carrillo P. (Eds). Técnicas en el manejo sustentable de los recursos naturales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León., Pp. 72-119.

González-del-Castillo, E. C. 2003. Ficha informativa de los Humedales de Ramsar (Fir).Región X Frontera Sur-CONANP. Parques Nacionales de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

González-Velázquez, A. y Valenzuela, R. 1993. Boletáceos y Gomfidiáceos del Estado de México. I. Discusiones sobre sus distribuciones en diferentes

tipos de vegetación, asociaciones ectomicorrizógenas, fenología y comestibilidad. *Revista mexicana de micología*. 9: 35-46.

Grajales-Vásquez, A. 2013. Conocimientos micológicos culturales en la comunidad de Tziscaco, Chiapas, México. Tesis de licenciatura. Escuela de biología. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Grajales-Vásquez, A., Velasco-Alvarado, R. K., Sánchez-Molina, D. Y., Reyes-Mérida, I. Y., Serrano-Ramírez, J. L. y Ruan-Soto, F. 2008. Estudio etnomicológico en San Antonio Linda Vista, municipio de La Independencia, Chiapas. *Lacandonia*. 2(1): 5-15.

Guevara, R. y Dirzo, R. 1998. A rapid method for the assessment of the macromycota. The fungal community of an evergreen cloud forests an example. *Canadian journal of botany*. 76(4): 596-601.

Guevara, R. y Dirzo, R. 1999. Consumption of macro-fungi by invertebrates in a Mexican tropical cloud forest: do fruit body characteristics matter?. *Journal of Tropical Ecology*. 15(5): 603-617.

Guzmán, G. 1990 (5ta edición). Identificación de los hongos comestibles, venenosos y alucinógenos. Editorial LIMUSA. México D.F.

Hawksworth, D. L. 2001. The magnitude of fungal diversity: 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research*. 105:1422-1432.

Hawksworth, D. L. y Lücking, R. 2017. Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species. *The fungal kingdom*.5(4): 79-95.

Heilmann-Clausen, J., Christensen, M., Frøslev, T. G. y Kjøller, R. 2017. Taxonomy of *Tricholoma* in northern Europe based on ITS sequence data

and morphological characters. *Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*. 38(1): 38-57.

Heredia-Abarca, G. P. 1989. Estudio de los hongos de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas. Consideraciones sobre la distribución y ecología de algunas especies. *Acta Botánica Mexicana*. 7: 1-18.

Heredia-Abarca, G. P. 2020. La importancia de los hongos (Fungi) en los servicios ecosistémicos. *Bioagrocencias*. 2(13): 98-108.

Horak, E. 1990. Monograph of the New Zealand Hygrophoraceae (Agaricales). *New Zealand Journal of Botany*. 28(3): 255-309.

Index Fungorum. 2022. Index fungorum. <https://www.indexfungorum.org/names/names.asp>. consultado el 20 de noviembre de 2022.

INEGI. 2016. Conjunto de datos vectoriales de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI. Capa Unión. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463173359>. Consultado el 15 de diciembre de 2022.

Ingold, C. T. y Hudson. 1993. The biology of fungi (6ta edición). Ed. Springer Science & Business Media. Londres.

Kim, C. S., Jo, J. W., Kwag, Y. N., Han, J. G., Shrestha, B., Sung, G. H. y Han, S. K. 2014. Taxonomic Re-evaluation of *Megacollybia* Species in Korea. *Mycobiology*. 42(1): 22-26.

Kong, A., Montoya, A., García-de Jesús, S., Ramírez-Terrazo, A., Andrade, R., Ruan-Soto, F. y Estrada-Torres, A. 2018. Hongos ectomicorrizógenos del

Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas. *Revista mexicana de biodiversidad*. 89(3): 741-756.

Largent, D., Johnson, D. y Watling, R. 1986. How to identify mushrooms to genus I: macroscopic features. Ed. Mas river press, Eureka. Arcata, California.

Largent, D., Johnson, D. y Watling, R. 1977. How to identify mushrooms to genus. III. Microscopic features. Ed. Mas river press, Eureka. Arcada, California.

Lawrence, E., 2003. Diccionario de AKAL de términos biológicos. Editorial Akal. Madrid, España.

Levy, M., Rafferty, J., Hosch, W. L., Rogers, K., Curley, R. y Hayes, D. 2008. Plants, Algae and Fungi-Britannica Illustrated Science Library. Editorial Sol 90. Chicago.

Lodge, D. J., Padamsee, M., Matheny, P. B., Aime, M. C., Cantrell, S. A., Boertmann, D. y Hattori, T. 2014. Molecular phylogeny, morphology, pigment chemistry and ecology in Hygrophoraceae (Agaricales). *Fungal Diversity*. 64(1): 1-99.

López, A. y García, J. 2019. *Russula flavida* (Russulales: Russulaceae). *Fungal Veracruzana*. 180: 1-6.

Martínez, M. Q., Murcio, P. L., Ocañas, F. G., Covarrubias, A. D. L. M., Keleng, T. L. y Prieto, A. W. 2009. Riqueza y frecuencia de hongos ectomicorrizógenos en el municipio de Urique, Chihuahua, México. *Ciencia en la frontera*. 7: 33-40.

- Medina, F. G. 2006. *Etnomicología mam* en la Reserva de Biosfera Volcán Tacana, Chiapas, México. Tesis de licenciatura. Escuela de biología. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Morales-Díaz, M. E. 2018. Macromicetos asociados a dos tipos de vegetación en la sierra madre de Chiapas. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León.
- Moreno, M. L. O. 2011. Macromicetos en zona rural de Villavicencio. *Orinoquia*. 14(2): 125-132.
- Müeller, G. M. y Schmit. J. P. 2007. Fungal biodiversity: what do we know? What can we predict? *Biodiversity and Conservation*. 16:1-5
- Müeller, G. M., Schmit, J. P. Leacock, P. R. Buyck, B. Cifuentes, J. Desjardin, D. E. Halling, R. E. Hjortstam, K. Iturriaga, T. Larsson, K. H. Lodge, D. J May, T. W. Minter, D. Rajchenberg, M. Redhead, S. A. Ryvarden, L. Trappe, J. M. Watling, R. y Wu. Q. 2007. Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodiversity and Conservation*. 16: 37-48
- Norvell, L. L. y Exeter, R. L. 2008. *Phaeocollybia* of Pacific Northwest North America. Ed. Salem District. Salem, Oregon.
- Pérez-Ovando, E. C. 2011. Contribución al conocimiento de la familia Tricholomataceae del polígono I, Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas. Tesis de licenciatura. Universidad de Ciencias y Arte de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Pérez-Ovando, E. C. 2015. Diversidad taxonómica de los hongos boletáceos de Los Altos de Chiapas. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México

- Pérez-Ovando, E. C., García-Santiago, W. y Ruan-Soto, F. 2019. Estado actual del Conocimiento de los Hongos Macroscópicos de la Reserva de la Biosfera el Triunfo. En: Enríquez, P. L., Martínez-Camilo, R., Carrillo-García, M. (Eds). La Reserva de La Biosfera el Triunfo: Avances y necesidades de investigación y conservación. Editorial de El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas, Chiapas. Pp. 57-63
- Pérez-Silva, E. y Aguirre-Acosta, E. 1985. Micoflora del estado de Durango, México. *Scientia Fungorum*. 1: 315-329.
- Piepenbring, M. 2015. Introducción a la micología en los trópicos. Ed. American Phytopathological Society. Minnesota.
- Porras, C. y Flores, R. 2016. Descripción e identificación microscópica de ejemplares del género *Lactarius* de las secciones *Uvidus* y *Zonarii* en Guatemala. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia*. 26(1): 51-59.
- Ramírez-Terrazo, A. 2009. Estudio etnomicológico comparativo entre dos comunidades aledañas al Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de México. México, D.F.
- Ramírez-Terrazo, A., Montoya, A. y Kong, A. 2021. Traditional mycological knowledge in two communities located in Lagunas de Montebello National Park, Chiapas, Mexico. *Scientia fungorum*. 51: 1-19.
- Rodríguez, O., Herrera-Fonseca, M., Sánchez-Jácome, M. D. R., Álvarez, I., Valenzuela, R., García, J. y Guzmán-Dávalos, L. 2010. Catálogo de la

micobiota del bosque La Primavera, Jalisco. *Revista mexicana de micología*. 32: 29-40.

