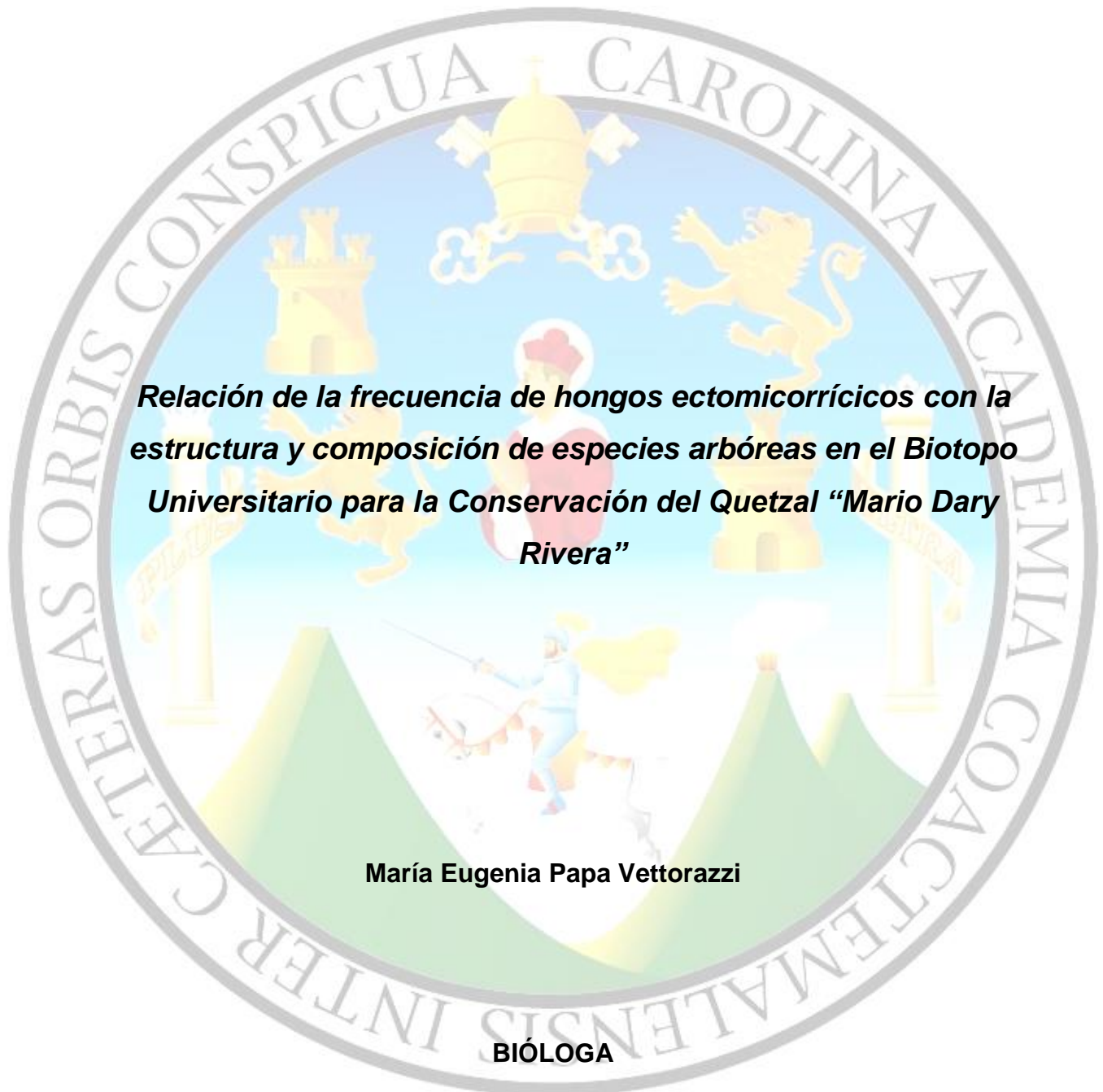


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



***Relación de la frecuencia de hongos ectomicorrícicos con la estructura y composición de especies arbóreas en el Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal "Mario Dary Rivera"***

**María Eugenia Papa Vettorazzi**

**BIÓLOGA**

Guatemala, septiembre 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

***Relación de la frecuencia de hongos ectomicorrícicos con la estructura y composición de especies arbóreas en el Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal “Mario Dary Rivera”***

INFORME DE TESIS

Presentado por

**María Eugenia Papa Vettorazzi**

Para optar al título de

**BIÓLOGA**

Guatemala, septiembre 2015

**Junta Directiva de la  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia**

<b>DECANO</b>	Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda
<b>SECRETARIO</b>	Licda. Elsa Julieta Salazar Meléndez de Ariza
<b>VOCAL I</b>	Licda. Miriam Carolina Guzmán Quilo
<b>VOCAL II</b>	Dr. Sergio Alejandro Melgar Valladares
<b>VOCAL IV</b>	Br. Michael Javier Mo Leal
<b>VOCAL V</b>	Br. Blanqui Eunice Flores de León

**A Rodolfo Lima†**

Por confiar en mí trabajo

“...la juventud no muere nunca, recoge  
sus puños, suelta su frente al cielo  
y se queda establecida en la historia”

(Otto René Castillo)

## DEDICATORIA

Al pueblo de Guatemala por permitir mi formación en esta casa de estudios; por becar mi educación.

A mi familia: a mi mamá por ser el mejor ejemplo de mujer; gracias a ti soy la mejor versión de mí. A mi papá por su amor sin medida, por saber siempre cómo renovar la sonrisa. A mi hermano, por ser el mejor ejemplo de ser humano. A los tres pilares de mi vida, gracias por su apoyo y paciencia en este camino.

A mis cómplices, Dudi, Andrea, Daniela, Karla, Canche y Mónica, son el mejor regalo de la vida. A Stefi y Valentina, por llenar el alma de felicidad.

A Francisco Bocanegra por su compañía, cariño, ayuda y comprensión en todo este camino.

A mis amigos Alejandra Morales, Ricardo Gill, Carla del Cid, Reyna Gutiérrez, Margoth Díaz, Paula Echeverría, Bárbara Cúmez, Pablo Lee, José Carlos Calderón, Renato Morales, Ángela Barrios. En especial a Rosa Sunum, porque gran parte de este logro es gracias a tu ayuda. A Sofía Méndez, mi compinche y a los dos incondicionales: Sara de León y Francisco J. García. Infinitas gracias por los momentos.

A los guarda recursos del Biotopo del Quetzal (BUCQ), por resguardar nuestro patrimonio natural.

A mi asesora Dra. Maura Quezada y a mi revisor Dr. Juan Fernando Hernández, por compartir sus conocimientos para la elaboración de este trabajo.

Agli amici di origine trentina: Alice, Mario, Francisco, Ramone e Gina. E' stata un'esperienza indimenticabile da condividere con persone che fanno parte della stessa storia. Grazie per l'amicizia.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACYT) por financiar este proyecto de investigación.

A los profesores de la Escuela de Biología que influyeron en mi formación académica.

A los Herbarios BIGU y USCG por brindar el espacio y equipo necesario para llevar a cabo la investigación.

A Ricardo Gill y Juan Pablo Herrera por su apoyo en la recolecta de hongos. A Luis Velásquez y Mario Véliz por su apoyo en la colecta y determinación de las especies arbóreas. A Lester González por su apoyo en la toma de fotografías.

A la administración del BUCQ especialmente a la Licda. Mayra Oliva por su apoyo en la coordinación de los viajes de campo.

A los guarda recursos del BUCQ, particularmente a Gustavo y Oscar René por su valioso acompañamiento en el campo y el apoyo en la recolecta de hongos.

A Andrea Rinaldi y Ornella Comandini, por aportar sus conocimientos para la elección del sitio de estudio y diseño de la investigación.

## ÍNDICE

1. Resumen	9
2. Introducción	10
3. Antecedentes	12
3.1. Generalidades del Reino Fungi	12
3.2. Micorrizas	13
3.2.1. Tipos de micorrizas	13
3.2.2. Factores que influyen en el desarrollo de ectomicorrizas	17
3.2.3. Importancia de los hongos micorrícicos	18
3.3. Bosque nuboso	19
3.4. Estudios anteriores en el área	20
3.5. Estudios similares en otras localidades	21
4. Justificación	22
5. Objetivos	24
5.1. General	24
5.2. Específicos	24
6. Hipótesis	25
7. Materiales y métodos	26
7.1. Universo	26
7.1.1. Población	26
7.1.2. Muestra	26
7.1.3. Unidad experimental	26
7.2. Materiales	26
7.3. Método	28
7.3.1. Área de estudio	28
7.3.2. Ubicación de los sitios de colecta	29
7.3.3. Colecta de los hongos micorrícicos	31
7.3.4. Colecta de vegetación	32
7.3.5. Descripción microscópica y determinación de los hongos	33



7.3.6. Determinación de las especies vegetales	34
7.3.7. Análisis estadístico	34
7.3.7.1. Riqueza de hongos ectomicorrícicos y especies arbóreas	34
7.3.7.2. Cambio en la composición espacial de hongos y plantas	35
7.3.7.3. Relación de los hongos con la composición y estructura de la vegetación	36
7.3.7.4. Biomasa	36
8. Resultados	38
8.1. Riqueza de hongos	38
8.2. Riqueza de especies arbóreas	39
8.3. Cambio en la composición espacial de hongos y plantas	40
8.4. Relación de los hongos con la composición y estructura de la vegetación	44
8.5. Biomasa	46
9. Discusión	49
9.1. Riqueza de hongos	49
9.2. Riqueza de especies arbóreas	50
9.3. Cambio en la composición espacial de hongos y plantas	51
9.4. Relación de los hongos con la composición y estructura de la Vegetación	54
9.5. Biomasa	55
10. Conclusiones	58
11. Recomendaciones	60
12. Referencias bibliográficas	62
13. Anexos	73

## 1. RESUMEN

Los hongos ectomicorrícicos son organismos que garantizan la estabilidad del bosque por su función de obtener agua y minerales para las plantas con las que se encuentran asociados, garantizando la permanencia y desarrollo de la vegetación en un área. El bosque nuboso como en el que se encuentra el Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal “Lic. Mario Dary Rivera” (BUCQ) es uno de los más importantes por la alta riqueza y elevados niveles de endemismo. Sin embargo, se encuentra altamente amenazado por el avance de la frontera agrícola, el cambio climático y otros factores antropogénicos. Por tanto, comprender la relación existente entre hongos y plantas es indispensable para establecer estrategias de manejo y conservación adecuadas para el área. En este sentido el presente estudio evaluó la relación existente entre la frecuencia de hongos ectomicorrícicos y la composición y estructura arbórea del área protegida, en la época lluviosa (junio a octubre) del año 2,014. Para ello se utilizaron diez transectos ubicados a lo largo del gradiente altitudinal (rango de 1,700 a 2,100 metros sobre el nivel del mar, dos transectos por altitud). Se recolectó un total de 134 ejemplares de hongos ectomicorrícicos, pertenecientes a 82 morfoespecies y 4 especies, siendo Russulaceae, Cortinariaceae y Boletaceae las que se presentaron con mayor riqueza. Se reporta un total de 54 especies de plantas pertenecientes a 34 familias y ocho especies que no fueron determinadas. Las familias Rubiaceae, Melastomataceae y Lauraceae fueron las que presentaron mayor riqueza. La variable que presentó mayor relación con la frecuencia de hongos fue el diámetro de la copa ( $r^2=0.307$ ;  $p=0.29$ ), siendo mayor la frecuencia de hongos en los sitios que presentaron menor cobertura arbórea. En cuanto a la productividad de los hongos (biomasa), la variable que presentó mayor relación fue la frecuencia de especies arbóreas ( $r^2=0.382$ ;  $p=0.21$ ), lo que evidencia que a mayor riqueza de plantas, mayor fue la biomasa. Los datos obtenidos demuestran que en el BUCQ el ensamble de especies de hongos micorrícicos no varía consistentemente con los ensambles de especies arbóreas.

## 2. INTRODUCCIÓN

Los bosques nubosos se caracterizan por presentar una elevada humedad atmosférica y la precipitación total que llega al interior del bosque se incrementa con aquella proveniente de la nubosidad que es interceptada por la vegetación (Bubb, May, Miles & Sayer, 2004, p.5-13; Brown y Kappelle, 2001, p.26). A su vez, brindan a la población humana servicios ecosistémicos, entre los cuales podemos mencionar: el agua como sustento básico, regulación del clima y de la erosión del suelo, así como provisión de recursos naturales (leña, alimento, educación ambiental, recreación y servicios turísticos) que ayudan en la subsistencia de las comunidades cercanas (Balvanera y Cotler, 2009, p.188-190; BIDAS y Eco-Quetzal, 2001).

América Latina posee el 50% de estos bosques en el mundo y en Guatemala, aunque existen varias zonas boscosas, las nubosas representan únicamente el 1.05% de la cobertura (CONAP, 2010, p.31). A pesar de su reducida extensión, son muy importantes porque resguardan alta diversidad biológica y presentan elevados niveles de endemismo. Además, proveen a las poblaciones aledañas de los recursos ya mencionados. Cabe resaltar que son sitios amenazados por factores antropogénicos y climáticos. Se estima que Latinoamérica pierde anualmente al menos el 1.1% de cobertura. Esta amenaza obliga a incrementar los esfuerzos dirigidos hacia su conservación, lo que implica incrementar la inversión en las investigaciones, afinarlas y aumentar su cobertura así como la divulgación y aplicación de las mismas (Brown, et al., 2001, p.31).

Los hongos son el segundo grupo más diverso de organismos y se reconocen por su función como recicladores de nutrientes (Pérez-Moreno y Read, 2004, p.243). En los bosques nubosos, la diversidad de hongos asociados a raíces de plantas (ectomicorrícicos o ectomicorrizas) es alta (Morris, Pérez-Pérez, Smith & Bledsoe, 2008, p.376). Las ectomicorrizas garantizan la estabilidad de los bosques, pues

su función principal es incrementar el crecimiento de la planta mediante la mayor obtención de agua y nutrientes, así como el mantenimiento y maduración de la vegetación (Peterson, et al., 2004, p.22-23, 33-38). En el contexto anterior, el presente estudio tiene como meta contribuir al conocimiento de los hongos ectomicorrícicos y su relación respecto a las especies arbóreas en el BUCQ a fin de asegurar su estabilidad y conservación.

## 1. ANTECEDENTES

### 1.1. Generalidades del Reino Fungi

Se estima que el Reino Fungi está conformado por unas 1.5 millones de especies, de las cuales se ha descrito únicamente el 5% (Hawksworth, 1997, p.888-890). Este grupo altamente diverso se caracteriza porque son organismos eucariotas que se reproducen por esporas, presentan nutrición heterótrofa y son osmótrofos, lo que significa que excretan enzimas al sustrato en el que se encuentren y de esta manera degradan compuestos complejos a compuestos orgánicos simples que pueden ser absorbidos (Deacon, 2006, p.4-5; Moore, 1998, p.5-6). Su unidad estructural son células denominadas hifas, las cuales presentan dos particularidades: (1) crecen únicamente desde el ápice y (2) se ramifican formando un tejido denominado micelio (Moore, 1998, p.8, 26-27). El crecimiento del micelio es localizado y se encuentra regulado para la formación de cuerpos fructíferos.

Otra de las características de estos organismos es que la pared celular es un complejo de muchas capas compuesto por polisacáridos, glicoproteínas y proteínas. El componente estructural de la pared de las hifas es la quitina (Moore, 1998, p.31-35). Dentro de las células se almacenan compuestos orgánicos como el manitol, trehalosa y glucógeno (Deacon, 2006, p.5).

Los hongos juegan un papel importante en todos los ecosistemas, pues por su forma de nutrición obtienen, absorben, metabolizan, reprocessan y redistribuyen los nutrientes en el sustrato en que se encuentren (Moore, Robson & Trinci, 2011, p.237; Moore, 1998, p.71). La digestión extracelular los convierte en los principales descomponedores de una amplia gama de sustratos como la celulosa, hemicelulosa, lignina, quitina, almidón y glucógeno. Al ser los principales recicladores de la biomasa, permiten que muchos nutrientes estén disponibles para otros organismos (Moore, et al., 2011, p.239-242).

Además de la importancia de los hongos que desempeñan una función como descomponedores, otros son importantes porque son patógenos o parásitos (Perez-Moreno y Read, 2004, p.239). Algunos hongos forman asociaciones con las plantas y según el tipo de asociación y el hongo involucrado, los efectos sobre el crecimiento de la planta varían. La asociación conocida como micorriza es aquella establecida entre un hongo y las raíces de una planta (Deacon, 2006, p.6-8).

## 1.2. Micorrizas

Las micorrizas son una asociación simbiótica mutualista entre un hongo y las raíces de una planta. Se cree que esta asociación evolucionó hace unos 650 a 400 millones de años y está presente en, al menos, el 80% de las plantas vasculares (Martínez y Pugnaire, 2009, p.45). En esta simbiosis la planta se beneficia porque se incrementa la absorción de nutrientes, especialmente de fósforo, vía el micelio del hongo. Por otro lado, el hongo obtiene azúcares producidas por la planta durante la fotosíntesis (Moore, et al., 2011, p.337-337)

Las micorrizas se pueden clasificar de acuerdo a la disposición de las hifas en relación a los tejidos de las raíces de las plantas (Moore, et al., 2011, p.337). Actualmente se conocen siete tipos de micorrizas

### 1.2.1. Tipos de micorrizas

Las **endomycorrizas** son aquellas en que la estructura fúngica invade las células de la raíz hospedera. Aquí se incluyen cinco subtipos de micorrizas, los cuales se diferencian por el desarrollo intracelular de las hifas (Peterson, et al., 2004, p.1).

- Micorrizas arbusculares: son las más comunes y se cree que fueron las primeras en evolucionar. Los hongos involucrados en la asociación pertenecen al grupo *Glomeromycota* y se encuentran en el 80% de las plantas (Schuessler, Schwarzott & Walker, 2001, p.1413-1420). Se caracterizan porque forman arbusculos (hifas con ramificaciones dicotómicas sucesivas) en el interior de las células de la raíz (ver figura 1). Un arbusculo muy ramificado aumenta la superficie de contacto entre el hongo y la raíz, permitiendo el intercambio de carbono y fosfato entre los organismos (Webster, et al, 2007, p.218-222; Deacon, 2006, p.258).
  
- Micorrizas ericoides: son micorrizas específicas de algunas familias agrupadas en el orden *Ericales* y los hongos involucrados son del phylum *Ascomycota*. Los hongos involucrados en esta asociación son simbioses facultativos, rodean los pelos radiculares de las plantas, digieren polímeros de forma saprófita y proveen de nitrógeno y fósforo a la planta. Cuando las condiciones ambientales son muy extremas, el hongo puede suministrar incluso la fuente de carbono a la planta (Moore, et al., 2011, p.341-343). Se pueden separar dos subgrupos debido a su especialización:
  - Micorrizas arbutoides: simbiosis conformada por hongos del phylum *Basidiomycetes* y plantas de las familias Ericaceae (*Arbutus* y *Arctostaphylos*) y Pyrolaceae (*Pyrola*). Tiene características tanto de las endomicorrizas como de las ectomicorrizas (Moore, et al., 2011, p.343).
  - Micorrizas monotropoides: esta asociación se forma en plantas que carecen de clorofila y hongos *Basidiomycota* que forman ectomicorrizas con otras plantas. Los hongos las proveen de minerales y nutrientes del sustrato, así como de carbohidratos que obtienen de las plantas con las que forman la ectomicorriza (Deacon, 2006, p.276).
  