Sthephenson, S. L. 2010. *The Kingdom Fungi: The Biology of Mushrooms, Molds, and Lichens*. Editorial Timber press. Portland.

Tapia, F., Chacón, S. y Pérez-Gorjón, S. 2016. Hongos corticioides (Agaricomycetes) citados de México. *Acta botánica mexicana*. 114: 15-50.

Walker, G. M. y White, N. A. 2011. Introduction to fungal physiology. En: Kavanagh, K. (Ed) *Fungi biology and applications*. (Segunda edición). Editorial Wiley-Blackwell, Condado de Kildare, Maynooth. Pp 1-34.

Webster, J. y Weber, R. 2007. *Introduction to fungi* (3ra edición). Editorial Cambridge university press. New York.

Young, A. M. 1999. The Hygrocybeae (Fungi, Basidiomycota, Agaricales, Hygrophoraceae) of the Lane Cove Bushland Park, New South Wales. *Austrobaileya*. 5(3): 535-564.

Yuan, Y., Ji, X. H., Chen, J. J. y Dai, Y. C. 2017. Three new species of *Megasporia* (Polyporales, Basidiomycota) from China. *MycKeys*. 20: 37-50.

XII. ANEXOS

Anexo. Especies recolectadas en el área de estudio y elementos microscópicos.

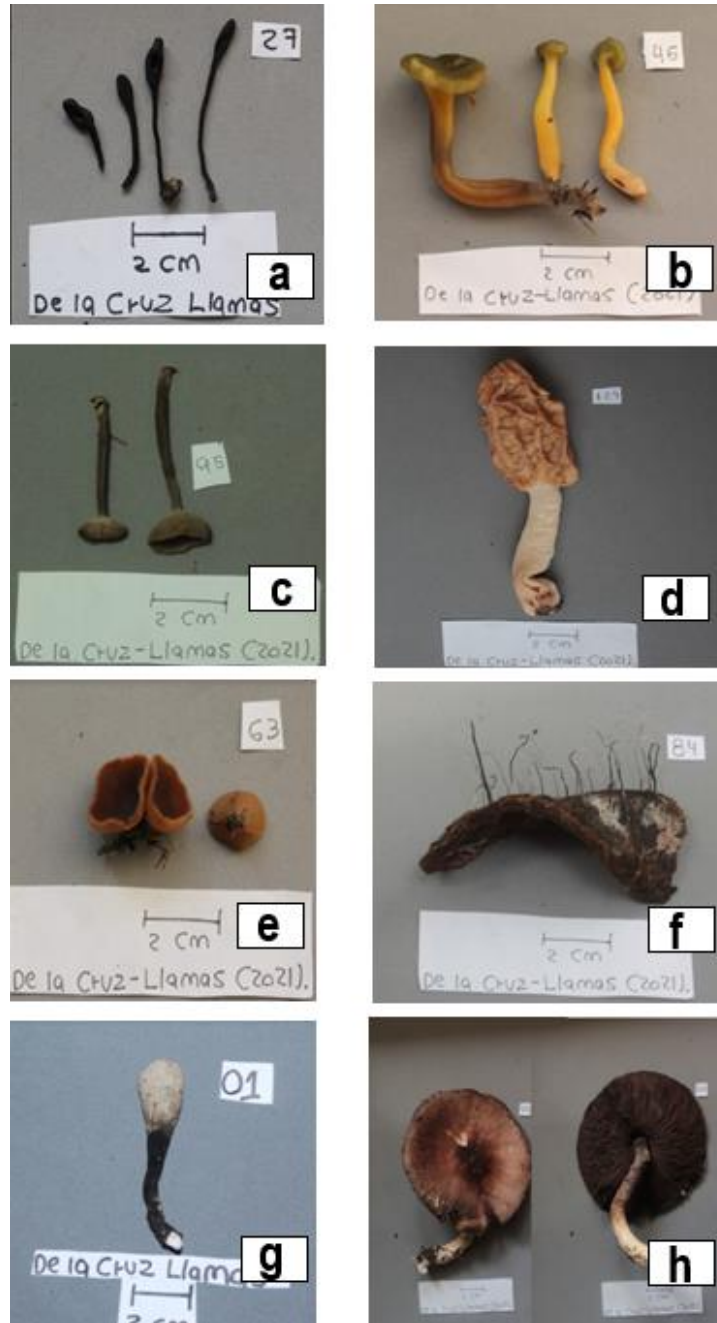


Figura 13. Especies recolectadas. a) *Geoglossum simile*; b) *Leotia lubrica*; c) *Helvella macropus*; d) *Morchella esculenta*; e) *Peziza badia*; f) *Xylaria filiformis*; g) *Xylaria hypoxylon*; h) *Agaricus sect. xanthodermatei*.



Figura 14. Especies recolectadas. a) *Agaricus* sp. 1; b) *Agaricus* sp. 2; c) *Calvatia* sp.; d) *Leucoagaricus* sp.; e) *Lycoperdon perlatum*; f) *Amanita abrupta*; g) *Amanita* aff. *fulgineodisca*; h) *Amanita americitrina*.

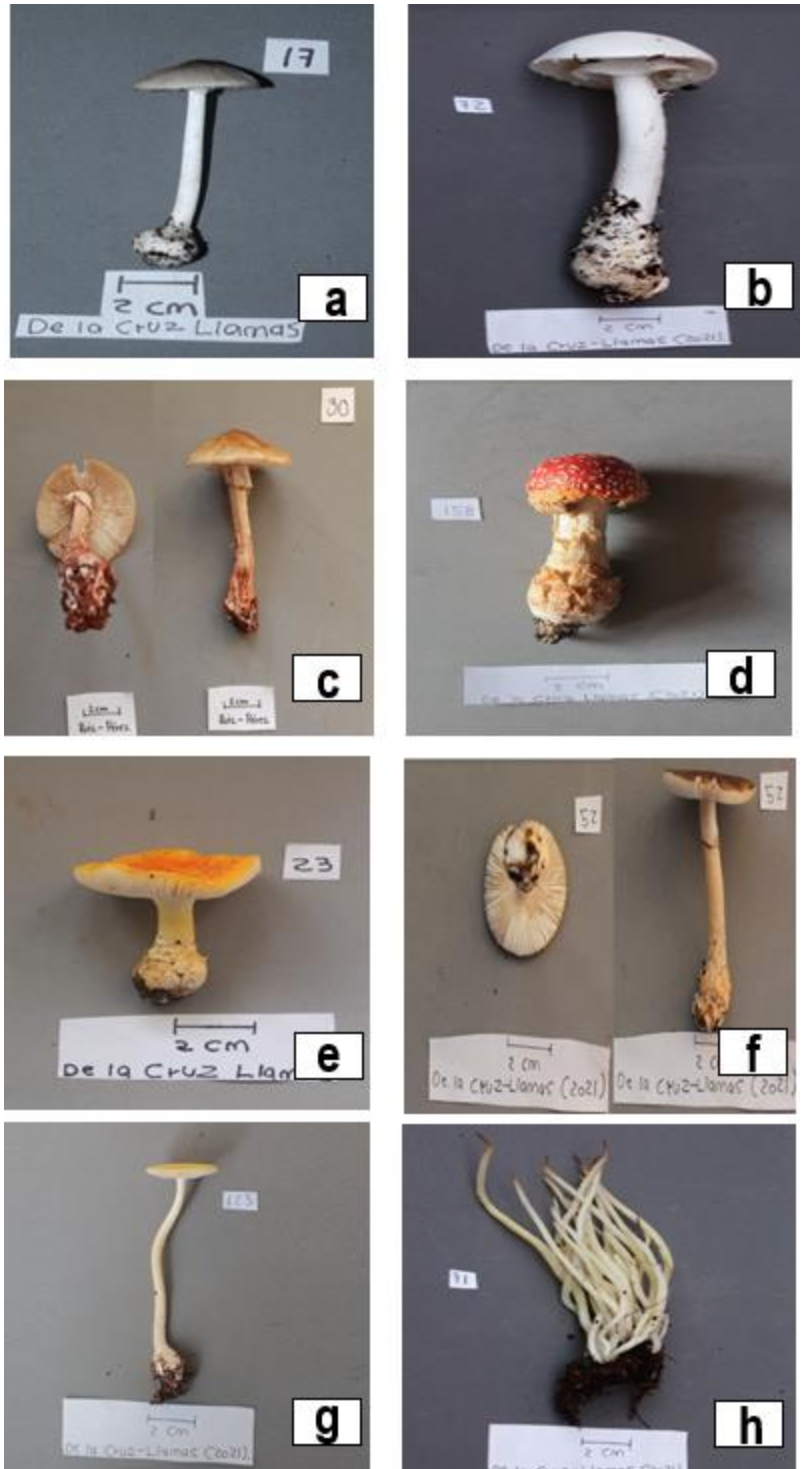


Figura 15. Especies recolectadas. a) *Amanita arochae*; b) *Amanita eburnea*; c) *Amanita* gpo. *amerirubenceses*; d) *Amanita muscaria* var. *flavivolvata*; e) *Amanita muscaria* var. *guessowii*; f) *Amanita umbilicata*; g) *Amanita xyliniinvla*; h) *Clavaria vermicularis*.



Figura 16. Especies recolectadas. a) *Clavulinopsis laeticolor*; b) *Cortinarius* sect. *anomali*; c) *Cortinarius* sect. *cinnamomei*; d) *Cortinarius* sect. *delibuti*; e) *Cortinarius* sect. *ochroleuci*; f) *Cortinarius* sect. *variicolores*; g) *Cortinarius* sect. *violacei*; h) *Cortinarius* subg. *dermocybe*.



Figura 17. Especies recolectadas. a) *Cortinarius* subg. *leprocybe*; b) *Cortinarius* subg. *sericeocybe*; c) *Cortinarius* subg. *sericeocybe* sp. 2; d) *Entoloma murrayi*; e) *Entoloma* sp.; f) *Leptonia foliomarginata*; g) *Leptonia subserrulata*; h) *Laccaria amethystina*.



Figura 18. Especies recolectadas. a) *Laccaria* gpo. *squarrosa*; b) *Laccaria laccata*; c) *Gliophorus* sect. *glutinosae*; d) *Gliophorus* sp.; e) *Hygrocybe cantharellus*; f) *Hygrocybe conica*; g) *Hygrocybe miniata*; h) *Hygrocybe* sect. *coccinea* sp. 1.



Figura 19. Especies recolectadas. a) *Hygrocybe* sect. *coccinea* sp. 2; b) *Hygrocybe* sp.; c) *Hebeloma anthracophilum*; d) *Phaeocollybia kauffmanii*; e) *Inocybe geophylla*; f) *Inocybe rimosa*; g) *Inocybe* sect. *rimosae*; h) *Inocybe* sp.



Figura 20. Especies recolectadas. a) *Lyophyllum* aff. *subglobisporum*; b) *Clitocybula oculus*; c) *Connopus acervatus*; d) *Gymnopus* sp. 1; e) *Gymnopus* sp. 2; f) *Gymnopus* sp. 3; g) *Gymnopus* sp. 4; h) *Gymnopus subnudus*.



Figura 21. Especies recolectadas. a) *Gymnopus villosipes*; b) *Marasmius cladophyllus*; c) *Rhodocollybia butyracea*; d) *Rhodocollybia maculata*; e) *Mycena subcarulea*; f) *Xeromphalina campanella*; g) *Cyathus striatus*; h) *Cyptotrama asprata*.

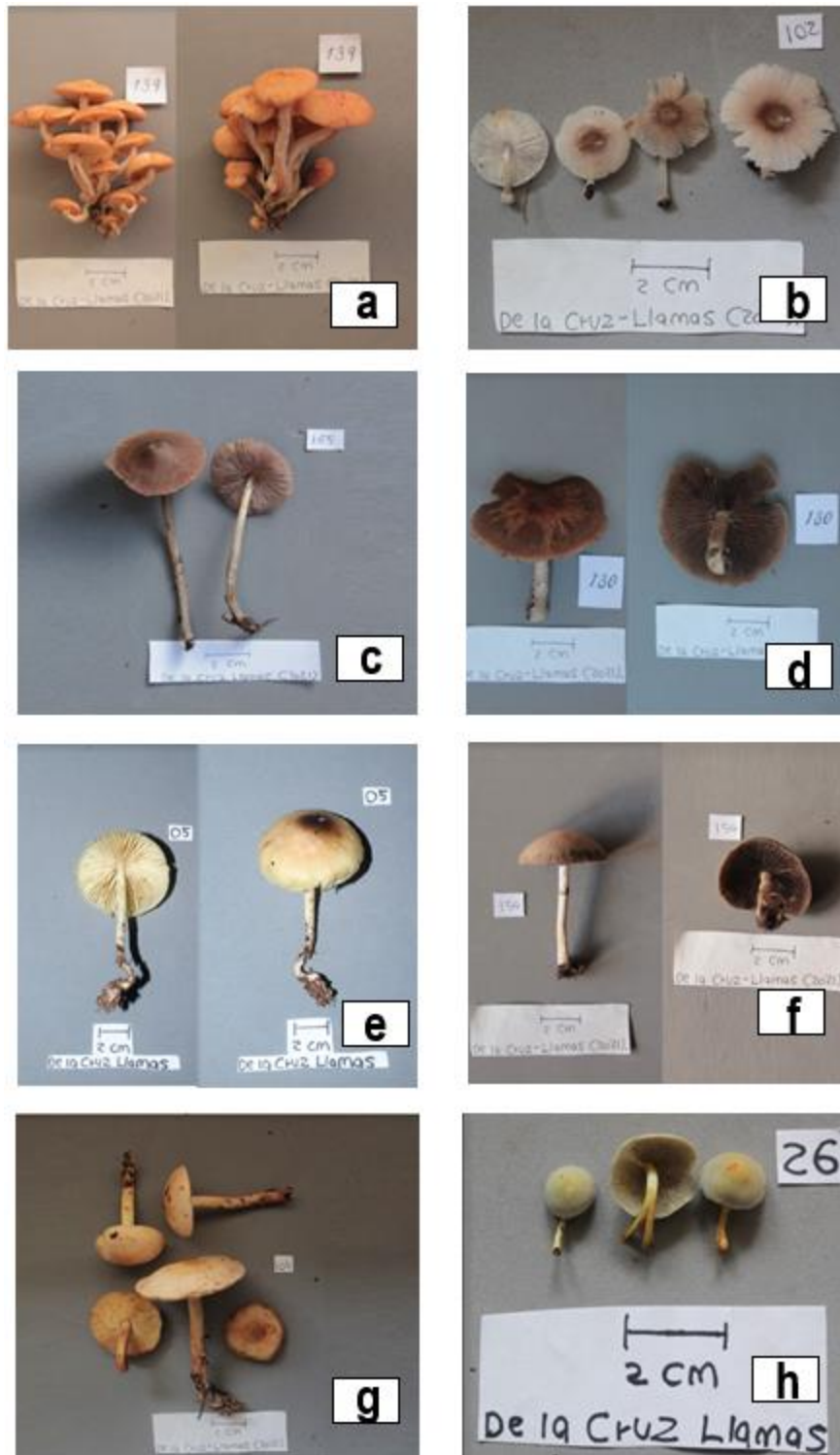


Figura 22. Especies recolectadas. a) *Flammulina* sp.; b) *Oudemansiella* sp.; c) *Pluteus* aff. *longistriatus*; d) *Pluteus cervinus*; e) *Pluteus chrysophaeus*; f) *Psathyrella* sp.; g) *Hypholoma capnoides*; h) *Hypholoma* sp.