- Micorrizas orquidoides: son similares a las ericoides, sin embargo son los hongos los que proveen la fuente de carbono a la semilla de las orquídeas

pues esta no es fotosintética. El hongo se encarga de utilizar fuentes de carbono complejas que encuentra en el sustrato y los degrada para que se encuentren disponibles para la orquídea joven (Webster, et al., 2007, p.596).

Las **ectomicorrizas** son asociaciones que forman hongos *Basidiomycota* y *Ascomycota* que involucran aproximadamente el 3% de las plantas con semilla. En total se han identificado 43 familias y 140 géneros de plantas que forman esta asociación. La mayoría de plantas que establecen esta relación simbiótica son especies forestales. En cuanto a los hongos se han reportado 7750 especies formadoras de micorrizas, agrupadas en 343 géneros (Baxter & Dighton, 2005, p.383-384; Moore, et al., 2011, p.346; Rinaldi, Comandini & Kuyper, 2008, p.1).

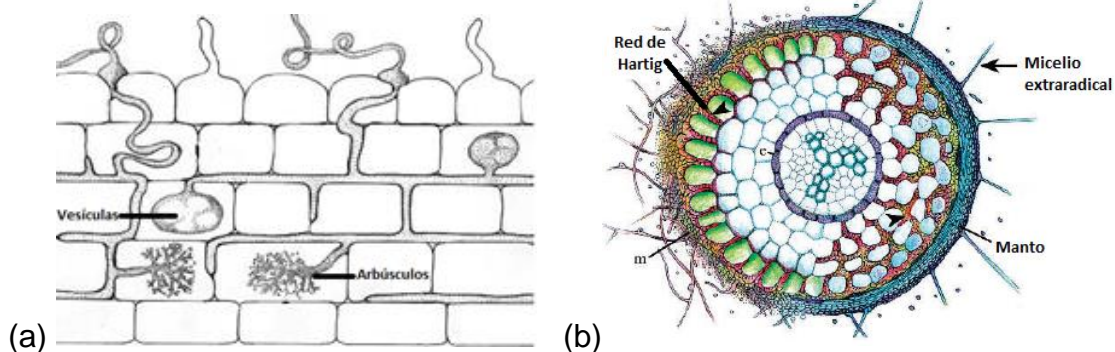
Las ectomicorrizas presentan características morfológicas y estructurales que varían de los tipos descritos anteriormente. Se distinguen por la presencia de un manto, la red de Hartig y el micelio extra radical (ver figura 2). El manto es una estructura que se localiza en la interfaz entre la raíz de la planta y el suelo. Se puede diferenciar en manto interno, intermedio y el externo (Webster & Weber, 2007, p.21, 526). Las hifas del manto interno frecuentemente están muy ramificadas incrementando el área de contacto para el intercambio de nutrientes. Debido a la ramificación se cree que el manto está involucrado en el movimiento bidireccional de nutrientes. El hongo absorbe glucosa o fructosa y los convierte en carbohidratos solubles como trehalosa y manitol, o bien, en carbohidratos insolubles como glucógeno que son almacenados en las hifas (Peterson, et al., 2004, p.9, 22).

La red de Hartig es un conjunto de hifas que se originan del manto interno y se encuentra entre las células de las raíces de la planta. Estas hifas son muy ramificadas y su función es el intercambio de nutrientes en la interfaz con las células de la raíz. Estas hifas presentan numerosos orgánulos, incluyendo mitocondrias, lo que evidencia una elevada actividad metabólica (Kottke &



Oberwinkler, 1987, p.85). La red de Hartig es la estructura que permite que los azúcares producidos por la planta sean absorbidos por el hongo y que los nutrientes minerales y el agua se transfieran a las raíces. Las hifas de esta estructura también pueden almacenar carbohidratos, lípidos, compuestos fenólicos y polifosfatos (Peterson, et al., 2004, p.22-23).

El micelio extra radical está conformado por las hifas que se desarrollan desde el manto interno hacia el suelo. Este micelio puede formar grandes redes que permite interconectar raíces de la misma planta o plantas adyacentes (van der Heijden & Horton, 2009, p.1140). La función del micelio es movilizar, absorber y translocar nutrientes minerales (nitrógeno y fósforo) y agua desde el suelo hacia la planta. Los compuestos carbonados son translocados en dirección opuesta, desde la raíz hacia el micelio extra radical, con el propósito de mantener el crecimiento y los procesos metabólicos del organismo (Finlay, 2008, p.1115).



**Figura 1:** (a) Micorriza arbuscular y (b) Ectomicorriza

Tomado y modificado de Peterson, et al., 2004

Las **ectendomicorrizas** exhiben tanto características de endomicorrizas como de ectomicorrizas. Están restringidas a los géneros *Pinus*, *Picea* y *Larix*. Los hongos pertenecen al grupo *Ascomycota*. Estas micorrizas presentan las mismas características que las ectomicorrizas pero se evidencia una penetración intracelular de las hifas a las células de las raíces (Moore, et al., 2011, p.351).

### 1.2.2. Factores que influyen en el desarrollo de ectomicorrizas

Para que se forme una ectomicorriza es imprescindible que la planta presente raíces secundarias jóvenes de crecimiento lento para que el micelio del hongo entre en contacto con la misma y se favorezca la formación de dicha asociación. Debido a este motivo, es probable que la presencia de ectomicorrizas sea mayor en climas templados, ya que en climas tropicales el crecimiento de las plantas es más rápido (De Román y De Miguel, 2000, p.5-6). Se debe mencionar que las condiciones ambientales también tienen una influencia sobre la habilidad de formar esta simbiosis (Moore, et al. 2011, p.354-355). La temporalidad es uno de los factores ambientales que afecta el desarrollo de las micorrizas. En diferentes épocas de un año, la abundancia de las especies micorrícicas varía (Swaty, Gehring, van Ert, Theimer, Keim & Whitham, 1998, p.773).

La interacción de los hongos micorrícicos con factores bióticos también determina la presencia de los hongos micorrícicos. Entre los factores bióticos se puede mencionar la competencia inter e intraespecífica y la herbivoría. Ambos pueden reducir o mantener determinados hongos en un área (Pickles, Genney, Anderson & Alexander, 2009, p.156). Los factores abióticos como la distribución de nutrientes, el agua disponible, el sustrato y la perturbación del área también afectan a los hongos del lugar (van der Heijden & Horton, 2009, p.1144, 1146-1147).

La contaminación con nitrógeno y ozono también afecta el desarrollo de los hongos. El ozono reduce el flujo de carbono hacia las raíces de la planta y por tanto hacia el hongo simbiote. Se ha observado que cuando la concentración de ozono es alta por un tiempo prolongado, la infección de hongos micorrícicos disminuye (Meier, Grand, Schoeneberger, Reinert & Bruck, 1990, p.11). El nitrógeno afecta a los hongos micorrícicos alterando la composición del suelo (N

inorgánico disponible, pH, cationes y P disponible, cationes disponibles como el aluminio) y la nutrición de la planta. Cuando se encuentra gran cantidad de nitrógeno en el suelo la diversidad y producción de esporocarpos de los hongos micorrícicos disminuye (Lilleskov, 2005, p.770-775).

Además de las características que son necesarias para que un hongo infecte la raíz de una planta, para el desarrollo de una micorriza es indispensable que el intercambio de nutrientes sea eficiente. Para que esto suceda uno de los simbiontes debe liberar un nutriente al espacio extracelular y la enzima que convierte esta sustancia a una estructura asimilable por el otro simbionte (Moore, et al., 2011, p.351-352).

### 1.2.3. Importancia de los hongos micorrícicos

Las micorrizas permiten que la planta obtenga más nutrientes del suelo puesto que el micelio extra radical se puede extender a más distancia que los pelos radiculares. De esta forma, las micorrizas permiten a la planta un incremento en la absorción especialmente de agua y de iones poco móviles como el fósforo y el nitrógeno, por lo tanto, contribuye al crecimiento y establecimiento de las plantas en un lugar (Peterson, et al., 2004, p.4). El hongo metaboliza algunos compuestos que de otra forma la planta no podría obtener. Debido a esto las micorrizas pueden ser empleadas en la restauración de lugares degradados y en el establecimiento de algunas comunidades vegetales (Baxter, et al., 2005, p.384-385).

Cabe mencionar que las micorrizas también son útiles para combatir algunos patógenos de las plantas como los nemátodos. Las hifas de las micorrizas atrapan los nemátodos y se alimentan de ellos. Asimismo, algunos hongos pueden unir los metales pesados como el zinc, cadmio y arsénico a sus hifas, protegiendo a las plantas de niveles tóxicos de estas sustancias (Peterson, et al., 2004, p.4).

### 1.3. Bosque nuboso

Los bosques nubosos son ecosistemas forestales se caracterizan por la persistencia de nubes. La presencia de nubosidad reduce la radiación solar y como consecuencia, eleva la humedad presente en el área. La vegetación intercepta la neblina y capta el agua que contiene, lo que incrementa la precipitación total. Este fenómeno se conoce como lluvia horizontal. La precipitación total se puede incrementar en un 5 – 20% debido a dicha captación de agua, asimismo mediante este fenómeno se pueden incorporar al sistema nutrientes provenientes en la neblina (Brown y Kappelle, 2001, p.26-30; Hamilton, 2001, p.43)

A escala global los bosque nubosos representan 48 millones de hectáreas, de las cuales aproximadamente el 50% se encuentra en América Latina y se estima que se pierde el 1.1% anual. En este porcentaje bajo en relación al tamaño de la superficie terrestre, se alberga gran proporción de la diversidad y se encuentra un gran número de especies endémicas (Brown, et al., 2001, p.31; Hamilton, 2001, p.43-45).

En Guatemala los bosques nubosos pueden encontrarse desde 1200 hasta 2400 – 2600 metros sobre el nivel del mar. Estos boques se encuentran en los departamentos de Huehuetenango (Los Cuchumatanes), San Marcos, Quetzaltenango (cadena volcánica), Quiché y Alta Verapaz (Sierra de las Minas), Baja Verapaz, El Progreso, Zacapa e Izabal (Sierra de las Minas). La temperatura media oscila entre 12 – 23 °C y la precipitación promedio anual es de 2000 a 5000 milímetros. Los meses de menor precipitación se extienden de noviembre a abril (Islebe y Véliz, 2001, p.232).

#### 1.4. Estudios anteriores en el área

El estudio de la vegetación en el área inició en 1976. Monterroso (1976) determinó la presencia de 30 especies de árboles y describió la estructura del bosque. García (1998) estudió la vegetación del Biotopo del Quetzal desde los 1,800 hasta 2,200 msnm. En este estudio no se encontró una diferencia significativa en la composición de especies de cada altitud. Las altitudes presentaron una similitud mayor al 80%.

Jiménez (2009) estudió los helechos del Corredor Biológico del bosque nuboso indica que existe una correlación positiva entre la altitud y otras características estructurales del bosque (área basal, altura del dosel y densidad) y la cantidad de helechos presentes en el área. Sin embargo, resalta que el patrón puede deberse a las presiones antrópicas que son mayores en las altitudes bajas.

Juárez, Barrios y Bustamante (2010) realizaron un estudio sobre las plantas nutricias del quetzal y no encontraron un patrón de distribución de las plantas nutricias a lo largo del gradiente altitudinal. Únicamente se encontró una diferencia entre las elevaciones superiores y las inferiores consideradas en el estudio.

El estudio de los hongos en el Biotopo del Quetzal inició con el estudio de Sommerkamp (1984), quien estudió la diversidad del área, encontrando 51 géneros en 119 ejemplares. El estudio más reciente del área es el de Ponce (2005) quien reportó 79 morfoespecies de hábito lignícola. Cabe destacar que en la región no existe un estudio específico de hongos ectomicorrícicos y no se ha realizado un estudio en el que se considere la vegetación asociada a los hongos. Dadas las amenazas a las que está expuesta la zona (deforestación, incendios forestales, extracción de madera y especies ornamentales) es urgente que se efectúen estudios enfocados hacia la conservación del bosque.

### 1.5. Estudios similares en otras localidades

Las especies vegetales presentes en un área y las condiciones de suelo son dos variables que influyen en la presencia de ectomicorrizas. Se cree que la diversidad de hongos ectomicorrícicos depende de la diversidad de especies vegetales. Natel y Neumann (1992) describen que existe una fuerte correlación entre las comunidades de hongos y las comunidades de plantas. Richard, Moreau, Selosse & Gardes (2004), observaron una disminución en la riqueza de hongos cuando se incrementan los estratos arbóreos y la diversidad de especies se encontró correlacionada positivamente con la densidad de arbustos. En este estudio se indica también que la producción de cuerpos fructíferos se incrementa en los claros del bosque.

Por otro lado Kernaghan (2005) indica que existen numerosos factores que determinan la diversidad de ectomicorrizas en un área. La más evidente es la diversidad de la comunidad vegetal del área. Otro factor es la edad del bosque pues usualmente un bosque maduro puede mantener más especies de hongos que uno inmaduro. La productividad de la vegetación también tiene influencia sobre la diversidad de hongos, pues a mayor productividad hay mayor abundancia de hongos.

Gómez (2009) encontró que en el bosque mesófilo de montaña de Veracruz, México la diversidad de especies fúngicas es similar a la diversidad de especies vegetales a diferentes altitudes. Encontró que la riqueza de especies disminuye cuando se incrementan las plantas del sotobosque, al contrario de lo que expone Richard, et al. (2004). Sin embargo, dicha diferencia la atribuye a factores microclimáticos.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Guatemala es considerado un país megadiverso y en Mesoamérica ocupa el segundo lugar de las regiones con mayor diversidad de especies y endemismo, ya que alberga del 7-10% de la diversidad conocida en el planeta (CONAP, 2012, p.56). El conocimiento y la protección de la diversidad biológica es una línea prioritaria para las naciones que desean alcanzar un desarrollo sostenible. En Guatemala se ha reconocido esta prioridad y por ello es que la legislación nacional incluye varios aspectos sobre la protección del medio ambiente. En el año 2011 se estableció la Política Nacional sobre la Diversidad Biológica, en la que se reconoce que la diversidad biológica es indispensable para el desarrollo humano sostenible e integral, la reducción de la vulnerabilidad ambiental y la adaptación al cambio climático (OTECBIO - CONAP, 2011, p.14-15; CONAP, 2012, p.56).

En Guatemala, los bosques nubosos albergan gran parte de la diversidad biológica y se caracteriza por presentar altos niveles de endemismo. En el país su situación es vulnerable ya que representan únicamente el 1.05% de la cobertura boscosa y se encuentran altamente fragmentados (CECON, 2010, p.31). El área del Corredor Biológico del Bosque Nuboso representa únicamente el 0.0027% del territorio guatemalteco (Jiménez, 2010, p.10). Actualmente la integridad ecológica del bosque nuboso del BUCQ está en riesgo, según la calificación dada por CONAP y la Asociación Tercer Milenio (AK3), la cual indica un “estado regular” (CECON, 2010, p.31). Debido a su vulnerabilidad, se hace necesario realizar estudios que generen información de grupos de organismos que permitan evaluar la permanencia a largo plazo este ecosistema.

Los hongos son organismos importantes en cualquier ecosistema ya que desempeñan un papel fundamental en el reciclaje de nutrientes y juegan un papel vital en la regulación del clima, así como en la disponibilidad de nutrientes para muchas plantas (Hyde, Cai & Jeewon, 2005, p.108). Un grupo importante en los

bosques templados, son los hongos micorrícicos, los cuales pueden garantizar la estabilidad de bosques, pues su función principal es incrementar el crecimiento de la planta mediante la mayor obtención de agua y nutrientes, así como el mantenimiento y maduración de la vegetación en los bosques (Peterson, et al., 2004, p.22-23, 33-38). Estos organismos también son los encargados del reciclaje de nitrógeno y permiten que este se encuentre disponible para otros organismos e incrementan la tasa de descomposición del sustrato en el que se encuentran (Lindahl & Boberg, 2008, p.183-196).

En conclusión, el estudio de los hongos micorrícicos es importante debido a su relación simbiótica con la vegetación. Por tanto, determinar la composición de hongos micorrícicos y su relación con las especies arbóreas, aporta información base para futuros planes de manejo, conservación y restauración del ecosistema.



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. General**

Establecer la composición y frecuencia relativa de hongos ectomicorrícicos y su relación respecto a la estructura y composición de especies arbóreas en el Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal “Mario Dary Rivera”

#### **3.2. Específicos**

Determinar la riqueza, frecuencia y biomasa de hongos ectomicorrícicos en el Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal “Mario Dary Rivera”

Estimar la riqueza y frecuencia de las especies arbóreas formadoras de ectomicorrizas en el Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal “Mario Dary Rivera”

Evaluar la relación existente entre la riqueza de especies ectomicorrícicas y la riqueza de especies arbóreas formadoras de ectomicorrizas en el Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal “Mario Dary Rivera”

#### **4. HIPÓTESIS**

La riqueza, frecuencia y biomasa de hongos ectomicorrícicos está relacionada con la riqueza y frecuencia y estructura de las especies arbóreas. Por tanto, dentro del Biotopo del Quetzal en los transectos que presenten mayor frecuencia y riqueza de especies arbóreas, mayor será la riqueza, frecuencia relativa y biomasa de hongos ectomicorrícicos.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Universo

#### 5.1.1. Población

Hongos formadores de ectomicorrizas presentes en el BUCQ, así como todas las especies arbóreas del área protegida.

#### 5.1.2. Muestra

Basidiomas ectomicorrícicos y vegetación arbórea presente en los diez puntos

#### 5.1.3. Unidad experimental

Transectos longitudinales de 50 x 20 m<sup>2</sup> situados a 1700, 1800, 1900, 2000 y 2100 metros sobre el nivel del mar localizados dentro del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal “Mario Dary Rivera”

### 5.2. Materiales

Equipo de campo

- Libreta de campo
- Números de colecta
- Bolsas plásticas
- Cajas plásticas
- Boletas de descripción macroscópica
- Lupas
- Papel encerado
- Bolsas de papel kraft
- Tijeras para podar
- Cinta métrica

- Clinómetro
- Densitómetro
- Navaja
- Cámara fotográfica
- Sistema de posicionamiento global – GPS
- Altimetro barométrico

#### Equipo de herbario

- Formatos de papel textocote
- Secadoras
- Prensas botánicas
- Cajas de papel textocote
- Papel libre de ácido
- Boletas de descripción microscópica
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Reactivo Melzer
- Reactivo Rojo Congo
- Reactivo KOH 5%
- Agua destilada
- Aceite de inmersión
- Microscopio Motic con cámara
- Balanza digital
- Esteroscopio Motic

#### Materiales y equipo de oficina

- Libreta de campo
- Lápices
- Marcador permanente

- Marcadores resaltadores
- Papel Bond
- Computadora
- Impresora

### 5.3. Método

#### 5.3.1. Área de estudio

El Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal “Mario Dary Rivera” (BUCQ) es administrado por la Universidad de San Carlos de Guatemala desde 1976. El área protegida se conforma por dos cerros: Quisís y Carpintero, que están ubicados entre los municipios de Salamá y Purulhá, Baja Verapaz a 90°11'0.9"O y 15°09'40.6". Este bosque nuboso tiene una temperatura media de 19.49°C, una humedad relativa de 90.7% y precipitación promedio anual de 2,069.8 mm (CECON, 2010, p.4-7; Google Earth, 2014).