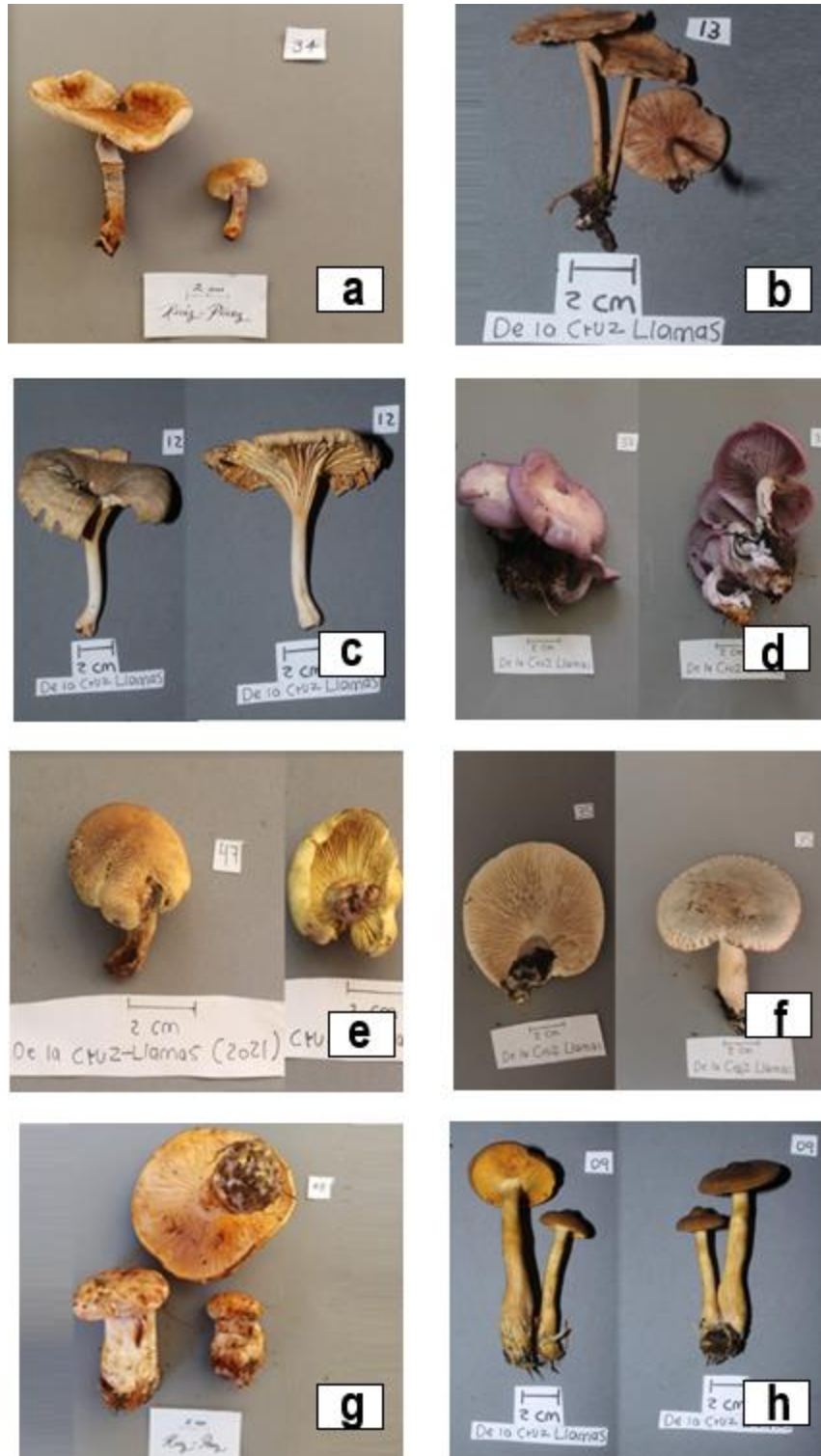


Figura 23. Especies recolectadas. a) *Stropharia* sp.; b) *Collybia* sp.; c) *Infudilubulicybe gibba*; d) *Lepista nuda*; e) *Tricholoma equestre*; f) *Tricholoma pardinum*; g) *Tricholoma* sect. *megatracheloma*; h) *Tricholomopsis* sp.

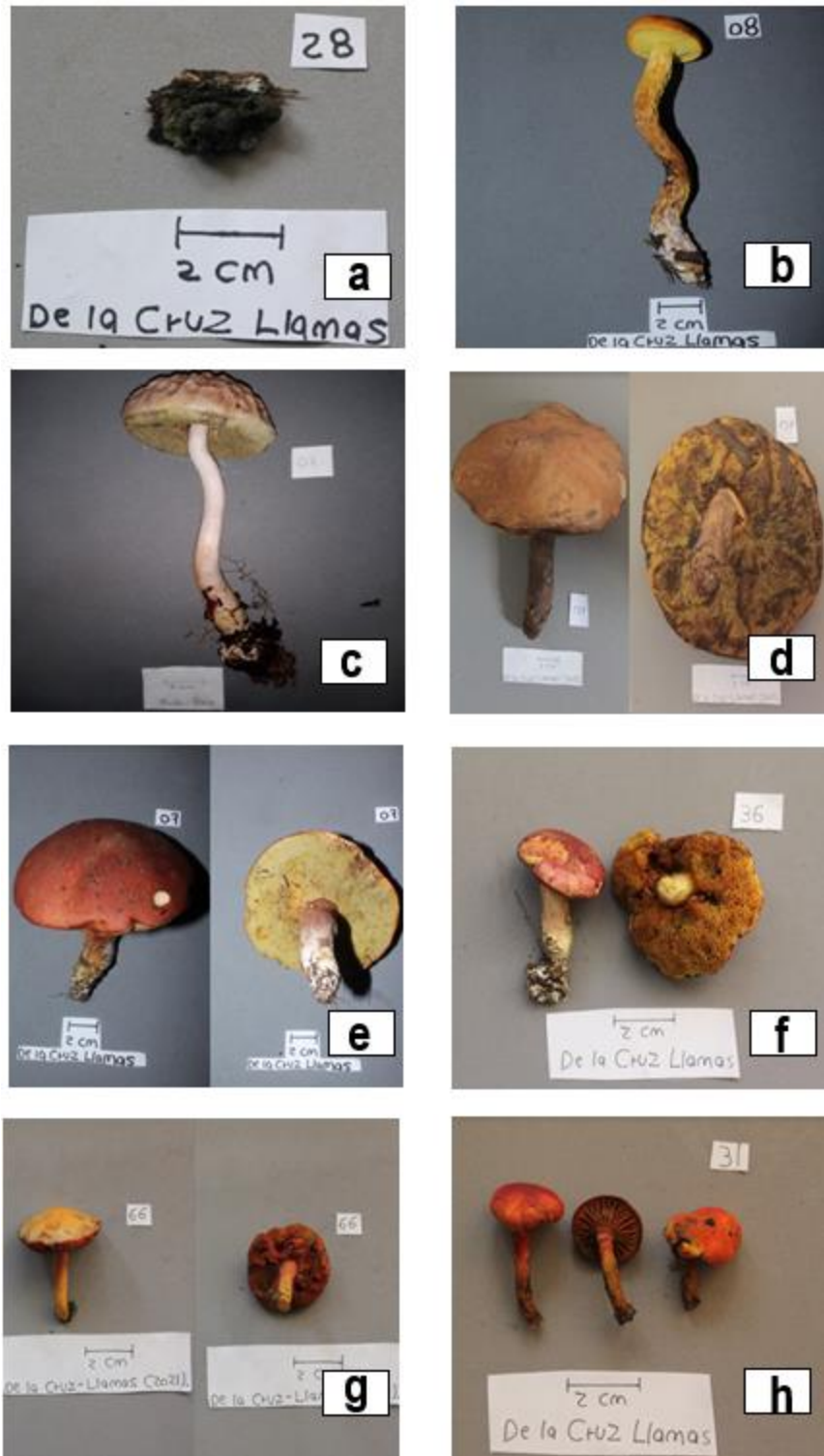


Figura 24. Especies recolectadas. a) *Exidia* sp.; b) *Aureoboletus betula*; c) *Boletellus singeri*; d) *Boletus badius*; e) *Boletus* sp.; f) *Boletus weberi*; g) *Chalciporus piperatus*; h) *Erythrophyloporus* aff. *fagicola*.



Figura 25. Especies recolectadas. a) *Harrya chromapes*; b) *Hemiaustroboletus vinaceobrunneus*; c) *Phylloporus phaeoxanthus*; d) *Pulveroboletus ravenelii*; e) *Strobilomyces confusus*; f) *Sutorius eximius*; g) *Tylophilus balloui*; h) *Chroogomphus vinicolor*.



Figura 26. Especies recolectadas. a) *Calostoma cinnabarinum*; b) *Calostoma ravenelii*; c) *Scleroderma areolatum*; d) *Suillus* aff. *tomentosus*; e) *Suillus cothurnatus*; f) *Suillus decipiens*; g) *Suillus granulatus*; h) *Suillus* sp.



Figura 27. Especies recolectadas. a) *Pseudomerulius curtisii*; b) *Cantharellus minor*; c) *Cantharellus* sp; d) *Craterellus fallax*; e) *Craterellus ignicolor*; f) *Craterellus lutescens*; g) *Craterellus tubaeformis*; h) *Hydnum albidum*.



Figura 28. Especies recolectadas. a) *Hydnum repandum*. b) *Dacrymyces chrysospermus*; c) *Geastrum* sp.; d) *Geastrum triplex*; e) *Phaeoclavulina cyanocephala*; f) *Phaeoclavulina* sp.; g) *Ramaria cystidiophora* var. *citronella*; h) *Ramaria* sp. 1.



Figura 29. Especies recolectadas. a) *Ramaria* sp. 2.; b) *Ramaria violaceibrunnea*; c) *Turbinellus floccosus*; d) *Coltricia cinnamomea*; e) *Ganoderma lobatum*; f) *Fomes* sp.; g) *Lentinus crinitus*; h) *Megasporia* aff. *ellipsoidea*.

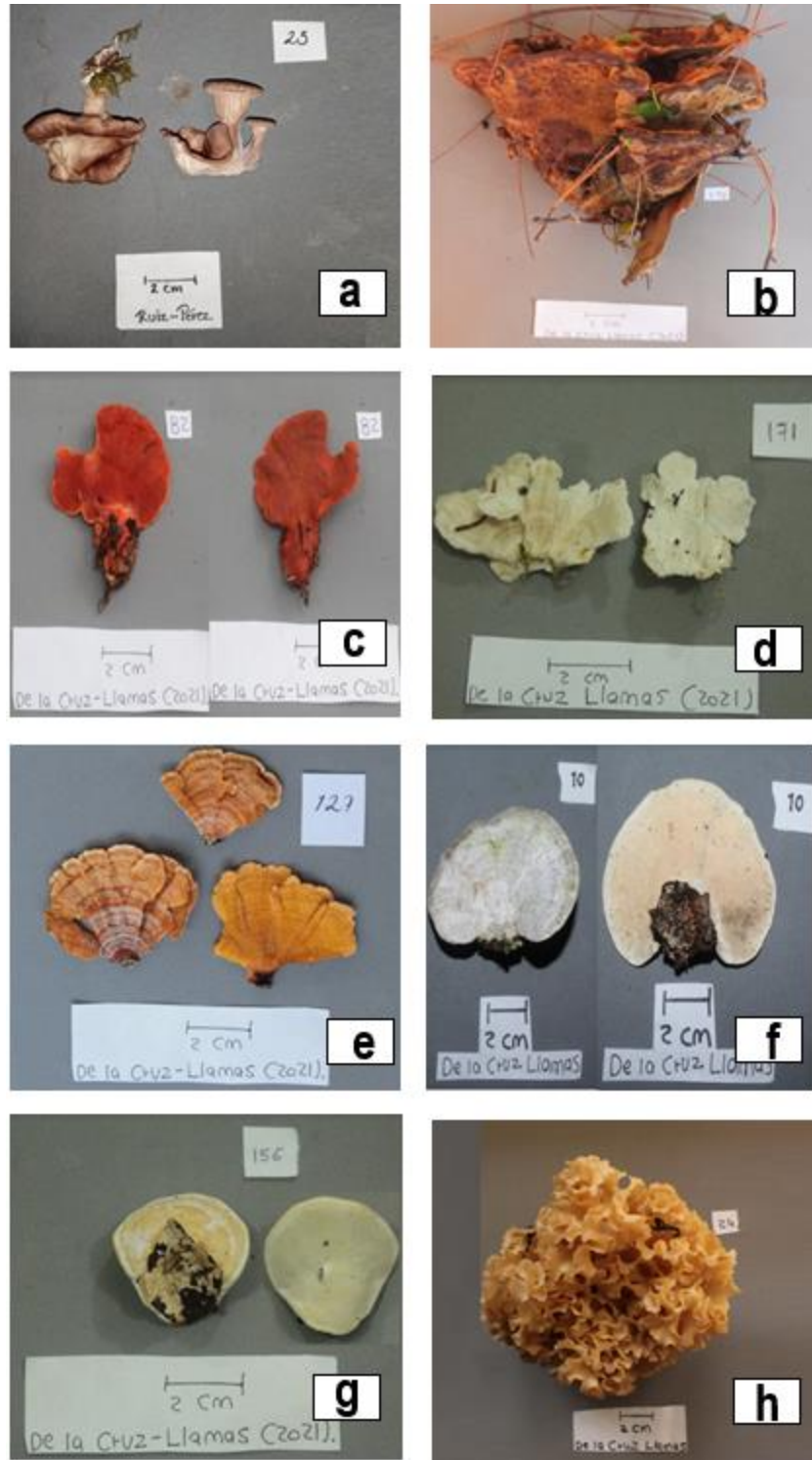


Figura 30. Especies recolectadas. a) *Panus conchatus*. b) *Phaeolus schweinitzii*; c) *Pycnoporus cinnabarinus*; d) *Trametes elegans*; e) *Trametes versicolor*; f) *Tremetes* sp.; g) *Tyromyces* sp; h) *Sparassis crispa*.



Figura 31. Especies recolectadas. a) *Auriscalpium vulgare*; b) *Clavicornora* sp. 1; c) *Clavicornora* sp. 2; d) *Lactarius* gpo. *deliciosus*; e) *Lactarius indigo*; f) *Lactarius smithii*; g) *Lactarius* sp.; h) *Lactarius uvidus*.



Figura 32. Especies recolectadas. a) *Lactarius volemus*. b) *Lactifluus deceptivus*; c) *Russula* aff. *emetica*; d) *Russula flavida*; e) *Russula* gpo. *cyanoxantha*; f) *Russula laurocerasi*; g) *Russula pectinatoides*; h) *Russula* sect. *mexicana*.



Figura 33. Especies recolectadas. a) *Russula sect. piperinae* sp. 1.; b) *Russula sect. piperinae* sp. 2; c) *Russula silvicola*; d) *Russula* sp. 1; e) *Russula* sp. 2; f) *Stereum ostrea*; g) *Sebacina sparassoidea*; h) *Hydnellum peckii*.



Figura 34. Especies recolectadas. a) *Phellodon melaleucus*; b) *Phellodon niger*; c) *Phellodon* sp.; d) *Sarcodon imbricatum*.

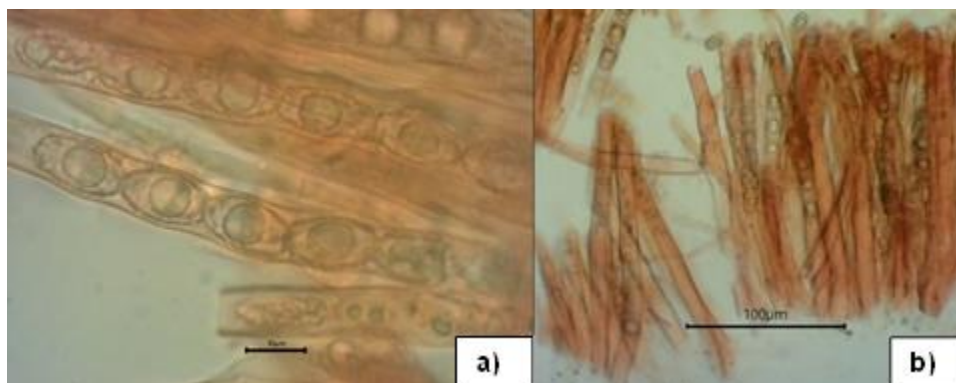


Figura 35. Elementos microscópicos de *Peziza badia*. a) Esporas (referencia de escala 10 µm). b) Ascas (referencia de escala 100 µm).