El BUCQ forma parte de la Sierra de las Minas. El área protegida tiene una extensión de 1,026.84 hectáreas que se distribuyen desde una altitud de 1,650 metros sobre el nivel del mar hasta 2,348 m. La zona está limitada por dos fallas geológicas, la del río Polochic y la correspondiente a los ríos Sinajá-Panimá. El sistema hídrico está conformado por cuatro cuencas, dos que drenan en el Golfo de México (ríos Cachil y Quililá) y dos que lo hacen en el Mar Caribe (ríos Cafetales y El Colorado) (CECON, 2010, p.4,9).

El bosque nuboso del BUCQ enfrenta varias amenazas, entre las que se puede mencionar las extracciones ilegales de madera, plantas ornamentales y animales, el avance de la frontera agrícola, y los incendios forestales que son resultado de rozas mal ejecutadas (Jiménez, 2010, p.9)

### 5.3.2. Ubicación de los sitios de colecta

La fase de campo comprendió la ubicación de los puntos de colecta y la descripción y preservación de los especímenes colectados en el campo, las cuales se llevaron a cabo durante el año 2014. Los puntos de colecta fueron ubicados en cinco altitudes diferentes (1700, 1800, 1900, 2000 y 2100 metros sobre el nivel del mar) (Figura 2). Si bien el objetivo de este estudio no fue dilucidar la influencia de la altitud en la riqueza de hongos ectomicorrícicos, se conoce que la vegetación varía con la altitud. Según Gentry (2001, p.101-103), por encima de los 1500 metros de elevación hay una reducción lineal en la riqueza de especies con la altitud. Por tanto, al presentar los hongos micorrícicos una relación estrecha con la vegetación, se considerará la altitud como una variable controlada. Cabe destacar que el área protegida se encuentra dentro de un sistema montañoso por lo que es necesario llevar a cabo el muestreo a diferentes altitudes.

Las altitudes fueron localizadas utilizando un GPS y un altímetro y confirmadas con Google Earth (fotografías satelitales). En cada una de las altitudes ya mencionadas, se ubicaron dos transectos de 50 metros de largo x 20 metros de ancho, separados uno del otro por una distancia de 50 metros, pues según Lilleskov, Burns, Horton, Taylor & Grogan (2004, p.319) para evitar autocorrelación espacial se deben separar los puntos de muestreo al menos 17 metros. De esta manera cada uno de los puntos puede considerarse una muestra independiente.

En total se ubicaron 10 puntos dentro del área protegida. En cada uno se ubicaron 5 subparcelas de 2.5 m de radio, distanciadas una de la otra cada 12.5 metros (Figura 3). La colecta de hongos ectomicorrícicos se llevó a cabo en las subparcelas, muestreando un área total de 98.17 m<sup>2</sup> por transecto. La colecta de muestras arbóreas se llevó a cabo en todo el transecto, en un área total de 1000 m<sup>2</sup>.

Tabla 1: Georeferenciación de los diez puntos de recolecta dentro del Biotopo Universitario para la conservación del Quetzal, seleccionados para la colecta de hongos ectomicorrícicos y especies arbóreas

Código	Latitud	Longitud	Altitud	Código de referencia en el documento
<b>P1_2100</b>	15.20339	-90.22762	2077	p1
<b>P2_2100</b>	15.20339	-90.22890	2080	p2
<b>P3_2000</b>	15.20546	-90.22670	2000	p3
<b>P4_2000</b>	15.20557	-90.22687	2000	p4
<b>P5_1900</b>	15.20748	-90.22484	1900	p5
<b>P6_1900</b>	15.20675	-90.22366	1900	p6
<b>P9_1800</b>	15.21092	-90.22196	1820	p9
<b>P10_1800</b>	15.21155	-90.22279	1830	p10
<b>P11_1700</b>	15.21252	90.21993	1700	p11
<b>P12_1700</b>	15.21332	90.22046	1710	p12

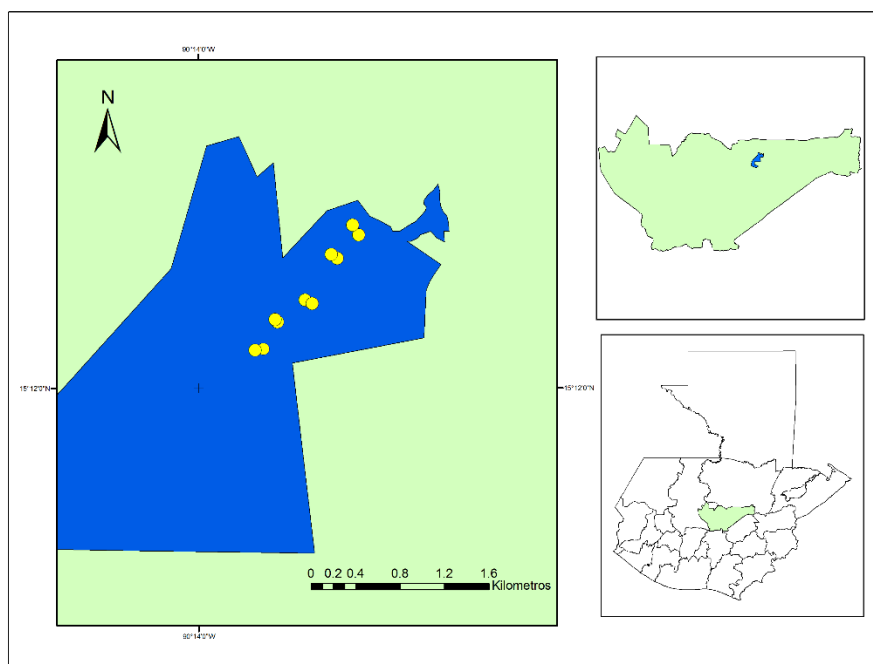


Figura 2: Mapa del BUCQ (izquierda) ubicado en el departamento de Baja Verapaz (mapa superior, derecha), Guatemala.

### 5.3.3. Colecta de hongos micorrícicos

La colecta de hongos micorrícicos se realizó en cada uno de los puntos en las cinco altitudes ya mencionadas. Las colectas de los hongos micorrícicos se llevaron a cabo durante la época lluviosa del año 2014 (junio – octubre), pues algunas especies fructifican ocasionalmente (Schmit y Lodge, 2005, p.197). Los cuerpos fructíferos fueron colectados en cada una de las cinco subparcelas del transecto. Se colectaron únicamente los cuerpos fructíferos epígeos observados. El cuerpo fructífero fue retirado del sustrato con ayuda de una navaja y se almacenó en cajas de plástico hasta finalizar la colecta. Tras su colecta, se les asignó un número único de colecta, se le tomó una fotografía en el campo y posteriormente se describieron las características macroscópicas del hongo, utilizando para ello una boleta de campo ya elaborada (basada en Largent, 1986, p.10-58; Mata, 1999, p.21-41; Mueller, Bills, & Foster, 2004, p.28-29). Para su traslado al herbario y posterior descripción microscópica, los hongos fueron deshidratados en una secadora especial.

Los cuerpos fructíferos de la misma morfoespecie que fueron colectados en un punto, se consideraron como un mismo individuo. La frecuencia relativa de los hongos ectomicorrícicos se estimó dividiendo el total de veces que se encontró una morfoespecie en un punto, dentro del total de hongos encontrados en dicha área.

La biomasa de los cuerpos fructíferos fue obtenida pesando cada uno en una balanza digital. En el presente estudio se calculó la biomasa como una medida de productividad. Productividad se define como el rango promedio de producción en un intervalo de tiempo de un área específica. La productividad es una medida del fitness que pueden tener los organismos en un ecosistema y es un parámetro fundamental al evaluar aspectos ecológicos. La productividad biológica se entiende como un mayor flujo de carbono y nutrientes en un ecosistema y por lo tanto debe ser considerado cuando se quiere evaluar el funcionamiento de un



ecosistema. Por último la productividad puede reflejar la actividad de los organismos en un ecosistema (Gessner, 1997, p.34). En este sentido el presente estudio tomó en cuenta la biomasa de los hongos y su relación con la composición y estructura arbórea, con el fin de encontrar la variable que explicara la mayor o menor productividad en el ecosistema. Para los análisis estadísticos se utilizó la relación de la biomasa de cada morfoespecie de un punto con el total de ejemplares colectados en dicha localidad.

#### 5.3.4. Colecta de vegetación

Se llevó a cabo la colecta de vegetación pues la presencia de los hongos ectomicorrícicos depende de las especies arbóreas presentes en el área. Durante los meses de octubre 2014 se recolectaron las plantas con flores o frutos que se fueron encontradas en los puntos indicados. Con la finalidad de delimitar el estudio, únicamente se consideraron especies arbóreas. Adicionalmente García (1998) reporta el estrato arbóreo como diverso y abundante, por lo que su diversidad y estructura podría reflejar una relación con las especies micorrícicas encontradas.

Se tomaron datos de estructura, composición y frecuencia de las especies arbóreas. Los datos de estructura que fueron considerados en el estudio fueron el diámetro a la altura del pecho (DAP), el diámetro de la copa como una medida de la cobertura arbórea y la altura de los árboles. Estas variables en conjunto muestran el estado de madurez del bosque por lo que podrían mostrar una relación con la composición de los hongos micorrícicos.

Las muestras de vegetación fueron georreferenciadas, identificadas con un número de colecta, y se anotó en la libreta de campo la fecha y una pequeña descripción del ejemplar. Las muestras fueron almacenadas dentro de hojas papel periódico y dentro de una bolsa con alcohol para su preservación hasta el

laboratorio. Las plantas fueron determinadas y se elaboró un perfil de vegetación de cada uno de los transectos de las cinco altitudes.

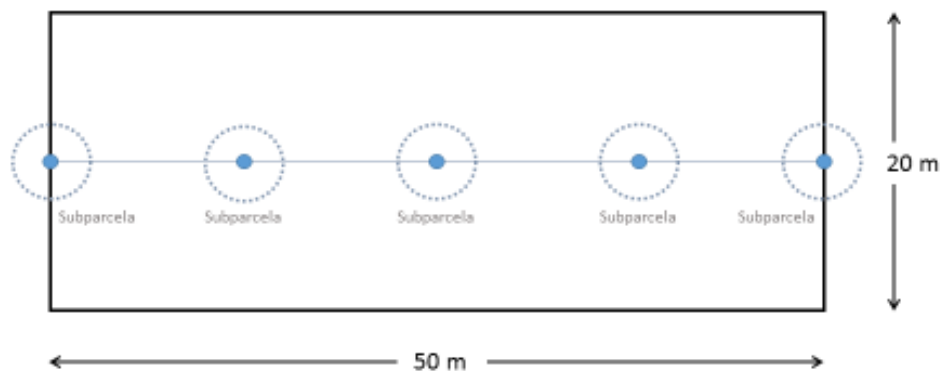


Figura 3: Transecto para la colecta de hongos y vegetación. Los puntos celestes indican la localización de las subparcelas y las circunferencias representan el área de colecta de hongos

#### 5.3.5. Descripción microscópica y determinación de los hongos

Para la determinación de los ejemplares, se realizaron cortes de las diversas estructuras que conforman el hongo. Se observaron dichos cortes en el microscopio óptico (MO) y se montaron con agua destilada y con los reactivos KOH al 5%, Melzer, azul de algodón y Rojo Congo.

Estos colorantes permiten observar diferentes estructuras importantes para la determinación taxonómica. Las esporas son muy importantes para la determinación taxonómica, por lo que se debe describir su tamaño, color, forma, ornamentación, así como reacciones químicas con las sustancias mencionadas anteriormente. Posteriormente se utilizaron claves dicotómicas como Singer (1986) y Largent (1988) para determinar los ejemplares colectados. Los hongos colectados fueron determinados hasta género y se reconocieron las distintas morfoespecies.

### 5.3.6. Determinación de las especies vegetales

La vegetación colectada en cada uno de los puntos, fue observada en un estereoscopio y utilizando las características específicas de los frutos, flores, hojas entre otras, fueron determinadas. Para su determinación se utilizó bibliografía especializada como la Flora de Guatemala, Flora de Costa Rica y la Flora Mesoamericana.

### 5.3.7. Análisis estadístico

Se realizaron análisis descriptivos consistentes en la composición de hongos ectomicorrícicos y la composición de especies arbóreas encontradas en los diez puntos de colecta dentro del BUCQ. Asimismo se evaluó la biomasa de cada uno de los puntos estudiados. Se utilizaron histogramas para mostrar la composición de hongos y especies arbóreas, con el fin de mostrar la cantidad de especies compartidas y especies únicas de ambos taxones en cada punto. Los análisis descriptivos se realizaron en Microsoft Excel ®. Para los análisis estadísticos se utilizaron cuatro matrices elaboradas en el mismo programa. Una contenía las frecuencias relativas de los hongos ectomicorrícicos encontrados por punto, otra la frecuencia relativa de las especies arbóreas encontradas por punto, la tercera fue conformada por datos de la biomasa relativa por transecto y una última presentaba los promedios por punto de colecta de los datos de estructura arbórea de todas las especies encontradas, esta última matriz presentaba en una columna la frecuencia promedio de todas las especies arbóreas, el DAP promedio, la altura y el diámetro de la copa promedio.

#### 5.3.7.1. Riqueza de hongos ectomicorrícicos y especies arbóreas

La riqueza de hongos ectomicorrícicos se observó mediante una figura que contiene el número de morfoespecies encontradas por familia. Para estimar el esfuerzo de muestreo tanto de hongos ectomicorrícicos como de especies arbóreas se utilizó la cobertura muestreada total (Chao & Jost, 2012, p.2537), para

ello se calculó la cobertura para cada punto y posteriormente se promedió. La cobertura de muestreo se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Cobertura} = 1 - \frac{f_1}{n}$$

Donde  $f_1$  representa el número de “singletons” o especies representadas por exactamente un individuo en la muestra; y  $n$  representa el número total de especies colectadas.

#### 5.3.7.2. Cambio en la composición espacial de hongos y plantas

La composición espacial se mostró en dos figuras, una de hongos ectomicorrícicos y la otra de especies arbóreas. En estas figuras se mostró la composición de ambos taxones en los diez sitios de colecta dentro del BUCQ, diferenciando las especies compartidas y las especies únicas que fueron registradas.

Para evaluar los cambios en la composición espacial de los hongos y las especies arbóreas se llevó a cabo un análisis de agrupamiento jerárquico o análisis de cluster que agrupa objetos en base a las características que poseen los mismos. Este análisis clasifica objetos, de tal forma que los objetos con gran similitud se encuentran en un mismo grupo. Cada uno de los grupos resultantes debe tener gran homogeneidad y debe existir gran heterogeneidad entre los grupos definidos (Pedroza y Dicoovsky, 2006, p.11). Para este análisis se utilizó el índice Morisita – Horn que no es afectado por el tamaño de la muestra y la diversidad del área y el método de distancia mínima de Ward que minimiza la varianza total dentro del cluster (Okasen , Smith & Bedward, 2014; Garrad, Ghazzali, Bioteau & Niknafs, 2015, p.3).

Los cambios en la composición espacial fueron mostrados también utilizando un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) cuyo propósito es representar en un gráfico las proximidades entre un conjunto de datos como distancias en un espacio de un número reducido de dimensiones. La relación entre los objetos se describe según la proximidad observada entre los mismos (López-González e Hidalgo, 2010, p.10). El análisis de escalamiento multidimensional no métrico ha sido utilizado para representar gráficamente las relaciones en una comunidad (Clarke y Ainsworth, 1993, p.205). En este análisis se reporta un valor de “stress o estrés” que indica si la ordenación refleja de manera adecuada los datos utilizados. Un nivel bajo de estrés indica que la ordenación representa adecuadamente las especies. Asimismo se reporta un  $r^2$  que indica la forma en que se ajustan los datos a nuestro análisis (Goslee, 2015).

#### 5.3.7.3. Relación de los hongos con la composición y estructura de la vegetación

La relación de los hongos con la frecuencia y estructura de la vegetación (DAP; diámetro de la copa y altura) fue mostrada mediante un análisis de escalamiento multidimensional no métrico elaborado en base a la frecuencia relativa de los hongos presentes en cada transecto. A este análisis se le agregó el análisis de envfit con los datos de frecuencia y estructura de la vegetación. El envfit refleja las relaciones de las variables (que se muestran como vectores) con los datos de frecuencia de hongos. La longitud de los vectores muestra la fuerza de la relación existente entre las variables. Cada vector refleja un valor de  $r^2$  que muestra la significancia estadística de dicha relación (Oksanen, 2015, p.6).

#### 5.3.7.4. Biomasa

Se realizaron análisis descriptivos para evaluar los sitios que presentaron mayor biomasa, como medida de productividad en el presente estudio. Los cambios en la

biomasa fueron colocados en una figura que indica la biomasa en los distintos puntos de colecta.

Se llevó a cabo un análisis de escalamiento multidimensional no métrico con la biomasa relativa de los hongos y se realizó un análisis de envfit con las variables de estructura arbórea para evidenciar la existencia de alguna relación. Se reportaron los valores de stress del NMDS y los valores de  $r^2$  para cada uno de los vectores considerados.

Para estos análisis estadísticos se utilizó el programa estadístico R y los paquetes estadísticos MASS y VEGAN (R Core Team, 2012).

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Riqueza de hongos

Se recolectó un total de 134 ejemplares correspondientes a 82 morfoespecies y 4 especies, *Lactarius indigo* L., *Laccaria major*, *Calostoma cinnabarina* Desv. y *Leotia lubrica* (Scop.) Pers (Anexo 1), que representa un 0.163 de cobertura de muestreo. Las familias que presentaron mayor riqueza fueron Russulaceae, Cortinariaceae y Boletaceae. En familia Russulaceae se reportan 28 morfoespecies ubicadas en los géneros *Lactarius* (13) y *Russula* (15) (Figura 4). Las familias Hydnangiaceae, Marasmiaceae, Mycenaceae, Sclerodermataceae y Leotiaceae, fueron representadas por un solo género y una morfoespecie.