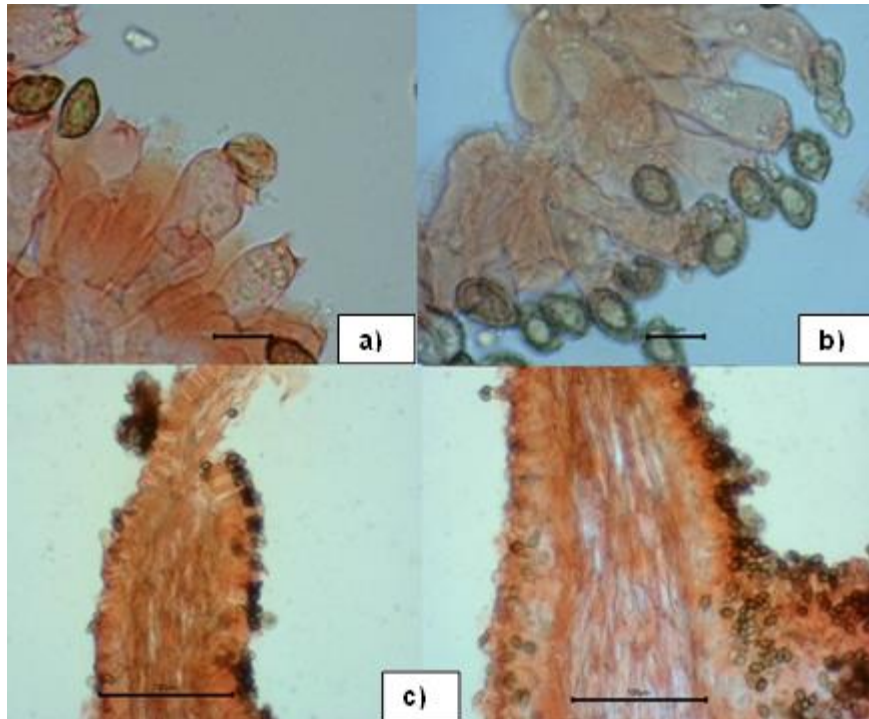


Figura 36. Elementos microscópicos de *Cortinarius* sect. *cinnamomei*. a) Basidios (referencia de escala 10 μ m). b) Esporas (referencia de escala 10 μ m). c) Trama (referencia de escala 100 μ m).

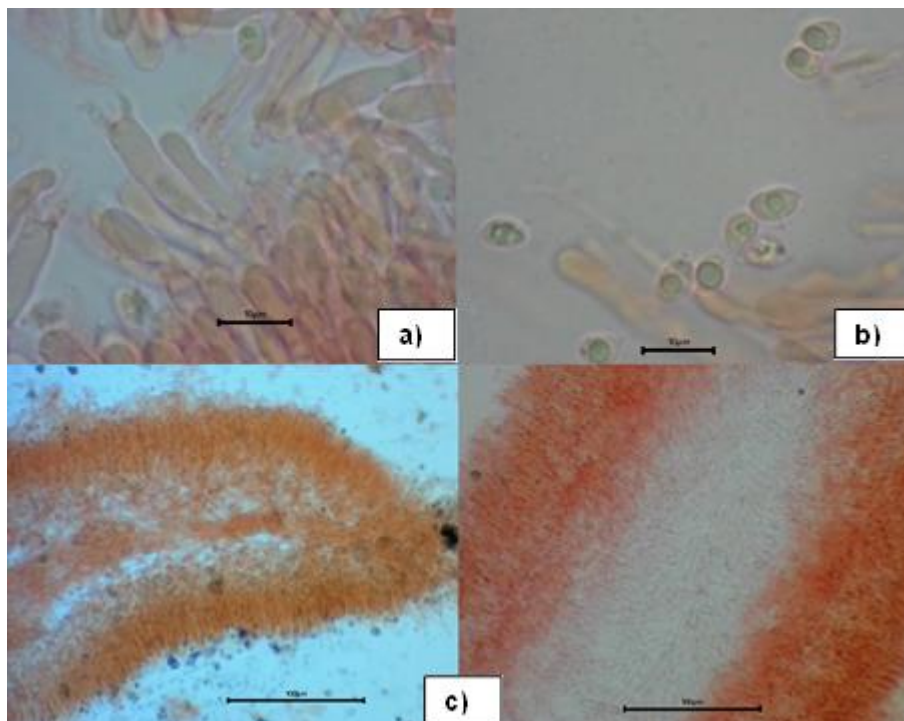


Figura 37. Elementos microscópicos de *Gliophorus* sect. *glutinosae*. a) Basidios (referencia de escala 10 μ m). b) Esporas (referencia de escala 10 μ m). c) Trama (referencia de escala 100 μ m).

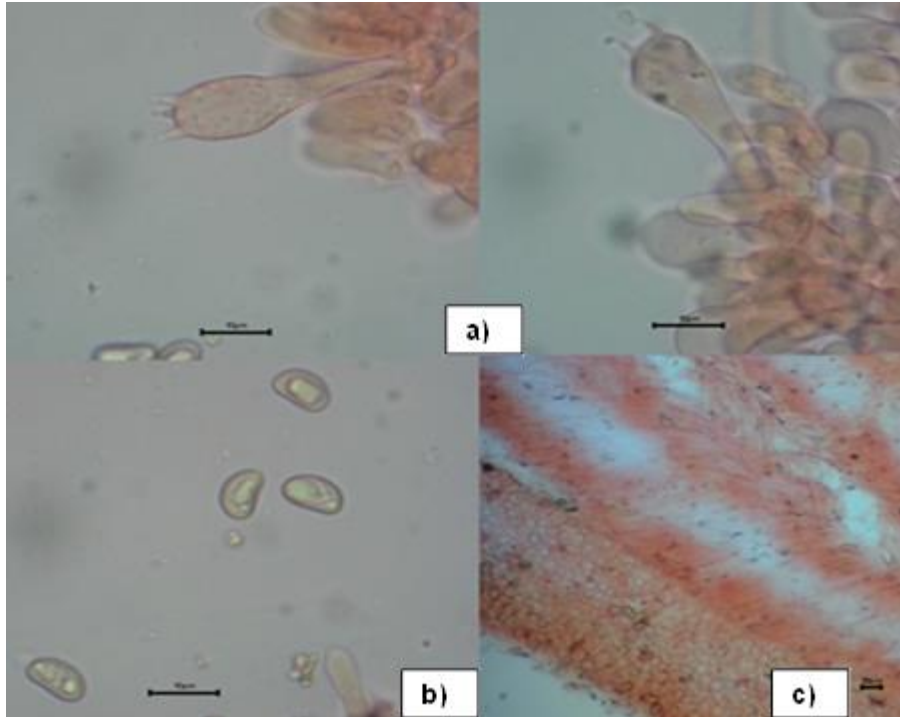


Figura 38. Elementos microscópicos de *Inocybe* sect. *rimosae*. a) Basidios (referencia de escala 10 μm). b) Esporas (referencia de escala 10 μm). c) Trama (referencia de escala 10 μm).

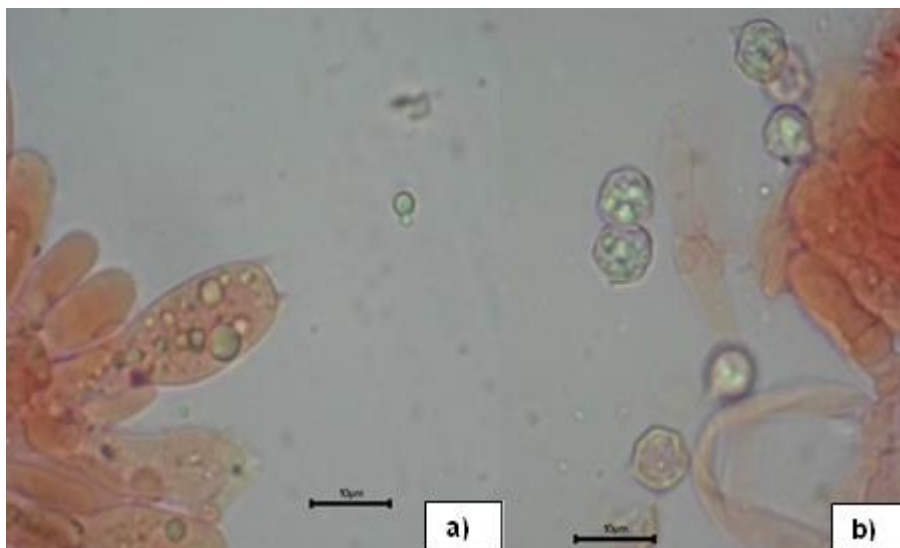


Figura 39. Elementos microscópicos de *Inocybe* sp. a) Basidios (referencia de escala 10 μm). b) Esporas (referencia de escala 10 μm).

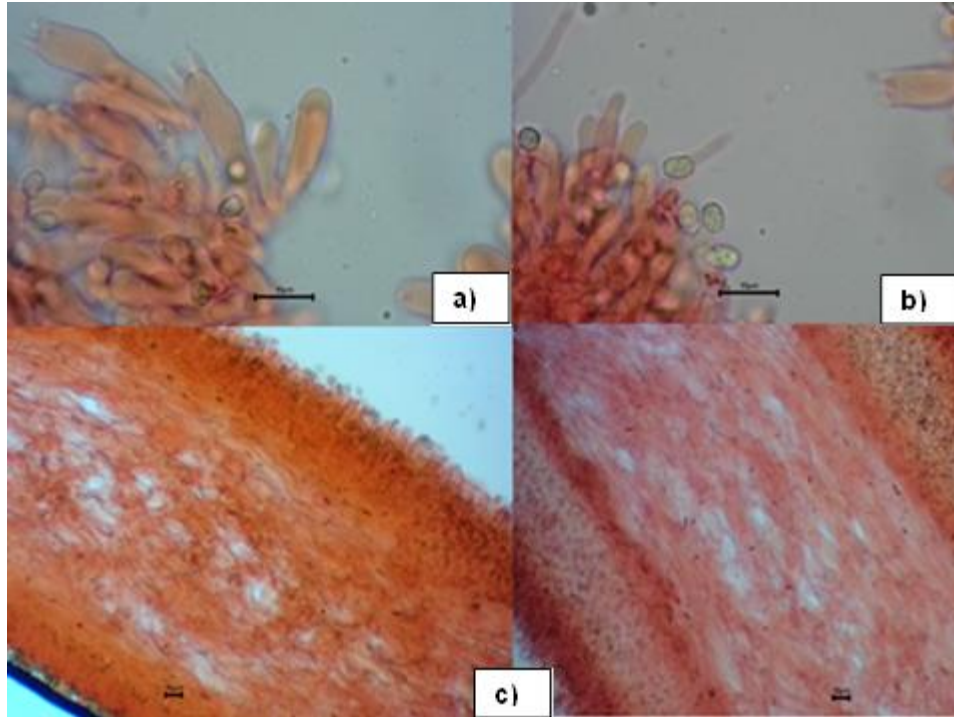


Figura 40. Elementos microscópicos de *Lyophyllum* aff. *subglobisporum*. a) Basidios (referencia de escala 10 µm). b) Esporas (referencia de escala 10 µm). c) Trama (referencia de escala 10 µm).

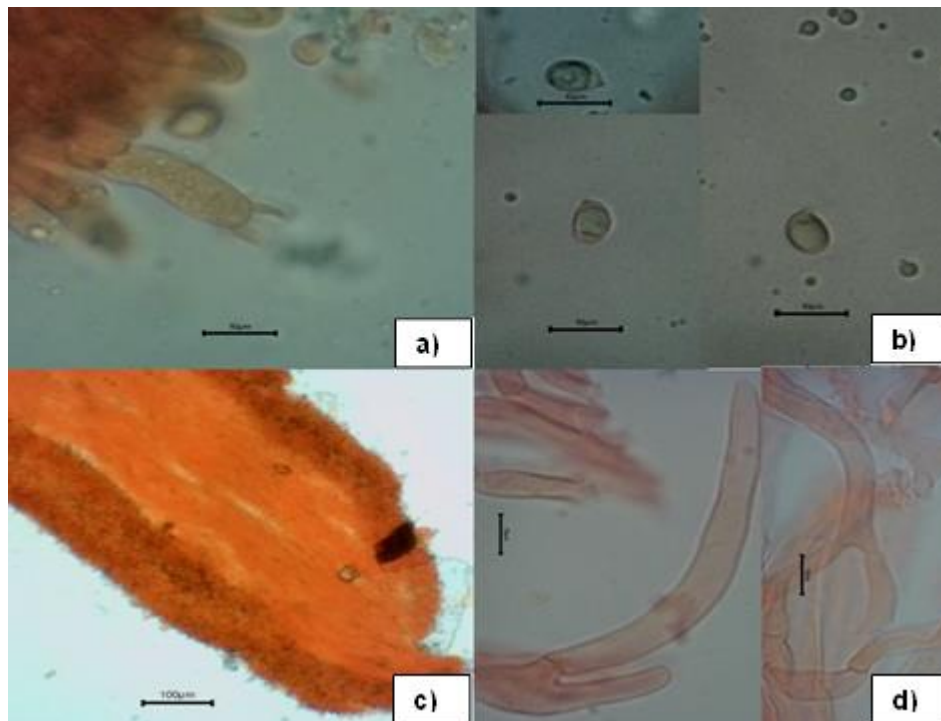


Figura 41. Elementos microscópicos de *Tricholoma* sect. *megatracholoma* a) Basidios (referencia de escala 10 µm) b) Esporas (referencia de escala 10 µm). c) Trama (referencia de escala 100 µm). d) pileipellis (referencia de escala 10 µm).

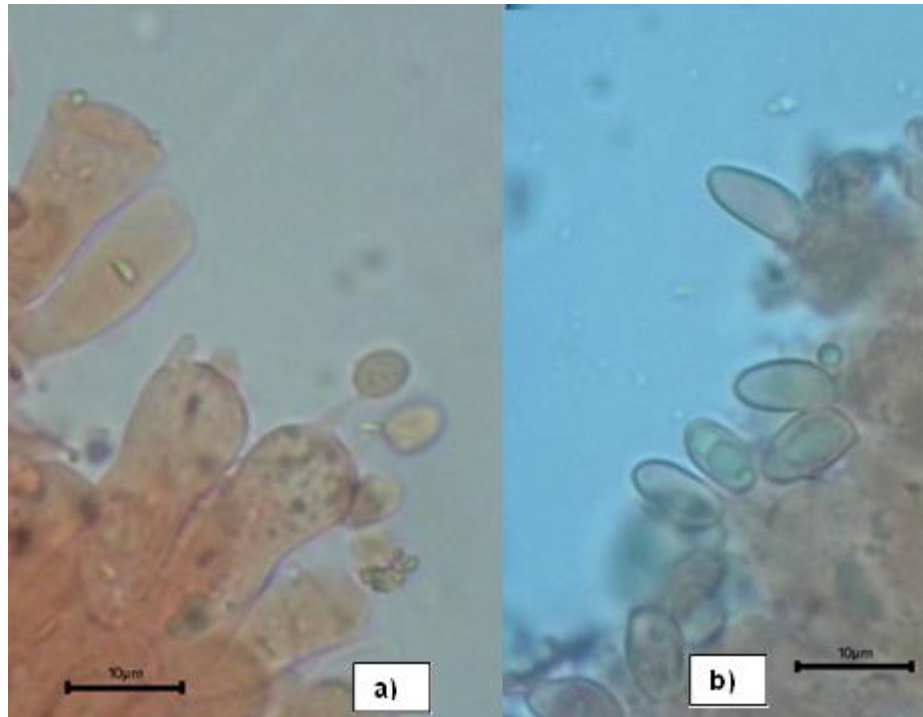


Figura 42. Elementos microscópicos de *Boletus weberi*. a) Basidios (referencia de escala 10 µm).
b) esporas (referencia de escala 10 µm).