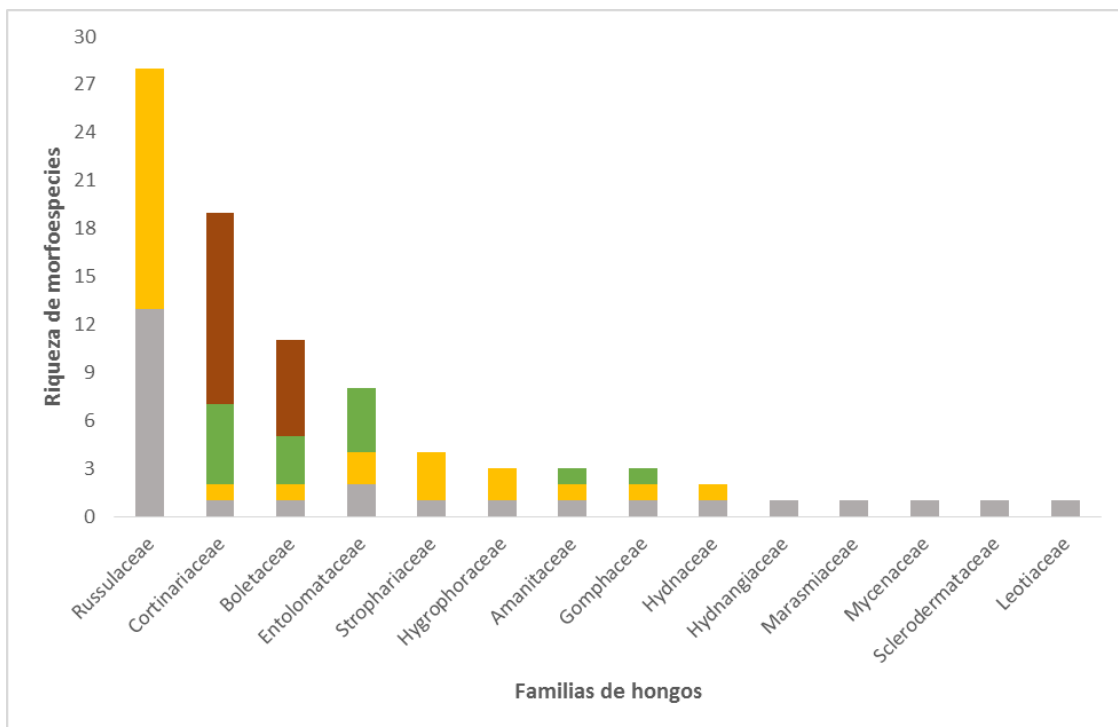


Figura 4: Riqueza de morfoespecies de hongos agrupadas en familias en diez puntos de colecta en el BUCQ. Color gris= géneros *Lactarius*, *Galerina*, *Phylloporus*, *Nolanea*, *Pholiota*, *Hygrocybe*, *Amanita*, *Ramaria*, *Hydnum*, *Laccaria major*, *Omphalina*, *Mycena*, *Calostoma* y *Leotia lubrica*; color anaranjado= *Russula*, *Inocybe*, *Leccinum*, *Entoloma*,

*Psilocybe*, *Amanita*, *Ramaria*, *Hydnum*; color verde= *Phaeocollybia*, *Tylopilus*, *Leptonia*, *Amanita*; color café= *Cortinarius*, *Boletus* (de izquierda a derecha)

## 6.2. Riqueza de especies arbóreas

Se reportan 54 especies de plantas agrupadas en 34 familias y un grupo de 8 especies que no fueron determinadas (Anexo 2), lo cual corresponde a 0.76 de cobertura de muestreo. Las familias con mayor número de especies fueron Rubiaceae, Melastomataceae y Lauraceae. Varias familias fueron representadas por un solo género (26) y de estas únicamente cinco presentaron más de una especie del mismo género (*Myrtaceae*, *Podocarpaceae*, *Rosaceae*, *Urticaceae* y *Araliaceae*). Se reportan ocho especies arbóreas sin determinar.

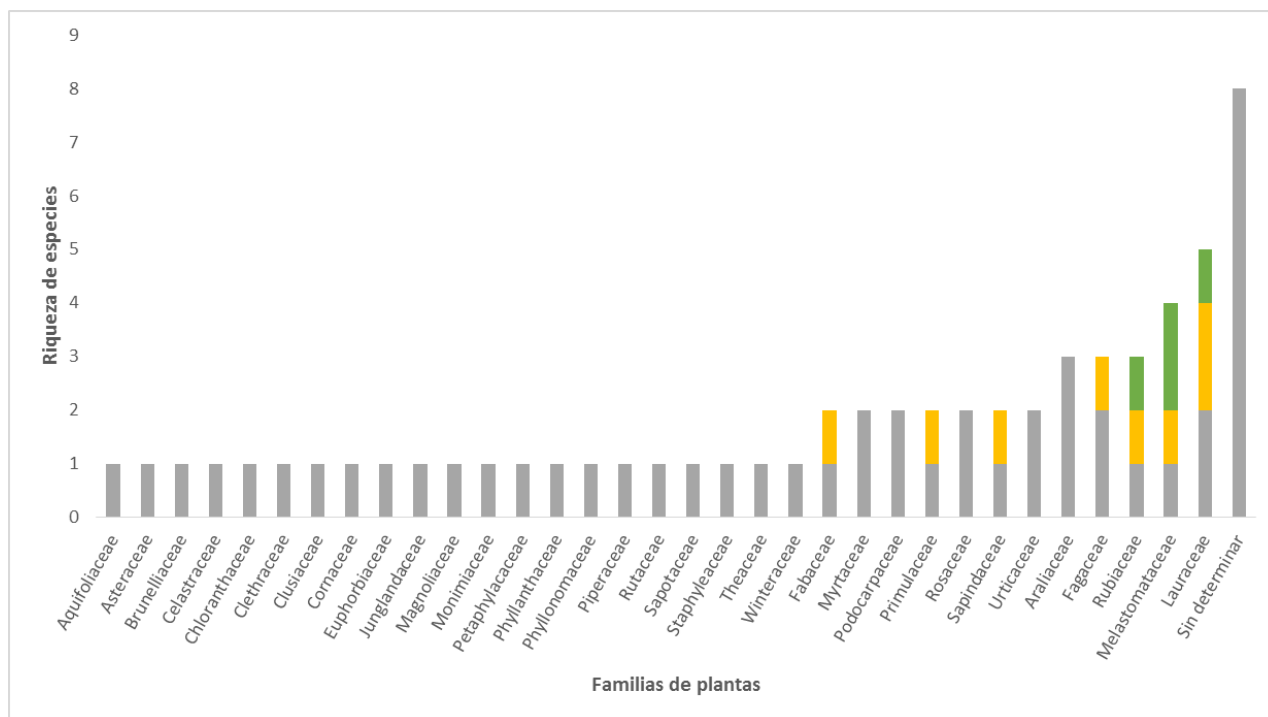


Figura 5: Riqueza de las familias de plantas en diez puntos de colecta en el BUCQ. Color gris: géneros *Ilex*, *Veronia*, *Brunellia*, *Zinowiewia*, *Hedyosmum*, *Clethra*, *Clusia*, *Tereorchidium*, *Oreomunnea*, *Magnolia*, *Mollinedia*, *Cleyera*, *Hieronyma*, *Phyllonoma*, *Piper*, *Zanthoxylum*, *Sideroxylon*, *Turpinia*, *Laplacea*, *Drimys*, *Inga*, *Calyptranthes*,



*Podocarpus*, *Rapanea*, *Prunus*, *Billia*, *Cecropia*, *Oreopanax*, *Quercus*, *Arachnothryx*, *Clidemia*, *Persea* y plantas sin determinar; color anaranjado= *Pithecellobium*, *Sinardisia*, *Matayba*, *Saurauria*, *Elaeagia*, *Conostegia*, *Phoebe*; color verde= *Psychotria*, *Miconia*, *Ocotea* (de izquierda a derecha)

Las especies que presentaron la mayor frecuencia en orden descendente fueron *Hieronyma guatemalensis* Donn. Sm. (Phyllanthaceae), *Oreomunnea mexicana* (Standl.) J.-F. Leroy (Juglandaceae), *Quercus benthamii* A. DC. (Fagaceae), *Tetrorchidium brevifolium* Standl. & Steyerl. (Euphorbiaceae), *Calyptanthes* sp. Sw. (Myrtaceae), *Hedyosmum mexicanum* C. Cordem. (Chloranthaceae) y *Elaeagia auriculata* Hemsl. (Rubiaceae).

### 6.3. Cambio en la composición espacial de hongos y plantas

En cuanto a la composición espacial de especies de hongos se puede observar que la mayoría de los puntos de colecta presentaron mayor proporción de especies únicas. La mayor proporción de especies únicas se encontró en p11, seguido de p1. Únicamente en dos puntos se encontró mayor proporción de especies compartidas (p5 y p6). Los puntos ubicados a altitudes menores presentaron el número más elevado de especies compartidas (p11 y p12) (Figura 6). La especie *Lactarius indigo* L. la compartieron todos los puntos excepto el p5.

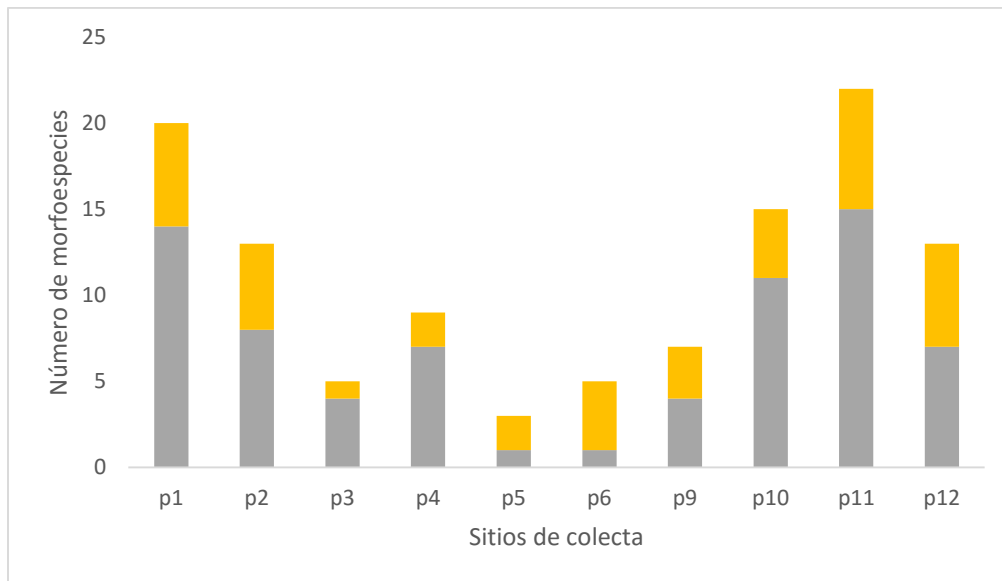


Figura 6: Composición espacial de hongos en los diez puntos de colecta dentro del BUCQ. El color gris representa las especies únicas y el color naranja las especies compartidas.

La composición de hongos mostró una separación en dos grupos (NMDS= *stress* 0.133,  $r^2=0.89$ ; análisis de agrupamiento jerárquico índice de similitud Morisita-Horn, método de distancia mínima), uno conformado por p1, p5, p6, p10, p11, p12 que corresponden a su mayoría a puntos de altitudes menores y el otro por p2, p3, p4 y p9 que a excepción del último, corresponden a mayores altitudes.

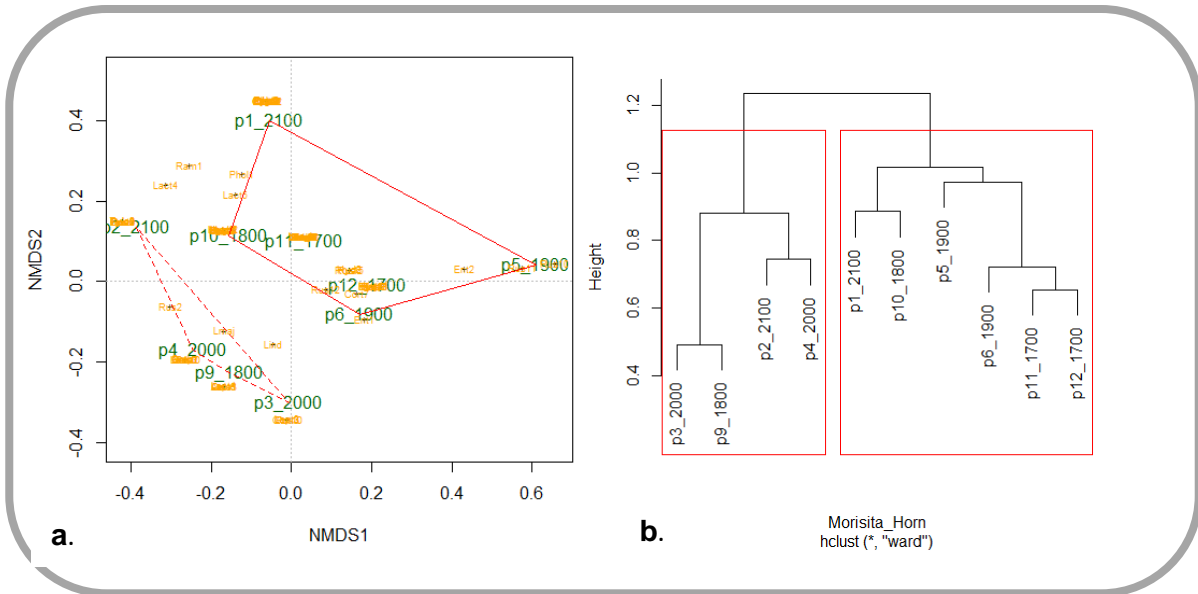


Figura 7: (a) Análisis de ordenación NMDS (*stress* 0.133,  $r^2= 0.89$ ) de los diez puntos de colecta con datos de hongos (b) Análisis de agrupamiento jerárquico de los sitios de colecta índice Morisita-Horn, método de distancia mínima de Ward)

Por otro lado la composición espacial de especies de plantas demostró estar conformada en su mayoría por especies compartidas en todos los puntos de colecta. Únicamente en p5, p6 y p9 no se registraron especies únicas, mientras que en el resto se encontraron de dos a tres especies (Figura 8).

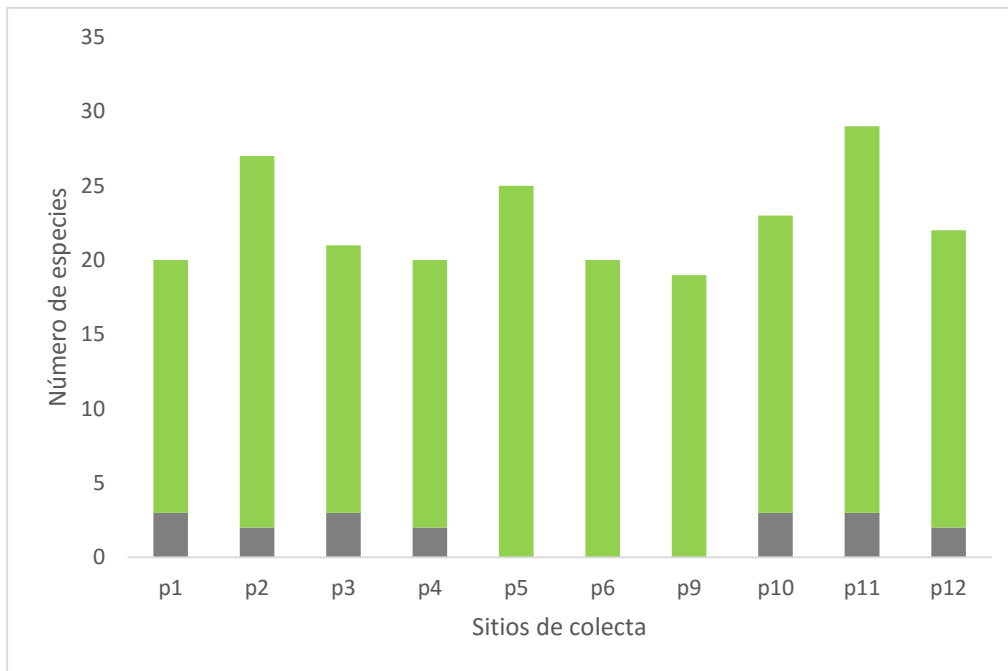


Figura 8: Composición espacial de plantas en los diez sitios de colecta del BUCQ. El color gris representa las especies únicas y el verde las especies compartidas

El análisis NMDS muestra la diferenciación de dos grupos, basado en las frecuencias relativas de las especies arbóreas ( $stress=0.069$ ,  $r^2=0.97$ ; análisis de agrupamiento jerárquico, índice de similitud Morisita-Horn, método de distancia mínima). El primer grupo se conforma por los sitios de menor altitud (p9, p10, p11 y p12) y muestran una similitud mayor al 60%. Por otro lado el segundo grupo se conforma con los sitios de altitudes mayores (p1, p2, p3, p4, p5 y p6) y la similitud es mayor a 50% (Figura 9).

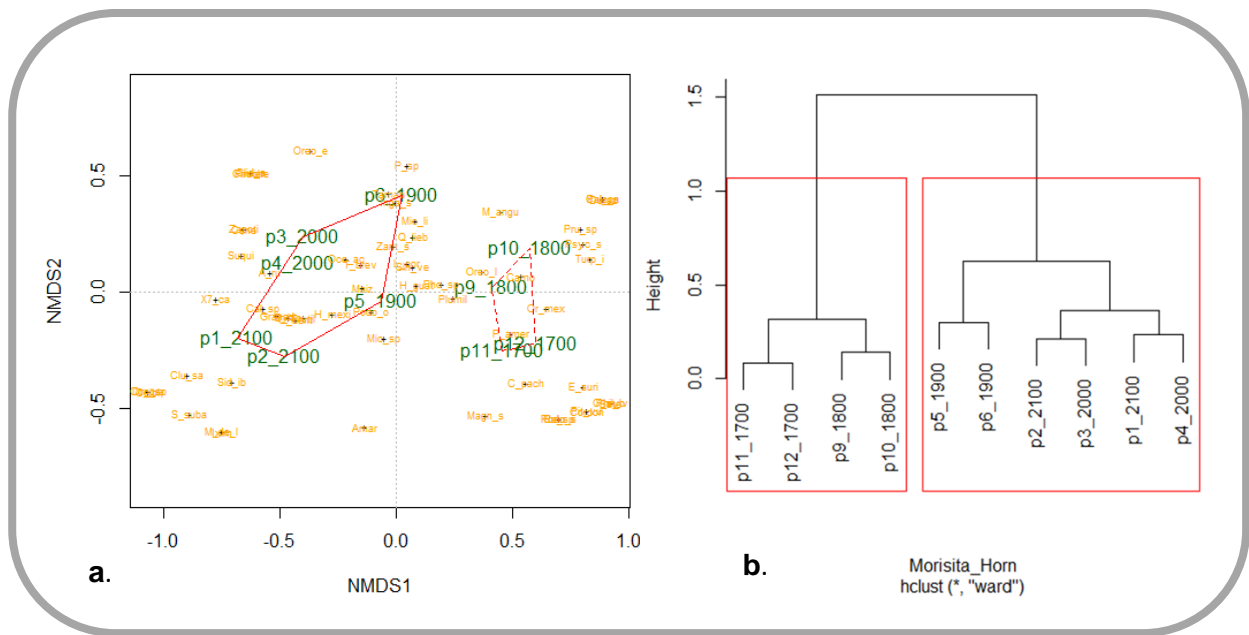


Figura 9: (a) Análisis de ordenación NMDS (*stress* 0.069,  $r^2=0.97$ ) de los diez puntos de colecta con datos de vegetación arbórea (b) Análisis de agrupamiento jerárquico de los sitios de colecta (índice Morisita-Horn, método de distancia mínima de Ward)

#### 6.4. Relación de los hongos con la composición y estructura de la vegetación

La composición de hongos evidenció una baja relación con la estructura de la vegetación. Los puntos p3, p4 y p9 mostraron relación con el diámetro de la copa de los arboles ( $r^2=0.307$ ,  $p=0.29$ ). Estos puntos presentaron diámetros de copa menores al resto. La frecuencia ( $r^2=0.05$ ;  $p=0.8$ ), altura ( $r^2=0.03$ ;  $p=0.9$ ) y diámetro a la altura del pecho ( $r^2=0.07$ ;  $p=0.77$ ) no evidenciaron una fuerte relación con la frecuencia de los hongos (Figura 10).

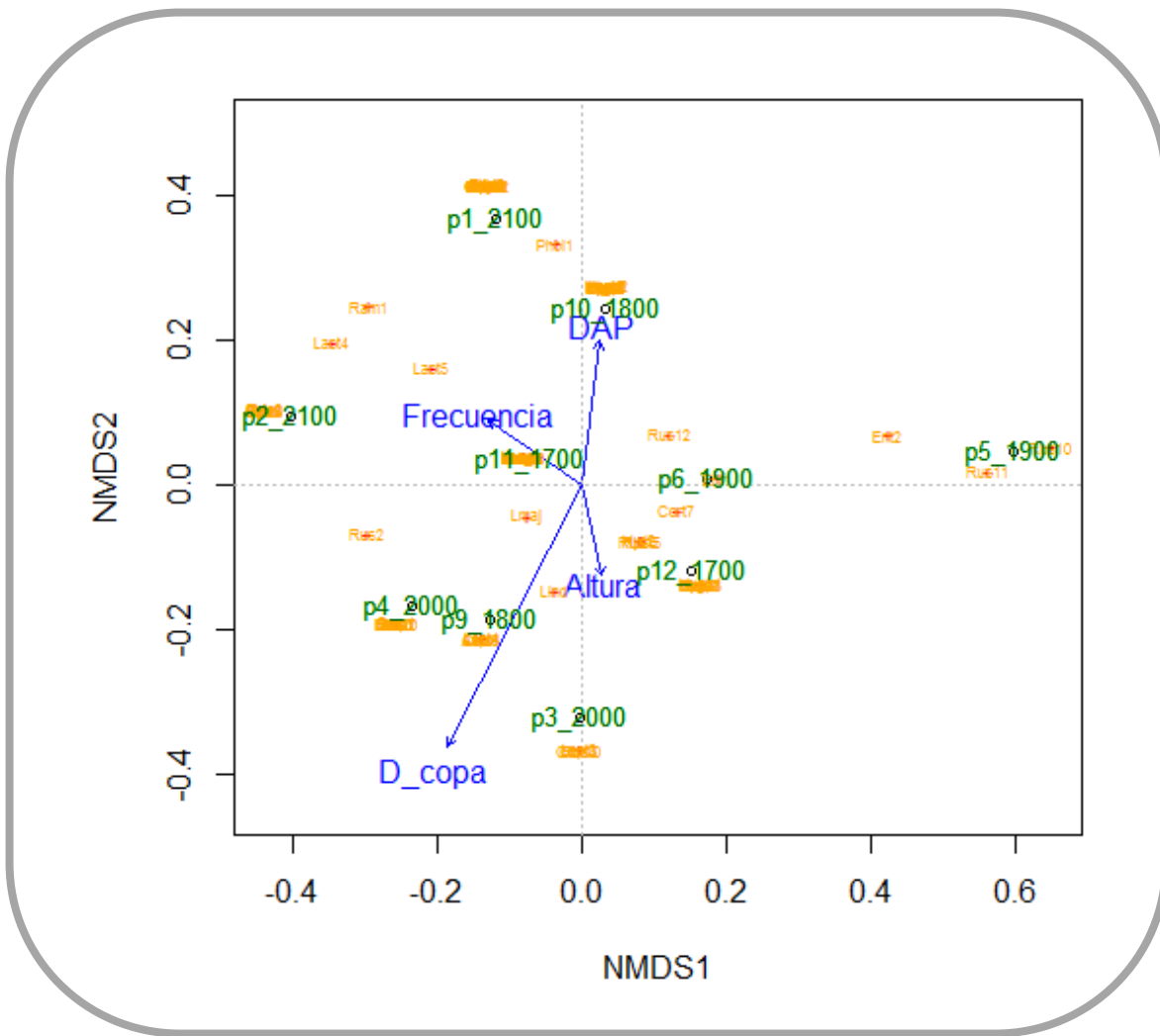


Figura 10: Análisis de ordenación N-MDS (*stress* 0.132) de los diez puntos de colecta basado en la frecuencia de hongos con los vectores que indican su relación con la estructura de la vegetación. El largo del vector es proporcional a la correlación existente entre la variable y la frecuencia de los hongos. Frecuencia= frecuencia promedio de las plantas por transecto, DAP= diámetro a la altura del pecho promedio, Altura= altura promedio, D\_copa= diámetro de la copa de los árboles promedio.

## 6.5. Biomasa

La biomasa de los basidiomas fue mayor en uno de los puntos con mayor altitud (p2), seguido por p11, p9 y p4. El sitio que presentó menor biomasa fue el p5 seguido del p3 y p12 (Figura 11).

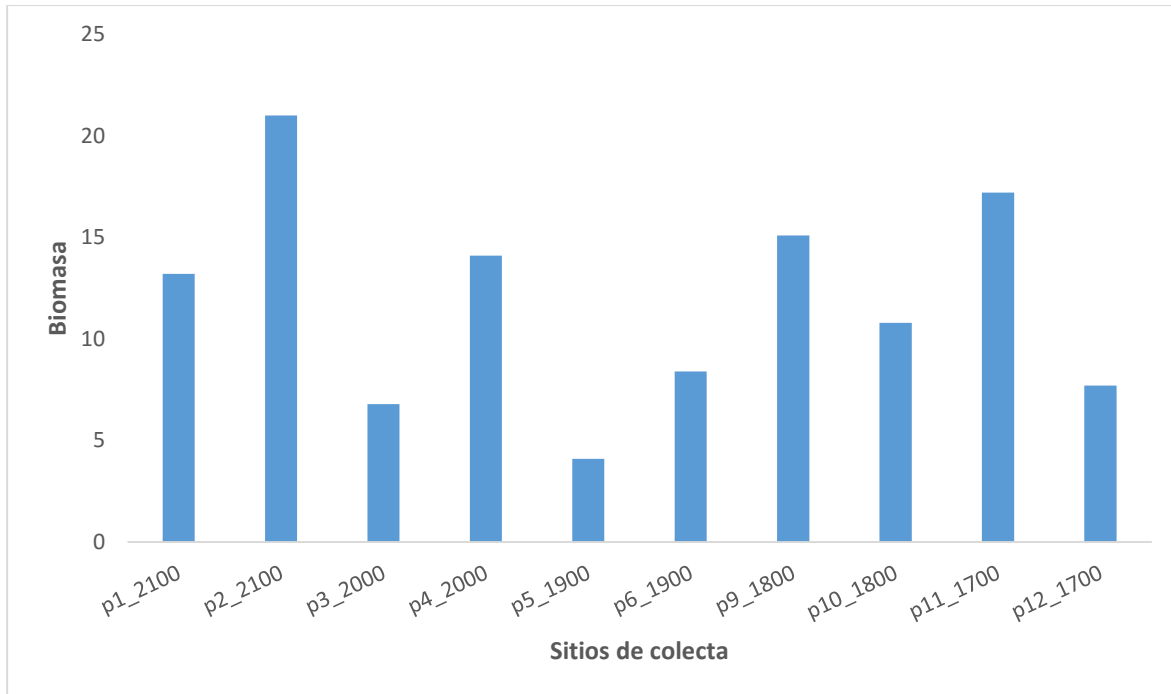


Figura 11: Biomasa de los basidiomas colectados en diez puntos de colecta dentro del BUCQ

La biomasa de los basidiomas mostró conformar dos grupos (análisis de agrupamiento jerárquico; índice Morisita-Horn, método de distancia mínima), uno con elevada similitud conformado por los sitios p3, p4, p6 y p9 y el otro grupo conformado por el resto de sitios, con una baja similitud entre ellos. La biomasa no evidenció una separación de los sitios por altitud (Figura 12).

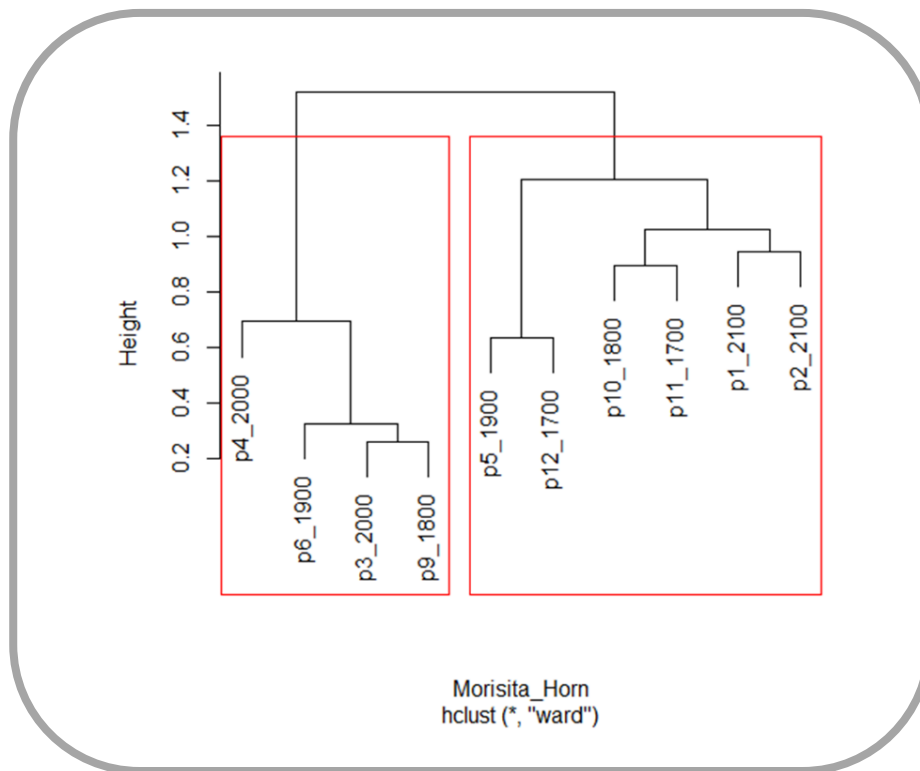


Figura 12: (a) Análisis de agrupamiento jerárquico de los diez puntos de colecta basado en los datos de biomasa (índice Morisita-Horn, método de distancia mínima de Ward).

Se evidenció una relación entre la biomasa de basidiomas y la estructura de la vegetación, los puntos que mostraron mayor relación corresponden a los sitios de menores altitudes (p10, p11 y p12). La relación más fuerte se observó con la frecuencia de las plantas ( $r^2=0.382$ ,  $p=0.2$ ) seguido por la altura promedio ( $r^2=0.319$ ,  $p=0.25$ ). Por otro lado el diámetro a la altura del pecho (DAP) y el diámetro de la copa fueron las variables que evidenciaron menor relación ( $r^2=0.129$ ;  $p=0.6$  y  $r^2=0.2$ ;  $p=0.45$  respectivamente). Los sitios de mayores altitudes no mostraron relación con la estructura (Figura 13).



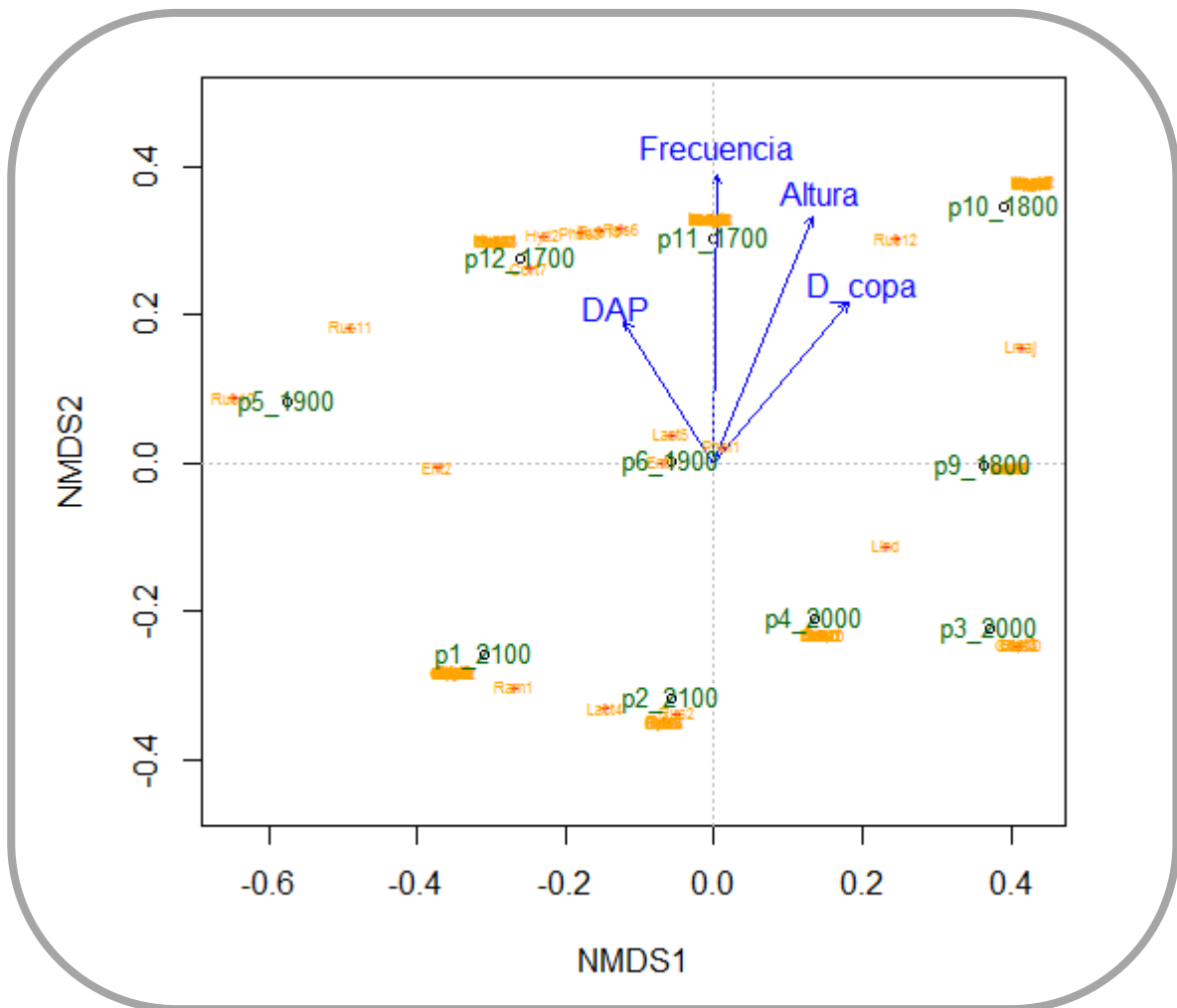


Figura 13: (a) Análisis de ordenación NMDS (*stress* 0.139,  $r^2=0.85$ ) de los diez puntos de colecta con datos de biomasa hongos con vectores que indican su relación con la estructura vegetal. La longitud del vector es proporcional a la correlación existente entre la variable y la frecuencia de los hongos. Frecuencia= frecuencia promedio de las plantas por transecto, DAP= diámetro a la altura del pecho promedio, Altura= altura promedio, D\_copa= diámetro de la copa de los árboles promedio.

## 7. DISCUSIÓN

### 7.1. Riqueza de hongos

En Guatemala se reportan 350 especies de hongos, de las cuales el 43.7% forma ectomicorrizas (153 especies) (Flores, Rinaldi & Comandini, 2012, p.2). En este estudio se registraron 134 basidiomas correspondientes a 86 especies/morfoespecies, siendo Russulaceae y Cortinariaceae las que presentaron mayor riqueza. Esto coincide con lo citado por Richard, Moreau, Selosse & Gardes (2004), donde estas las familias fueron las más diversas. La elevada riqueza de estas familias se puede explicar por la facilidad de detectarlas en el campo y porque engloban un gran número de especies con diferentes requerimientos. Se debe resaltar que estas familias abarcan únicamente el 54% del total de especies encontradas. Smith, et. al (2002), reportó en Estados Unidos los géneros *Psilocybe* y *Lactarius* como los que presentaban mayor riqueza, seguido por *Cortinarius*, *Russula* y *Amanita* lo que coincide con el presente estudio, a excepción del género *Psilocybe*. Henkel et. al (2011) cita la familia Boletaceae como la segunda con mayor número de especies lo que se asemeja a lo encontrado en este estudio, donde esta se reporta como la tercera con mayor riqueza. Por otro lado Mueller, Halling, Carranza & Schmit (2006), encontraron al menos 200 especies de hongos ectomicorrícicos en un trabajo de 20 años.

Las especies encontradas representan únicamente el 0.16 de cobertura de muestreo, lo que evidencia un número bajo de especies esperadas (Chao & Jost, 2012, p.2537). Esta diversidad podría incrementarse al aumentar la frecuencia de muestreo puesto que O'Dell & Ammirat (1999) citan que sólo el 5-20% de las especies de ectomicorrizas fructifican en dos años consecutivos, Schmit, Murphy & Mueller (1999) reportan también diferencias en la composición de especies durante tres años consecutivos de muestreo. Esto evidencia que aunque se

encontró un elevado número de especies el tiempo de muestreo se debe extender. Lodge, *et.al* (2004) proponen que la colecta de hongos se debe realizar en un intervalo de una a dos semanas para maximizar la riqueza de especies encontradas (p.129). Asimismo el área muestreada debe ser mayor, pues para detectar las especies de micorrizas presentes en un lugar se requiere de un área grande ya que la fructificación de las especies es ocasional y aislada (Schmit & Lodge, 2005, p.197).

## 7.2. Riqueza de especies arbóreas

En Guatemala se estiman alrededor de 9,600 especies de plantas, de las cuales se reconocen únicamente 7,754 (Knapp & Davidse, 2006, p.32; Jolon, 2005, p.16). De acuerdo a lo citado por Parker (2008) se reportan 2,327 especies de árboles en el país. En este estudio se registraron 54 especies arbóreas correspondientes a 34 familias y ocho especies sin determinar; lo cual corresponde a 0.76 de cobertura de muestreo evidenciando un elevado número de las especies esperadas (Chao & Jost, 2012, p.2537).

García (1998) reportó dentro del Biotopo del Quetzal un total de 326 especies vegetales de las cuales 95 pertenecen al estrato arbóreo (p.30). Las familias que reporta con mayor diversidad son Lauraceae, Rubiaceae, Myrsinaceae. Esto coincide con lo encontrado en este estudio con excepción de la familia Myrsinaceae que no fue reportada. García (1998) reporta las especies *Hedyosmum mexicanum* C. Cordem., *Quercus sp*, *Hiernomya guatemalensis* Donn. Sm. y *Calyptranthes paxillata* McVaugh como las que presentan mayor densidad dentro de la selva. Las primeras tres especies coinciden con las que se encontraron con mayor frecuencia dentro del área del presente estudio. Se reportaron también *Oreomunnea mexicana* (Standl) J.-F. Leroy, *Tetrorchidium brevifolium* Standl. & Steyerl. y *Elaeagia auriculata* Hemsl. como especies frecuentes.