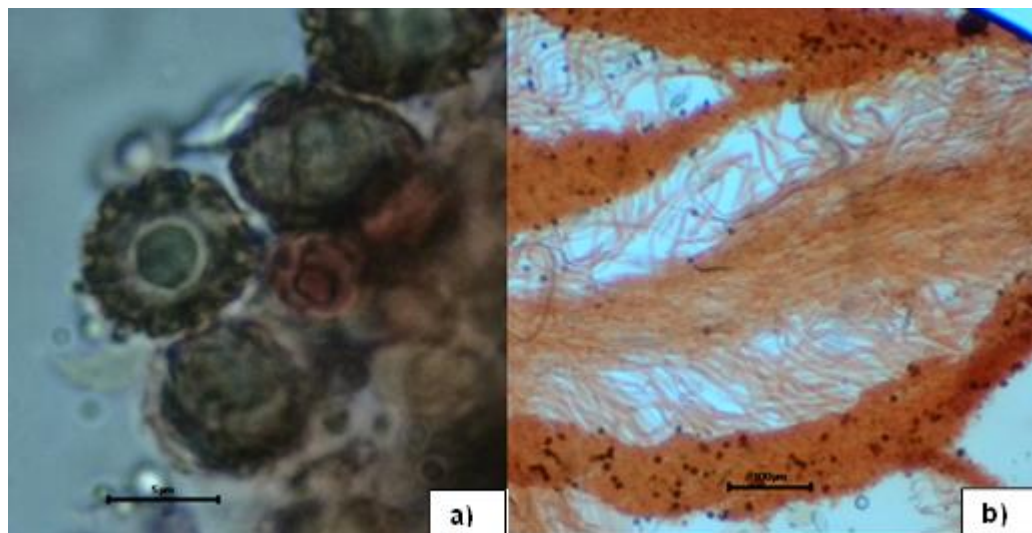


Figura 43. Elementos microscópicos de *Strobilomyces confusus*. a) Esporas (referencia de escala 5 µm). b) trama (referencia de escala 100 µm).

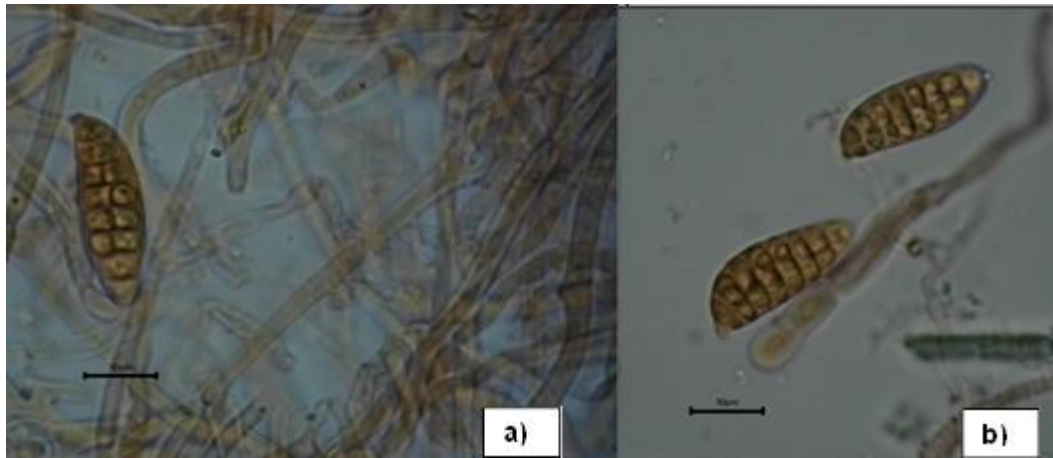


Figura 44. Elementos microscópicos de *Dacrymyces chrysospermus*. a) basidios (referencia de escala de 10 µm). b) esporas (referencia de escala 10 µm).

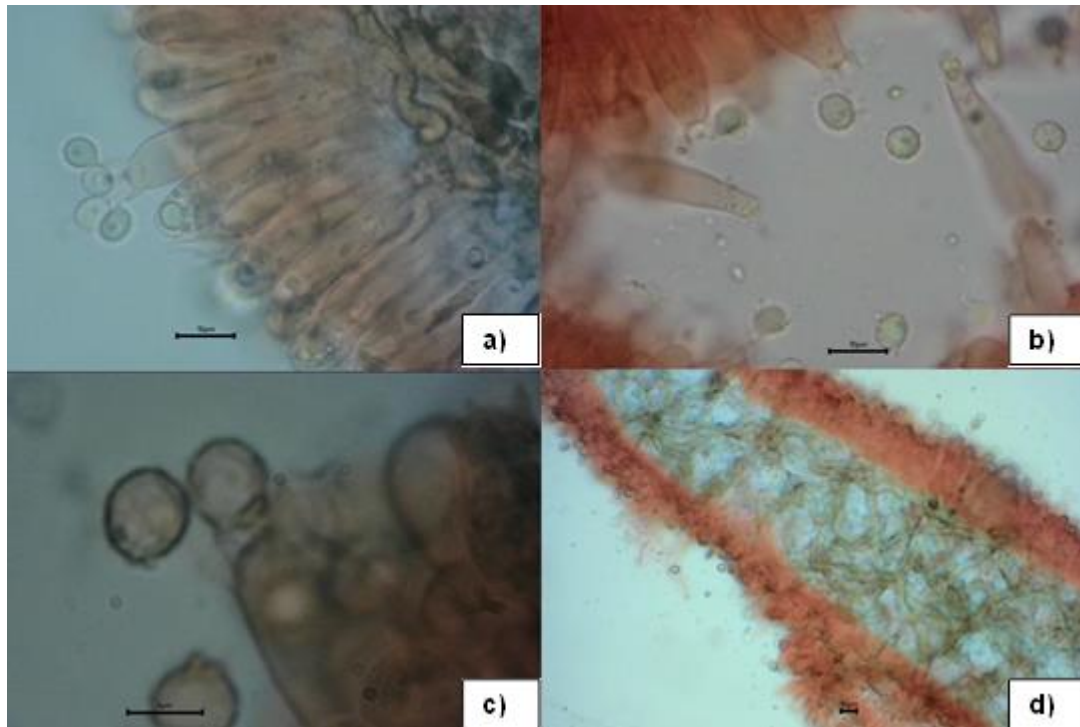


Figura 45. Elementos microscópicos de *Lactarius* sp. a) Basidios (referencia de escala 10 µm). b,c) esporas (referencia de escala 10 y 5 µm). d) trama (referencia de escala 10 µm).

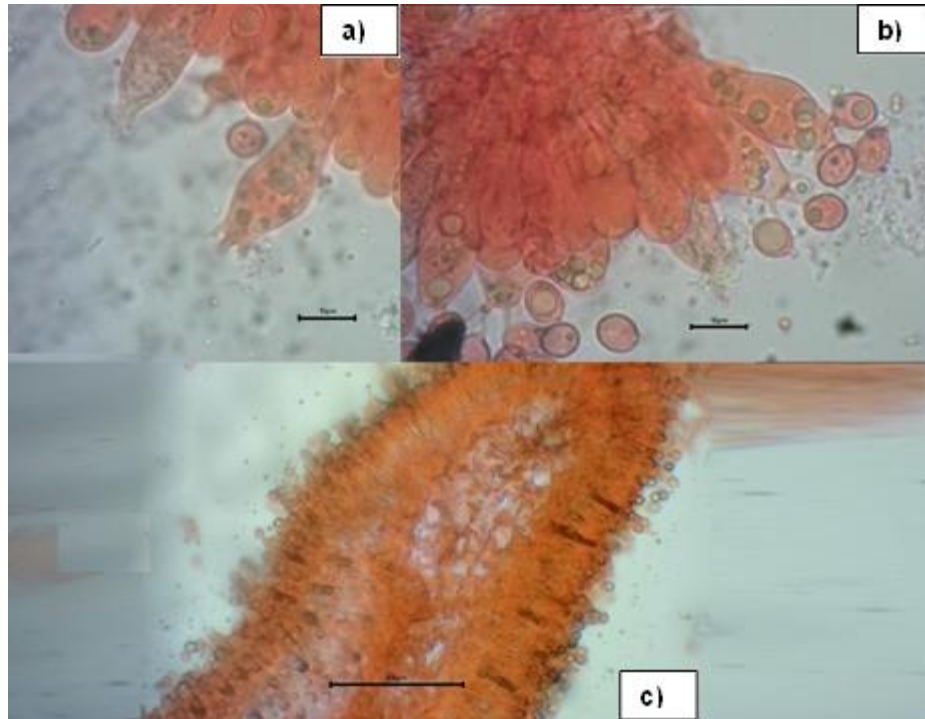


Figura 46. Elementos microscópicos de *Russula* sp. 1. a) Basidios (referencia de escala 10 µm). b) esporas (referencia de escala 10 µm). c) trama (referencia de escala 100 µm).