Jiménez (2012) cita las familias Fagaceae, Pinaceae y Rosaceae como las que presentan mayor número de especies en el bosque nuboso de Chiapas, México lo que no coincide con los resultados de este estudio (p.17). Por otro lado, González-Espinosa, Meave, Ramírez-Marcial, Toledo-Aceves, Lorea-Hernández e Ibarra-Manríquez (2012) reportan las familias Lauraceae y Rubiaceae como las familias con mayor número de especies en los bosques nubosos de México, seguidas por las familias Fagaceae y Fabaceae. La familia Melastomataceae se presenta como la sexta familia con mayor número de especies. El género *Quercus* es el que documentan con mayor riqueza (p.40-41). Esto se asemeja a los resultados presentados a excepción de la riqueza en la familia Fabaceae. Es importante resaltar que la composición de la vegetación de los bosques nubosos es altamente variable de acuerdo a la exposición de los mismos al viento, la nubosidad, patrones de lluvia, temporalidad, altitud y el tipo de suelo (Bubb *et. al*, 2004, p.6; Bruijnzeel, 2001, p.354-356)

### 7.3. Cambio en la composición espacial de hongos y plantas

A escala espacial se observó que cada sitio presenta una composición de especies particular. En el caso de los hongos micorrícicos, en ocho de los diez puntos se encontró en mayor proporción especies únicas y un bajo número de especies compartidas (Figura 6). El análisis de agrupamiento resalta la existencia de dos grupos, uno conformado por altitudes elevadas y otro por las altitudes más bajas (Figura 7). Sin embargo los sitios presentan similitudes muy bajas, lo que no hace evidente un patrón altitudinal. En el caso de las plantas, por el contrario, se observó que todos los puntos se componen por especies compartidas y un número reducido de especies únicas (Figura 8). El análisis de agrupamiento muestra una separación de la vegetación en dos grupos con alta similitud dentro

del grupo, uno conformado por los sitios ubicados a 1700 y 1800 metros de altitud y otro por las altitudes de 1900 a 2100 metros sobre el nivel del mar (Figura 8).

En estudios llevados a cabo en diferentes tipos de vegetación se han registrado cambios en la composición de hongos. Gómez (2013) encontró una tendencia que la diversidad y riqueza de los hongos ectomicorrícicos se incrementa a medida que incrementa la altitud y muchas especies mostraron una tendencia a incrementarse en el medio del gradiente altitudinal del bosque nuboso. La máxima riqueza la reporta para altitudes de 2,000 metros de altitud (p.23). En este estudio la mayor riqueza de hongos se muestra a 1700 metros de altitud y a 2100. El patrón altitudinal posiblemente no se refleja puesto que el esfuerzo de muestreo fue bajo (0.16) y para documentar la diversidad fúngica y los patrones de la misma se requiere de un intenso esfuerzo de muestreo (Schmit & Lodge, 2005, p.197).

Los cambios en la composición espacial de los hongos pueden explicarse por variables diferentes a la altitud, por ejemplo las variables microclimáticas de humedad relativa, precipitación y temperatura, así como variables de suelo entre las que se puede mencionar los nutrientes, el pH, los iones disponibles, profundidad de la hojarasca, entre otros. Cabe mencionar que la composición de hongos depende de interacciones bióticas y abióticas y puede cambiar con alteraciones a nivel de suelo, así como las plantas hospederas (Lodge *et. al*, 2004, p.129; Zak & Willig, 2004, p.62; Moore, 1998, p.135-139; Gómez, 2013, p.1699).

Los cambios en la composición espacial de las especies arbóreas muestra un patrón altitudinal en el que los transectos de menor altitud se agrupan y los de altitudes arriba de 1900 metros forman un grupo. García (1998) encontró una diferencia entre la altitud de 1800 y altitudes superiores que atribuye principalmente a especies con diferente frecuencia en cada altitud y a la baja densidad de especies arbóreas a 1800 metros sobre el nivel del mar. En el presente estudio las mayores frecuencias de especies arbóreas se presentan a

1700 msnm, lo que no coincide con mencionado anteriormente. Estas diferencias pueden explicarse porque en el estudio mencionado no se llevaron a cabo colectas en esta altitud. Kumar, Chettri & Vijayan, (2011) en un estudio llevado a cabo en el Himalaya encontraron un pico en la riqueza de especies a 1500 metros sobre el nivel del mar. Por otro lado Sánchez-González & López-Mata (2005) reportan mayor riqueza y diversidad en altitudes bajas a intermedias en Sierra Nevada, México (p.571).

Cabe resaltar que los cambios en la composición espacial de las especies arbóreas dependen también de la cantidad de agua disponible en el área. El agua es uno de los factores más influyentes sobre la diversidad, complejidad estructural y dinámica de las formaciones vegetales. A su vez la cantidad de agua y zonas inundables de un área determinan procesos como la productividad, distribución y reproducción de especies (Ribeiro, Trínidade & Tavares, 2014, p.465). Otros factores que influyen en la composición espacial son la topografía, incidencia de luz y temperatura (Poulos, Camp, Gatewood & Loomis, 2007, p.11; Kumar, Chettri & Vijayan, 2011, p.329).

En ambos taxones estudiados no se observó la mayor riqueza de especies a altitudes intermedias como lo indicado por Rahbek (1995, p.200), esto puede deberse a la reducida área de estudio, o bien como explican Sanders & Rahbek (2012, p.2) influye el rango de altitudes que se consideró en el estudio, las variables climáticas del área, la latitud y la región climática en la que se ubica el estudio que se encuentra bajo una historia evolutiva diferente. Este patrón ha sido reportado para otros taxa como briofitas, aves, reptiles y anfibios (Shou-Qin, Yan-Hong, Gen-Xu, Jun, Dong, Hai-Jian & Li, 2013, p.7; Jankowski, Ciecka, Meyer & Rabenold, 2009, p. 319; McCain & Grytnes, 2010, p.3).

Las comparaciones de los análisis de agrupamiento jerárquico (Figuras 7 y 9) utilizando por separado cada taxón revelaron diferente agrupamiento de los puntos

de colecta, lo que coincide con los encontrado por Gebel & Gebel (2007, p.267) en donde los ensambles de especies de hongos no varían consistentemente con los ensambles de especies vegetales.

#### 7.4. Relación de los hongos con la composición y estructura de la vegetación

La riqueza de especies de macromicetes se encontró relacionada diámetro de la copa de los árboles ( $r^2=0.31$ ,  $p=0.29$ ; Figura 9). Los puntos que mostraron esta relación corresponden a los que el diámetro de la copa fue menor, lo que indica que la incidencia de luz es mayor. La luz tiene diferentes efectos sobre la formación de los basidiomas. Si bien los hongos no son organismos fotosintéticos, la actividad enzimática de estos organismos responde a cambios en la iluminación. Por esta influencia el patrón de iluminación que recibe el micelio y el primordio de los basidiomas controla los cambios metabólicos necesarios para la producción del mismo (Moore, 1998p.181-182). Adicional del papel fundamental que ejerce la luz sobre la producción del basidioma, también una mayor incidencia evita una saturación de agua en el suelo favoreciendo el desarrollo del basidioma (Moore, 1998, p.187; Boddy, *et. al*, 2013, p.8). Este resultado difiere del reportado por Gómez (2014) en el que se encontró una correlación negativa con la apertura del dosel (p.30). Cabe resaltar que el BUCQ es un área que se caracteriza por una humedad promedio anual de 90.7% por lo que la apertura del dosel podría favorecer la producción de basidiomas. Gómez reporta mayor frecuencia de basidiomas en lugares con humedad menor al 89% (p.37). Por el contrario Gabel & Gabel (2007) encontraron una relación entre la cobertura del dosel y la cantidad de hongos (p.268).

Los puntos que presentaron mayor riqueza de hongos (p1, p2, p10 y p11) fueron influenciados por la frecuencia de las especies arbóreas y por el DAP. Sin embargo, la relación no fue significativa ( $r^2=0.05$ ,  $p=0.08$  y  $r^2=0.07$ ,  $p=0.77$ ). Este

resultado coincide con el reportado por Gómez (2013) en el que las ectomicorrizas se encontraron negativamente correlacionadas con la riqueza de árboles (p.33). Por otro lado Gabel & Gabel (2007) estudiaron la diversidad de hongos y plantas vasculares durante seis años consecutivos y encontraron una fuerte relación entre el número de especies de hongos y la diversidad de especies vegetales, asimismo encontraron una relación entre la densidad de hongos y de plantas (p.263). La variable estructural que presentó menor influencia sobre la frecuencia de los hongos fue la altura ( $r^2=0.03, p=0.9$ ). Cabe destacar que hay evidencia que una comunidad vegetal diversa y saludable contendrá gran diversidad de especies de hongos (Gebel & Gebel, 2007, p.267). Las 62 especies arbóreas reportadas y las 86 especies/ morfoespecies de hongos encontradas, evidencian un bosque maduro que aún se encuentra en buen estado. Por otro lado Richard, *et. al* (2004) reporta que los diferentes estratos de la vegetación de un área (hebáceo, arbustivo y arbóreo) también influyen en la riqueza y productividad de hongos ecomicorrícicos, observándose una disminución en la riqueza cuando incrementan los estratos arbóreos y la diversidad de especies se encontró positivamente correlacionada con la densidad de arbustos.

Si bien la relación con la estructura de la vegetación no fue significativa se debe resaltar que existe un patrón de los hongos con la estructura de la vegetación, especialmente con el diámetro de la copa y el DAP, por lo que al incrementar el esfuerzo de muestreo el patrón que se evidencia de la relación de los hongos con la estructura de la vegetación podría ser significativo.

#### 7.5. Biomasa

La biomasa, al igual que la riqueza fue mayor en uno de los sitios de mayor altitud, seguido por uno de menor altitud. El análisis de agrupamiento jerárquico muestra la presencia de dos grupos uno con elevada similitud y el otro con baja similitud. El



análisis de agrupamiento no mostró un patrón espacial en cuanto a la biomasa. En algunos estudios se muestra que a medida que se incrementa la altitud, la biomasa de hongos y especies microbianas aumenta (Wagai, Kitayama, Satomura, Fujinuma & Balsler, 2011, p.627).

El análisis NMDS mostró relación entre la biomasa de los basidiomas colectados y la estructura de la vegetación (Figura 12). Los sitios de menores altitudes fueron los que mostraron este patrón. La frecuencia de plantas se encontró fuertemente relacionada ( $r^2=0.382$ ,  $p=0.21$ ) seguido por la altura promedio ( $r^2=0.319$ ,  $p=0.25$ ). La frecuencia de especies arbóreas es importante y en los sitios de mayor frecuencia de especies arbóreas se encontró mayor productividad. Esto podría ser porque a mayor cantidad de especies arbóreas las micorrizas pueden obtener mayor cantidad de nutrientes de ellas, lo que les permite formar basidiomas con mayor biomasa (Kernaghan, 2005, p.513-514).

Por otro lado el diámetro a la altura del pecho (DAP) y el diámetro de la copa fueron las dos variables que evidenciaron menor relación ( $r^2=0.129$ ;  $p=0.6$  y  $r^2=0.2$ ;  $p=0.45$ ). De acuerdo con Richardson *et. al* (2004), la relación de la biomasa de ectomicorrizas con la cobertura del dosel varía entre especies. Algunas especies pueden ser más productivas (mayor biomasa) en áreas abiertas, mientras que otras lo son en áreas cerradas por lo que no se observa claramente un patrón (p.1717).

En la hipótesis se planteó que la riqueza, frecuencia y biomasa de hongos ectomicorrícicos se encontraba relacionada con la riqueza y frecuencia y estructura de las especies arbóreas. Por tanto, a mayor frecuencia y riqueza de especies arbóreas, mayor sería la riqueza, frecuencia relativa y biomasa de hongos ectomicorrícicos. En los resultados encontrados se evidenció la existencia de un patrón en el que la estructura de la vegetación se relaciona con la frecuencia de los hongos ectomicorrícicos. Se encontró un patrón en el que la

frecuencia de especies arbóreas influye en la biomasa presente en el área y el diámetro de la copa influye en la frecuencia de hongos. Sin embargo, se debe resaltar que la intensidad de muestreo debe incrementarse a por lo menos dos semanas por mes durante la época lluviosa. Asimismo para encontrar un patrón consistente de la distribución de hongos micorrícicos y su relación con la vegetación, debe extenderse el estudio a un mínimo de dos temporadas lluviosas.

## 8. CONCLUSIONES

- El Biotopo Universitario para la conservación del Quetzal “Lic. Mario Dary Rivera” presentó una alta diversidad de hongos (86 especies / morfoespecies). La mayor riqueza de hongos ectomicorrícicos fue encontrada en las familias Russulaceae, Cortinariaceae y Boletaceae, siendo estas representativas de bosques maduros.
- La vegetación de los bosques nubosos es variable y responde a las variables climáticas presentes en el área. En esta área las familias Rubiaceae, Melastomataceae y Lauraceae presentaron la mayor diversidad.
- Los taxones estudiados mostraron resultados diferentes en cuanto a su composición de especies. En los hongos ectomicorrícicos se encontró en mayor proporción las especies únicas y un número bajo de especies compartidas. La composición de plantas fue conformada en mayor proporción por especies compartidas.
- Los hongos ectomicorrícicos no evidenciaron un patrón consistente a escala espacial posiblemente por la baja cobertura de muestreo (0.163); mientras que las especies arbóreas manifiestan un patrón marcado (Figura 8).
- Las variables de estructura de la vegetación mostraron un patrón en cuanto a su relación con la frecuencia de hongos. El diámetro de la copa de los árboles, como medida de incidencia de luz, fue la que presentó mayor influencia sobre la frecuencia de hongos encontrados ( $r^2=0.307$ ,  $p=0.29$ ). Los sitios que mostraron esta relación corresponden a los que el diámetro de la copa fue menor.

- La biomasa tiende a responder a los cambios en la frecuencia de especies arbóreas ( $r^2=0.382$ ,  $p=0.2$ ). La mayor productividad de basidiomas se observó en sitios con mayor frecuencia de árboles.
- En este estudio los ensambles de especies de hongos no varían consistentemente con los ensambles de especies vegetales.

## 9. RECOMENDACIONES

- Los resultados obtenidos evidencian un patrón de la distribución de hongos ectomicorrícicos relacionado con la frecuencia, abundancia y estructura de la vegetación, por lo que es necesario incrementar el área (un mínimo de tres transectos por altitud) y aumentar frecuencia de muestreo (dos veces por semana al mes y al menos dos temporadas lluviosas) para que se pruebe dicha relación con mayor significancia estadística.
- Realizar los análisis incluyendo datos de los diferentes estratos de la vegetación (herbáceo, arbustivo y arbóreo) para encontrar cuál ejerce mayor influencia sobre la riqueza y productividad de hongos ectomicorrícicos.
- Dado que en los resultados se muestra la riqueza de hongos a nivel de morfoespecie, se muestra la necesidad de continuar con la determinación taxonómica a nivel de especie.
- Realizar los análisis incluyendo variables climáticas como la humedad relativa, temperatura y precipitación (utilizando Data Loggers), además de la composición y estructura vegetal. Esto permitirá observar qué variable ejerce mayor influencia sobre la frecuencia de hongos ectomicorrícicos y la productividad de los mismos.
- Dado el alto número de especies encontradas a pesar de la baja cobertura mostrada en el presente estudio, se muestra que el Biotopo del Quetzal alberga gran riqueza de hongos ectomicorrícicos. Por ser uno de los ecosistemas más amenazados a nivel mundial, se recomienda incrementar los estudios de hongos, puesto que son organismos con un papel funcional

fundamental, que deben ser considerados en planes de manejo, conservación y restauración de ecosistemas.

- Los hongos también son depredados, al menos por roedores pero se debe estudiar si existen otros depredadores y, en áreas cercanas pero fuera del parque se debe estudiar el uso que las personas les dan.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Balvanera, P. y Cotler, H. (2009). Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos. En *Capital natural de México vol II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. México: CONABIO (p. 185-245).

Baxter, J. & Dighton, J. (2005). Diversity-Functioning Relationships in Ectomycorrhizal Fungal Communities. En Dighton, J., White, J. & Oudemans, P. *The Fungal Community, Its Organization and Role in the Ecosystem*. Estados Unidos: Taylor & Francis.

BIDAS y Eco-Quetzal. (2001). Las Verapaces: el corazón verde de Guatemala: guía 2001. Guatemala.

Boddy, L., Büntgen, U., Egli, S., Gange, A., Heegaard, E., Kirk, P., Mohammad, A., & Kauserud, H. (2013). Climate variation effects on fungal fruiting. *Fungal Ecology*, 30, 1-14.

Brown, A. y Kappelle, M. (2001). Introducción a los bosques nublados del neotrópico: una síntesis regional. En Kappelle, M. y Brown, A. (eds). *Bosques nublados del neotrópico*. Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad.

Bruijnzeel, L. (2001). Hydrology of tropical montane cloud forests: A Reassessment. *Land Use and Water Resources Research*, 1, 353-383.

Bubb, P., Mey, I., Miles, L. & Sayer, J. (2004). *Cloud forest agenda*. Reino Unido: UNEP-WCMC.

Clarke, K. y Ainsworth, M. (2010). A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Marine Ecology Progress Series*, 92, 205-219.

CECON. (2010). *Plan Maestro Biotopo para la Conservación del Quetzal "Mario Dary Rivera" (BUCQ) 2010-2014*. Guatemala: CONAP, USAC, Jade.

Chao, A. & Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93(12), 2533-2537.

CONAP. (2012). *Estrategia Nacional de Diversidad Biológica y plan de acción 2012-2022*. Guatemala: Consejo Nacional de Áreas Protegidas.

De Román, M. y De Miguel, A. (2000). Identificación y descripción de las ectomicorrizas de *Quercus ilex* L. subsp. *Ballota* (Desf.) Samp. en una zona quemada y una zona sin alterar del Carrascal de Nazar (Navarra). *Universidad de Navarra, Serie Botánica*, 13, 1-42

Deacon, J. (2006). *Fungal biology*. Reino Unido: Blackwell Publishing.

Finlay, R. (2008). Ecological aspects of mycorrhizal symbiosis: with special emphasis on the functional diversity of interactions involving the extraradical mycelium. *Journal of experimental Botany*, 59(5), 1115-1126.

Foster, P. (2001). The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests. *Earth Science Reviews*, 55(1-2), 73-106.



García, B. (1998). *Estudio del dosel de la selva nublada del Biotopo Universitario para la conservación del quetzal "Mario Dary Rivera"*. Guatemala: Universidad de San Carlos.

Gentry, A. (2001). Patrones de diversidad y composición florística en los bosques de las montañas neotropicales. En Kappelle, M. y Brown, A. (eds). *Bosques nublados del neotrópico*. Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad.

Gessner, M. (1997). Fungal biomass, production and sporulation associated with particulate organic matter in streams. *Limnetica*, 13(2), 33-44.

Google Earth. (2014). Guatemala: Biotopo del Quetzal. Febrero 2014

Gómez, M. (2009). *Diversidad de macromicetes en relación a estructura, especies arbóreas y microclima del Bosque Mesófilo de Montaña en el centro de Veracruz, México*. México: Instituto Nacional de Ecología.

Goslee, S. (2015). *Non metric multidimensional scaling*. Disponible en: <http://www.inside-r.org/packages/cran/ecodist/docs/nmnds>

Hamilton, L. (2001). Una campaña por los bosques nublados: ecosistemas únicos y valiosos en peligro. En Kappelle, M. y Brown, A. (eds). *Bosques nublados del neotrópico*. Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad.

Jiménez, R. (2012). *Assessing success of forest restoration efforts in degraded montane cloud forests in southern Mexico*. Estados Unidos: Michigan Technological University. Tesis de Maestría.

Jolon, M. (2005). Proyecto: "Recopilación de información sobre biodiversidad en Guatemala". Guatemala: INBio, Norwegian Ministry of Foreign Affairs, CONAP.

Kernaghan, G. (2005). Mycorrhizal diversity: cause and effect?. *Pedobiología*, 49, 511-520.

Kottke, I. & Oberwinkler, F. (1987). The cellular structure of the Hartig net: coenocytic and transfer cell-like organization. *Nordic Journal of Botany*, 7(1), 85-97.

Gabel, A. & Gabel, M. (2007). Comparison of Diversity of Macrofungi and Vascular Plants at Seven Sites in the Black Hills of South Dakota. *American midland Naturalist*, 157(2), 258-296.

Garrad, M., Ghazzali, N., Bioteau, B. & Niknafs, A. (2015). NbClust: An R package for determining the relevant number of clusters in a data set. *Journal of Statistical Software*, 61(6), 1-36.

Gómez, M. (2013). *Efecto de un gradiente ambiental determinado por altitud en la distribución y diversidad de grupos funcionales macrofúngicos en el centro de Veracruz, México*. México: INECOL.

González-Espinosa, M., Meave, J., Ramírez-Marcial, N., Toledo-Aceves, T., Lorea-Hernández, F. e Ibarra-Manríquez, G. (2012). Los bosques de niebla de México: conservación y restauración de su componente arbóreo. *Ecosistemas*, (1-2), 36-52.

Henkel, T., Aime, MC., Chin, M., Miller, S., Vilgalys, R. & Smith, M. (2011). Ectomycorrhizal fungal sporocarp diversity and discovery of new taxa in *Dicymbe* monodominant forests of the Guiana Shield. *Biodiv Conserv*, 2011, 1-26.

Hyde, K., Cai, L. & Jeewon, R. (2005). *Tropical Fungi*. En J. Dighton, J. White & P. Oudemans (eds), *The Fungal Community Its organization and role in the ecosystem*, 3 ed (p. 93-115). Estados Unidos: Taylor & Francis Group.

Islebe, G. y Véliz, M. (2001). Guatemala. En Kappelle, M. y Brown, A. (eds). *Bosques nublados del neotrópico*. Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad.

Jankowski, A., Ciecka, C., Meyer, N. & Rabenold, K. (2009). Beta diversity along environmental gradients: implications of habitat specialization in tropical montane landscapes. *Journal of animal ecology*, 78, 315-327.

Jiménez, J. (2009). *Diversidad de helechos (Monilophyta) en las áreas protegidas del Corredor del Bosque Nuboso, en Purulhá, Baja Verapaz*. Guatemala: Universidad de San Carlos.

Jiménez, J. (2010). *Los helechos del corredor del Bosque Nuboso de Baja Verapaz, Guatemala*. Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad.

Juarez, D., Barrios, M. y Bustamante, M. (2010). *Fenología de las plantas nutricias del quetzal (Pharomachrus mocinno mocinno de La Llave) y su efecto sobre la abundancia de quetzales en el Biotopo del Quetzal y Corredor Biológico del Bosque Nuboso, Baja Verapaz*. Guatemala: Dirección General de Investigación (DIGI).

Knapp, S. & Davidse, G. (2006). *Flora of Guatemala revisited*. In: Cano, E. Biodiversidad de Guatemala Vol I. Guatemala: Universidad del Valle de Guatemala  
Largent, D. (1986). *How to identify mushrooms to genus I: Macroscopic Features*. Estados Unidos: Modern River Press.

Lilleskov, E. (2005). How do composition, structure, and function of mycorrhizal fungal communities respond to nitrogen deposition and ozone exposure? En Dighton, J., White, J. & Oudemans, P. *The Fungal Community, Its Organization and Role in the Ecosystem*. Estados Unidos: Taylor & Francis.

Lilleskov, EA., Burns, TD., Horton, TR., Taylor, D. & Grogan, P. (2004). Detection of forest stand-level spatial structure in ectomycorrhizal fungal communities. *FEMS Microb Ecol*, 49(2), 319-332.

Lindahl, B., & Boberg, J. (2008). *Distribution and Function of Litter Basidiomycetes in Coniferous Forest*. En L. Boddy, J. Frankland, & P. van West (eds), *Ecology of Saprotrophic Basidiomycetes* (p. 183-196). London: Elsevier.

Lodge, D., Ammirati, J., O'dell, T., Mueller, G., Huhndorf, S., Wang, C., Stokland, J., Schmit, J., Ryvarde, L., Leacock, P., Mata, M., Umaña, L., Wu, Q & Czederpiltz, D. (2004). *Terrestrial and lignicolous fungi*. In Mueller, G., Bills, G. & Foster, M. *Biodiversity of fungi: Inventory and Monitoring methods*. Estados Unidos: Elsevier (p.127-172).

López-González, E., e Hidalgo, R. (2010). Escalamiento Multidimensional No Métrico. Un ejemplo con R reemplazando el algoritmo SMACOF. *Estudios sobre educación*, 18, 9-35.

Martínez, L. y Pugnaire, F. (2009). Interacciones entre las comunidades de hongos formadores de micorrizas arbusculares y de plantas. Algunos ejemplos en los ecosistemas semiáridos. *Ecosistemas*, 18 (2), 44-54.

Mata, M. (1999). *Hongos de Costa Rica* (Vol. 1). Santo Domingo de Heredia: INBIO.

McCain, C. & Grytnes, J. (2010). *Elevational gradients in species richness*. Estados Unidos: Encyclopedia of Life Sciences.

Meier, S., Grand, L., Schoeneberger, M., Reinert, R. & Bruck, R. (1990). Growth, ectomycorrhizae and nonstructural carbohydrates of loblolly pine seedlings exposed to ozone and soil water deficit. *Environmental pollution*, 64(1), 11-27.

Monterroso, J. (1976). *Análisis florístico y estructural del Biotopo Protegido de Purulhá para la conservación del quetzal*. Guatemala: Universidad de San Carlos.

Moore, D. (1998). *Fungal morphogenesis*. Reino Unido: Cambridge University.

Moore, D., Robson, G.D. & Trinci, A.P. (2011). *21<sup>st</sup> century Guidebook to fungi*. Reino Unido: Cambridge University.

Morris, M., Pérez-Pérez, M., Smith, M. & Bledsoe, C. (2008). Multiple species of ectomycorrhizal fungi are frequently detected on individual oak roots in a tropical cloud forest. *Mycorrhiz*, 18, 375-383.

Mueller G., Bills, G., & Foster, M. (2004). *Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods*. USA: Elsevier.

Natel, P. & Neumann, P. (1992). Ecology of Ectomycorrhizal-Basidiomycete Communities en a Local Vegetation Gradient. *Ecology*, 73, 99-117

O'Dell, T., Ammirati, J. & Schreiner, E. (1999). Species richness and abundance of ectomycorrhizal basidiomycete sporocarps on a moisture gradient in the *Tsuga heterophylla* zone. *Can J Bot*, 77, 1699-1711.

Oksanen, J. (2015). *Vegan: an introduction to ordination*. Disponible en: <http://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vignettes/intro-vegan.pdf>

Oksanen, J., Smith, T. & Bedward, M. (2014). *Dissimilarity indices for community ecologists*. Disponible en: Inside R- Revolution Analytics <http://www.inside-r.org/packages/cran/vegan/docs/vegdist>.

OTECBIO – CONAP. (2011). Política Nacional de Diversidad Biológica. Guatemala: Consejo Nacional de Áreas Protegidas.

Parker T. (2008). *Trees of Guatemala*. Estados Unidos: The tree press.

Pedroza, H. y Dicovskyi, L. (2006). *Sistema de análisis estadístico con SPSS*. Nicaragua: IICA, INTA.

Pérez-Moreno, J. y Read, D. (2004). Los hongos ectomicorrízicos, lazos vivientes que conectan y nutren a los árboles en la naturaleza. *Interciencia*, 29 (5), 239-247.

Peterson, L.R., Massicotte, H.B. & Melville, L.H. (2004). *Mycorrhizas: anatomy and cell biology*. Canada: NRC Research.

Pickles, B., Genney, D., Anderson, I. & Alexander, I. (2009). Spatial ecology of ectomycorrhizas: analytical strategies. En Azcón-Aguilar, C., Barea, J., Gianinazzi, S. & Gianinazzi, V. (Eds). *Mycorrhizas – Functional Process and ecological impact*. Alemania: Springer.

Ponce, G. (2005). *Riqueza de especies y estructura poblacional del Polyporales (=Aphylophorales) a lo largo de los senderos interpretativos del Biotopo Universitario para la conservación del Quetzal (BUCQ) Mario Dary Rivera*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Poulos, H., Camp, A., Gatewood, R. & Loomis, L. (2007). A hierarchical approach for scaling forest inventory and fuels data from local to landscape scales in the Davis Mountains, Texas, USA. *Forest Ecology and Management*, 244, 1-15.

Quezada, M. (2014). *Efecto de la pérdida de hábitat y cambio de uso de suelo en la diversidad de macromicetos (Marasmiaceae y Polyporaceae) y coleópteros asociados en la selva lluviosa de la región de Lachuá, A.V. Guatemala*. México: UNAM.

R Core Team (2012). *R: A language and environment for statistical computing*. Austria: R Foundation for Statistical Computing.

Rahbek, C. (1995). The elevational gradient of a species richness: a uniform pattern?. *Ecography*, 18(2), 200-205.

Ribeiro, V. Trindade, M. & Tavares, L. (2014). Floristic and phytogeographic pattern of native field in southeastern Brazil. *Acta Bot. Bras.*, 28(3), 465-475.

Richard, F., Moreau, P., Selosse, M. & Gardes, M. (2004). Diversity and fruiting patterns of ectomycorrhizal saprobic fungi in an old-growth Mediterranean forest dominated by *Quercus ilex* L. *Canadian Journal of Botany*, 82, 1711-1729.

Rinaldi, A., Comandini, O. & Kuyper, T. Ectomycorrhizal fungal diversity: separating the wheat from the chaff. *Fungal diversity*, 33, 1-45.

Sánchez-González, A. & López-Mata, L. (2005). Plant species richness and diversity along an altitudinal gradient in the Sierra Nevada, Mexico. *Diversity and distributions*, 11, 567-575.

Sanders, N. & Rahbek, C. (2012). The patterns and causes of elevational diversity gradients. *Ecography*, 35, 1-3.

Schmit, J. & Lodge, J. (2005). *Classical methods and modern analysis for studying fungal diversity*. En J. Dighton, J. White & P. Oudemans (eds), *The Fungal Community Its organization and role in the ecosystem*, 3 ed (p. 193-214). Estados Unidos: Taylor & Francis Group.

Schmit, J., Murphy, J. and Mueller, G. (1999). Macrofungal diversity in a temperate oak forest: A test of species richness estimators. *Canadian Journal of Botany* 77:1014-1027

Schuessler, A., Schwarzott, D. & Walker, C. (2001). A new fungal phylum, the *Glomeromycota*: phylogeny and evolution. *Mycological Research*, 105 (12), 1413-1421.

Sharma, C., Suyal, S., Gairola, S. & Ghildiyal, S. (2009). Species richness and diversity along an altitudinal gradient in moist temperate forest of Garhwal Himalaya. *Journal of American Science*, 5(5), 119-128.

Shou-Qin, S., Yan-Hong, W., Gen-Xu, W., Jun, Z., Dong, Y., Hai-Jian, B. & Ji, L. (2013). Bryophyte Species Richness and Composition along an altitudinal gradient in Gongga Mountain, China. *Plos one*, 8(3), 1-10.

Smith, J., Molina, R., Huso, M., Luoma, D., McKay, D., Castellano, M., Lebel, T. & Valachovic, Y. (2002). Species richness, abundance, and composition of hypogeous and epigeous ectomycorrhizal fungal sporocarps in young, rotation-age, and old-growth stands of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) in the Cascade Range of Oregon, U.S.A. *Can. J. Bot.* 80, 186-204



Sommerkamp, I. (1984). *Estudio de los macromicetos del Biotopo Universitario "Licenciado Mario Dary Rivera" para la conservación del quetzal*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala

Still, C., Foster, P. & Schneider, S. (1999). Simulating the effects of climate change on tropical montane cloud forest. *Nature*, 398, 608-610.

Swaty, R., Gehring, C., van Ert, M., Theimer, T., Keim, P. & Whitham, T. (1998). Temporal variation in temperature and rainfall differentially affects ectomycorrhizal colonization at two contrasting sites. *New Phytologist*, 139(4), 733-739.

Van der Heijden, M. & Horton, T. (2009). Socialism in soil? The importance of mycorrhizal fungal networks for facilitation on natural ecosystems. *Journal of ecology*, 97, 1139-1150.

Wagai, R., Kitayama, K., Satomura, T., Fujinuma, R. & Balsler, T. (2011). Interactive influences of climate and parent material on soil microbial community structure in Bornean tropical forest ecosystems. *Ecol Res*, 26, 627-636.

Webster, J. & Webwe, R. (2007). *Introduction to fungi*. (3a ed). Estados Unidos: Cambridgr University Press.

Zak, J. & Willing, M. (2004). *Fungal biodiversity patterns*. In Mueller, G., Bills, G. & Foster, M. Biodiversity of fungi: Inventory and Monitoring methods. Estados Unidos: Elsevier (p.59-75).

# Anexos

Anexo 1: Listados de especies arbóreas encontrados en el Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Ilex sp.</i>	<i>Palo negro</i>	Aquifoliaceae
<i>Oreopanax sp.</i>	<i>Mano de leon</i>	Araliaceae
<i>Oreopanax echinops</i>		Araliaceae
<i>Oreopanax liebmanii</i>		Araliaceae
<i>Vernonia sp.</i>	<i>Suquinai</i>	Asteraceae
<i>Brunellia sp.</i>	<i>Ceibillo</i>	Brunelliaceae
<i>Zinowiewia sp.</i>	<i>7 camisas</i>	Celastraceae
<i>Hedyosmum mexicanum</i>		Chloranthaceae
<i>Clethra pachecoana</i>		Clethraceae
<i>Clusia salvinii</i>		Clusiaceae
<i>Cornus sp.</i>	<i>Frutillo</i>	Cornaceae
<i>Tetrorchidium brevifolium</i>		Euphorbiaceae
<i>Inga sp.</i>		Fabaceae
<i>Pithecellobium vulcanorum</i>		Fabaceae
<i>Quercus benthami</i>		Fagaceae
<i>Quercus liebmanii</i>		Fagaceae
<i>Saurauia subalpina</i>		Fagaceae
<i>Oreomunnea mexicana</i>		Junglandaceae
<i>Phoebe sp.2</i>	<i>Amarillo</i>	Lauraceae
<i>Ocotea acuminatissima</i>		Lauraceae
<i>Persea americana</i>		Lauraceae
<i>Persea sp.</i>		Lauraceae
<i>Phoebe sp.2</i>		Lauraceae
<i>Ocotea sp.</i>	<i>Plumillo</i>	Lauraceae
<i>Magnolia sp.</i>		Magnoliaceae
<i>Clidemia sp.</i>		Melastomataceae
<i>Conostegia sp.</i>		Melastomataceae
<i>Miconia livida</i>		Melastomataceae
<i>Miconia sp.</i>		Melastomataceae
<i>Mollinedia angustata</i>		Monimiaceae
<i>Calyptranthes paxillata</i>		Myrtaceae
<i>Calyptranthes sp.</i>		Myrtaceae
<i>Cleyera sp.</i>	<i>Iximche</i>	Pentaphylacaceae
<i>Hieronyma guatemalensis</i>		Phyllanthaceae
<i>Phyllonoma cacuminis</i>		Phyllonomaceae
<i>Piper sp.</i>	<i>Cordoncillo</i>	Piperaceae

<i>Podocarpus oleifolius</i>		Podocarpaceae
<i>Podocarpus sp.</i>		Podocarpaceae
<i>Rapanea sp.</i>	<i>Pimientillo</i>	Primulaceae
<i>Sinardisia venosa</i>		Primulaceae
<i>Prunus sp.1</i>		Rosaceae
<i>Prunus sp.2</i>	<i>Zapotillo</i>	Rosaceae
<i>Arachnothryx rufescens</i>		Rubiaceae
<i>Elaeagia auriculata</i>		Rubiaceae
<i>Psychotria sp.</i>		Rubiaceae
<i>Zanthoxylum sp.</i>		Rutaceae
<i>Billia hippocastanum</i>		Sapindaceae
<i>Matayba sp.</i>	<i>Tamarindo</i>	Sapindaceae
<i>Sideroxylon ibarrae</i>		Sapotaceae
<i>Turpinia insignis</i>		Staphyleaceae
<i>Laplacea coriacea</i>		Theaceae
<i>Cecropia sp.</i>		Urticaceae
<i>Cecropia sylvicola</i>		Urticaceae
<i>Drimys granadiensis</i>		Winteraceae

**ESPECIES SIN DETERMINAR**

*Batea*  
*Camotillo*  
*Canelche*  
*Chuche*  
*Duraznillo*  
*Granadillo*  
*Árbol de maiz*  
*Palo rojo*

# BASIDIOMYCOTA

## FAMILIA MYCENACEAE

### *Mycena morfoespecie 1*



*Píleo* 23 mm de ancho, plano a convexo, fibriloso, margen sulcado, café a rosado en el margen *Contexto* 0.5 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, decurrente *Láminas* 2 mm de ancho, subdistantes, lineales, margen entero, beige

*Estípite* 85 mm de largo, 2 mm de ancho, hueco, cilíndrico, fibriloso, rosado *Basidiosporas* 7  $\mu$ m de largo, 4-5  $\mu$ m de ancho, Q=1.5, lisas, obovadas, hialinas, inamiloide *Trama himenoforal* paralela, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* paralelocutis, dextrinoide *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

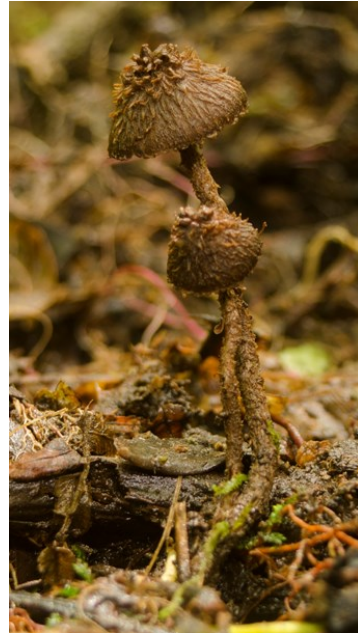
Anexo 2: Especies / morfoespecies de hongos ectomicorrícicos encontrados en el Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal “Lic. Mario Dary Rivera”

No. Colecta: MP 345

## FAMILIA STROPHARIACEAE

### *Pholiota morfoespecie 1*

*Píleo* 24-31 mm de ancho, hemisférico a parabólico, escuarrroso, margen crenado, marrón oscuro *Contexto* 1mm, café *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, adnado *Láminas* 3-4 mm de ancho, cercanas, subventricosas, margen entero, marrón claro *Estípote* 57-60 mm de largo, 2-3 mm de ancho, sólido, cilíndrico, fibriloso, marrón oscuro *Basidiosporas* 10-14  $\mu\text{m}$  de largo, 5-7  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.94$ , lisas, reniformes, marrón, inamiloides



*Trama himenoforal* paralela *Cistidios himeniales* pleurocistidios trameales, 43-60  $\mu\text{m}$  de largo, 3-4  $\mu\text{m}$  de ancho filiformes con margen bifurcado, amarillo oscuro *Pilipelis* tricodérmico en palisada *Fíbulas* ausentes



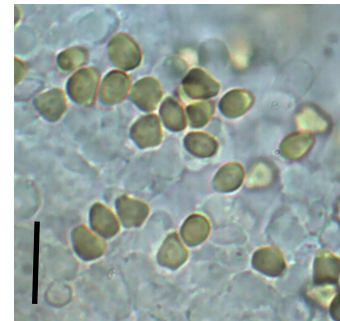
**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 301  
MQ 4710

### *Psilocybe morfoespecie 1*



*Píleo* 15 mm de ancho, hemisférico, areolado, margen entero, marrón oscuro *Contexto* menor a 1mm, café *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, adnado *Láminas* 3 mm de ancho, cercanas, arqueadas, margen entero, gris *Estípote* 100 mm de largo, 1 mm de ancho, hueco, radicado, fibriloso, marrón oscuro *Basidiosporas* 5-6  $\mu\text{m}$  de largo, 4-5  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.17$ , lisas, romboide a ovada en vista polar, oliva, inamiloides *Trama himenoforal* paralela



*Cistidios himeniales* queilocistidios, 10-15  $\mu\text{m}$  de largo, 2-4  $\mu\text{m}$  de ancho, forma de botella, hialinos *Pilipelis* mixocutis *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MQ 4724

## *Psilocybe morfoespecie 2*

*Píleo* 21 mm de ancho, convexo, alveolado, víscido, margen liso, marrón *Contexto* menor de 1 mm, marrón claro *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, libre *Láminas* 3 mm de ancho, cercanas, margen entero, marrón *Estípote* 55 mm de largo, 3 mm de ancho, cilíndrico, superficie fibrilosa, marrón claro



*Basidiosporas* 7-11  $\mu\text{m}$  de largo, 4-6  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.93$ , lisas, elípticas a ovadas, marrón ocre, inamiloides *Trama himenoforal* paralela, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipelis* tricodérmico *Fíbulas* ausentes



**Sustrato** suelo

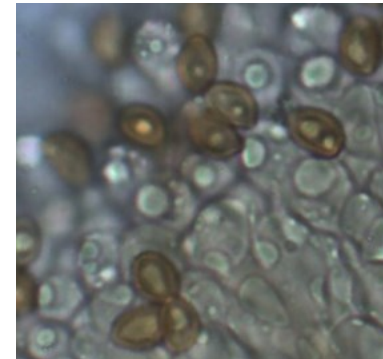
No. Colecta: MP 329

## *Psilocybe morfoespecie 3*

*Píleo* 45 mm de ancho, campanulado, cuspidado, alveolado a rugoso, margen liso, decurvado, marrón a anaranjado pálido *Contexto* 1mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, emarginado *Láminas* 4 mm de ancho, apretadas, margen ondulado, rosado a anaranjado



*Estípote* 65 mm de largo, 6-10 mm de ancho, relleno, superficie escamosa, crema a anaranjado en la base *Basidiosporas* 7-10  $\mu\text{m}$  de largo, 4-6  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.5$ , lisas, ovadas, marrón canela, inamiloides *Trama himenoforal* paralela *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipelis* himenidérmico *Fíbulas* ausentes



**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 327

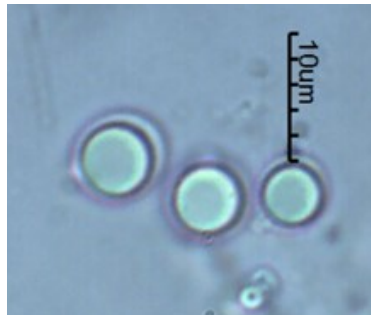
## FAMILIA HYGROPHORACEAE

### *Hygrocybe morfoespecie 1*

*Píleo* 20 mm de ancho, cónico, cuspidado, areolado, margen agrietado, rojo a anaranjado en el margen  
*Contexto* 1mm *Anillo* ausente  
*Himenóforo* lamelado, emarginado  
*Láminas* 4 mm de ancho, cercanas, subventricosas, margen entero, beige  
*Estípite* 45 mm de largo, 3 mm de ancho, cilíndrico, fibriloso, amarillo *Basidiosporas*



7-9  $\mu\text{m}$  de largo, 6-7  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.18$ , lisas, globosas, hialinas, inamiloides *Trama himenoforal* paralela, pigmentos marrones, intracelulares *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipelis* tricodérmico *Fíbulas* ausentes



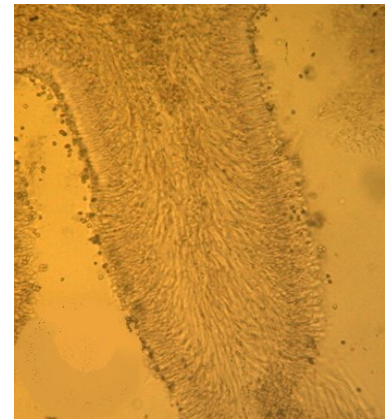
**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 572

### *Hygrophorus morfoespecie 1*



*Píleo* 18 mm de ancho, plano a convexo, areolado, margen liso, incurvado, rojo con anaranjado  
*Contexto* 2 mm, rojo  
*Anillo* ausente  
*Himenóforo* lamelado, decurrente  
*Láminas* 1.5 mm de ancho, subdistantes, margen entero, anaranjado  
*Estípite* 37 mm de largo, 4 mm de ancho, cilíndrico, superficie areolada, rojo con anaranjado  
*Basidiosporas* 5-7  $\mu\text{m}$  de largo, 4-5  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.23$ , lisas, subglobosas, hialinas, inamiloides *Trama himenoforal* divergente



*Cistidios himeniales* queilocistidios y pleurocistidios, 45-54  $\mu\text{m}$  de largo, 6-7  $\mu\text{m}$  de ancho, lanceolados, hialinos *Pilipelis* enterocutis *Fíbulas* presentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 417



## *Hygrophorus morfoespecie 2*

*Píleo* 13 mm de ancho, plano, alveolado, margen liso, rojo intenso *Contexto* 1 mm, rojo *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, decurrente *Láminas* 0.5 mm de ancho, cercanas, bifircadas hacia el margen, margen entero, blanco *Estípite* 18 mm de largo, 3-4 mm de ancho, forma de tapón hacia abajo, superficie fibrilosa, anaranjado rojizo



*Basidiosporas* 9-11  $\mu\text{m}$  de largo, 5-6  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.81$ , puncteadas, ovadas, hialinas, inamiloides *Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* tricotérmico *Fíbulas* presentes



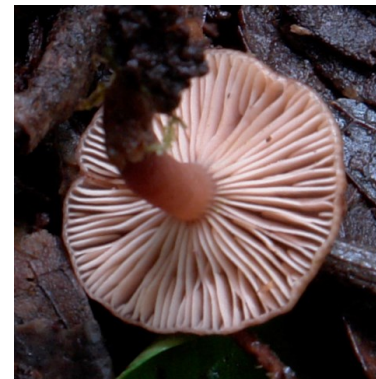
**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 359

## FAMILIA RUSSULACEAE

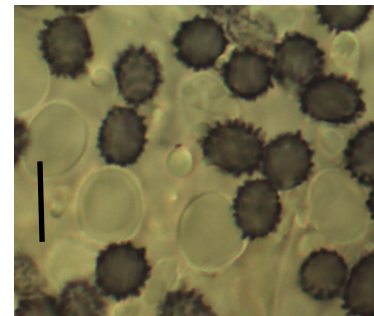
## *Lactarius morfoespecie 1*

*Píleo* 17 mm de ancho, plano a convexo, fibriloso, margen crenado, marrón al centro a naranja en el margen *Contexto* menor a 1 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, sub-decurrente *Láminas* 2 mm de ancho, subdistantes, margen entero, beige *Estípite* 15 mm de largo, 2 mm de ancho, cilíndrico, relleno, superficie fibrilosa, marrón claro *Basidiosporas* 6-8  $\mu\text{m}$  de largo, 6-7  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.09$ , equinuladas, ovadas, hialinas, amiloides *Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Hifas laticíferas* presentes



*Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* enterocutis *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo



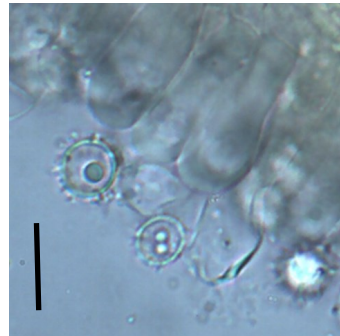
No. Colecta: MP 346

## *Lactarius morfoespecie 2*

*Píleo* 34 mm de ancho, plano, ligeramente depresso, areolado, margen liso, marrón oscuro a margen naranja *Contexto* menor a 1 mm, café *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, sub-decurrente *Láminas* 4 mm de ancho, cercanas, margen entero, beige *Estípote* 30 mm de largo, 6 mm de ancho, cilíndrico, relleno, superficie escamosa, naranja oscuro con escamas marrones



*Basidiosporas* 8-10  $\mu\text{m}$  de largo, 8-9  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.05$ , reticuladas, ovadas, hialinas, amiloides *Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Hifas laticíferas* presentes *Cistidios himeniales* pleurocistidios, mucronados, hialinos, conformados por hifas laticíferas que sobresalen *Pilipellis* cistodérmica *Fíbulas* ausentes



**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 339

## *Lactarius morfoespecie 3*

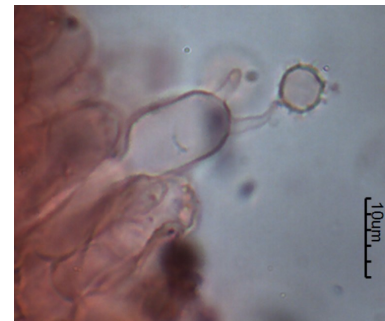


*Píleo* 30 mm de ancho, plano a convexo, areolado, margen estriado, marrón oscuro a claro en el margen *Contexto* 1 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, sub-decurrente *Láminas* 3 mm de ancho, cercanas, margen entero, amarillo *Estípote* 20-30 mm de largo, 4 mm de ancho, forma de tapón hacia abajo, superficie escabrosa, marrón

*Basidiosporas* 7-9  $\mu\text{m}$  de largo, 7-9  $\mu\text{m}$  de ancho,

$Q=1.04$ , reticuladas, globosas, hialinas, amiloides *Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Hifas laticíferas* presentes *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* celular *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo



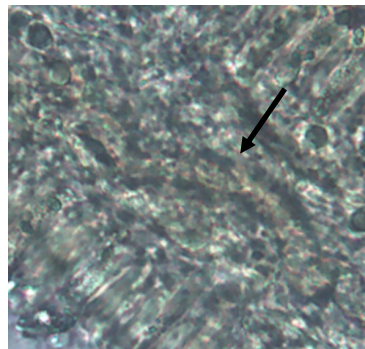
No. Colecta: MP 289

## *Lactarius morfoespecie 4*

*Píleo* 15-39 mm de ancho, plano a convexo, depresso, areolado a fibriloso, margen liso a estriado, naranja, marrón al centro *Contexto* 1 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, decurrente a sub-decurrente *Láminas* 2-4 mm de ancho, cercanas, subdistantes, margen entero, beige, látex blanquecino se oxida a amarillento *Estípite* 21-42 mm de largo, 4-5 mm de ancho, cilíndrico, relleno con apariencia de yeso, superficie lisa, marrón



*Basidiosporas* 7-10 µm de largo, 8-9 µm de ancho, Q=1.13, reticuladas, globosas, hialinas, amiloides *Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Hifas laticíferas* presentes *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* mixocutis *Fíbulas* ausentes



**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 288, 294, 559

## *Lactarius morfoespecie 5*



*Píleo* 18-45 mm de ancho, plano a convexo, zonado concéntricamente, margen liso, viscido, anaranjado a levemente marrón *Contexto* 1 mm *Olor* a hongo *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, sub-decurrente a decurrente *Láminas* 3-6 mm de ancho, cercanas, margen entero, beige, látex blanco que se oxida a amarillo *Estípite* 16-35 mm de largo, 5-11 mm de ancho, cilíndrico, relleno con apariencia de yeso, superficie lisa, beige

*Basidiosporas* 7-10 µm de largo, 6-8 µm de ancho, Q=1.22, reticuladas, sub-globosas, hialinas,

amiloides *Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Hifas laticíferas* presentes con aceites dorados *Cistidios himeniales* pleurocistidios, 50-55 µm de largo, 5-11 µm de ancho, mucronados, hialinos, conformados por hifas laticíferas que sobresalen *Pilipellis* mixocutis *Fíbulas* ausentes



**Sustrato** suelo

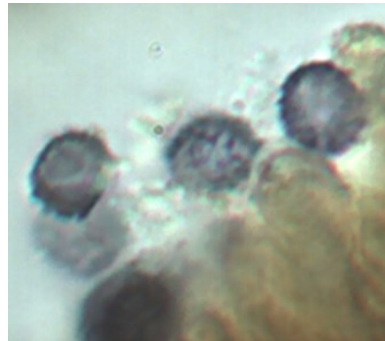
No. Colecta: MP 402, 561, 566, 577

## *Lactarius morfoespecie 6*

*Píleo* 20-35 mm de ancho, plano a convexo, ligeramente depresso, areolado, margen estriado, anaranjado con el centro café *Contexto* 1 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, sub-decurrente *Láminas* 3 mm de ancho, cercanas, margen entero, beige, látex anaranjado *Estípite* 45-48 mm de largo, 7 mm de ancho, cilíndrico, relleno con apariencia de yeso, superficie escabrosa, anaranjado



*Basidiosporas* 7-8  $\mu\text{m}$  de largo, 6-7  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.22$ , reticuladas, ovadas, hialinas, amiloides *Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Hifas laticíferas* presentes *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* mixocutis *Fíbulas* ausentes



**Sustrato** suelo

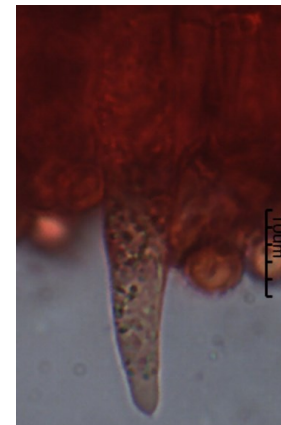
No. Colecta: MP 296

## *Lactarius morfoespecie 7*

*Píleo* 38 mm de ancho, plano, depresso, superficie fibrilosa, margen liso, anaranjado pálido a crema en el centro *Contexto* 1 mm, amarillo *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, sub-decurrente *Láminas* 2 mm de ancho, subdistantes, margen entero, beige, látex amarillo intenso *Estípite* 28 mm de largo, 6 mm de ancho, forma de tapón hacia abajo, relleno con apariencia de yeso, superficie escabrosa, beige



*Basidiosporas* 7-9  $\mu\text{m}$  de largo, 6-7  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.22$ , reticuladas, globosas, hialinas, amiloides *Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Hifas laticíferas* presentes *Cistidios himeniales* presentes, *Hifas laticíferas* que sobresalen de la trama *Pilipellis* enterocutis *Fíbulas* ausentes



**Sustrato** suelo

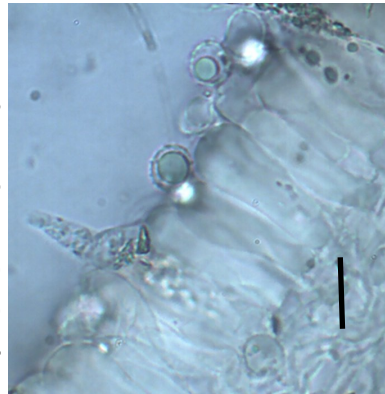
No. Colecta: MP 313

## *Lactarius morfoespecie 8*

*Píleo* 28 mm de ancho, plano, depreso, areolado, margen liso, víscido, anaranjado a marrón en el centro *Contexto* 1 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, emarginadas con diente *Láminas* 2 mm de ancho, cercanas, margen entero, beige, látex blanco *Estípite* 40 mm de largo, 7 mm de ancho, cilíndrico, relleno, superficie fibrilosa, anaranjado *Basidiosporas* 8-10  $\mu\text{m}$  de largo, 7-9  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.21$ , reticuladas, globosas, hialinas, amiloides



*Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Hifas laticíferas* presentes *Cistidios himeniales* pleurocistidios, 55-60  $\mu\text{m}$  de largo, 9-10  $\mu\text{m}$  de ancho, mucronados, hialinos, presencia de pigmentos verdosos, conformados por hifas laticíferas que sobresalen *Pilipelis* mixocutis *Fíbulas* ausentes



**Sustrato** suelo

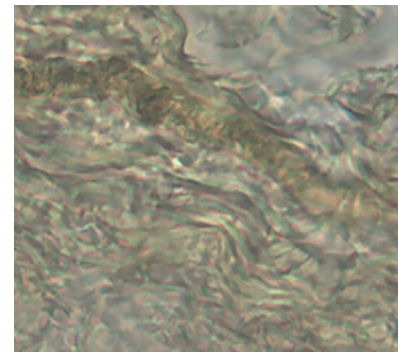
No. Colecta: MP 574

## *Lactarius morfoespecie 9*

*Píleo* 50 mm de ancho, plano a convexo, superficie areolada, margen sulcado, crema a naranja pálido *Contexto* 1 mm, crema *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, emarginado *Láminas* 7 mm de ancho, subdistantes, margen entero, bifurcadas hacia el estípite, naranja *Estípite* 30 mm de largo, 12 mm de ancho, cilíndrico, relleno con apariencia de yeso, superficie lisa, escabrosa, crema a naranja pálido



*Basidiosporas* 9-12  $\mu\text{m}$  de largo, 6-10  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.18$ , reticuladas, globosas, hialinas, amiloides *Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Hifas laticíferas* presentes *Cistidios himeniales* presentes, hifas laticíferas que sobresalen de la trama, amarillas *Pilipelis* tricodérmico *Fíbulas* ausentes



**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 400

## *Lactarius morfoespecie 10*

*Píleo* 10-30 mm de ancho, plano, depreso, rugoso, margen ondulado, marrón *Contexto* 1 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, decurrente *Láminas* 4 mm de ancho, subdistantes, margen entero, crema con el margen café *Estípote* 95 mm de largo, 4 mm de ancho, cilíndrico, relleno, cartilaginoso, superficie fibrilosa, marrón *Basidiosporas* 8-10  $\mu\text{m}$  de largo, 7-9  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.09$ , reticuladas, globosas, hialinas, amiloides

*Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Hifas laticíferas* presentes *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipelis* enterocutis *Fíbulas* ausentes

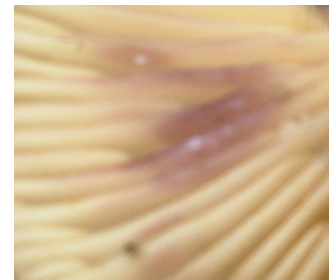
**Sustrato** suelo

No. Colecta: MQ 4682



## *Lactarius morfoespecie 11*

*Píleo* 50 mm de ancho, plano a convexo, superficie areolada, margen liso, anaranjado pálido *Contexto* 1.5 mm, blanco *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, sub-decurrente *Láminas* 4 mm de ancho, subdistantes, margen entero, beige, látex amarillo que se oxida a morado *Estípote* 33 mm de largo, 7 mm de ancho, cilíndrico, relleno con apariencia de yeso, superficie lisa, beige



*Basidiosporas* 8-10  $\mu\text{m}$  de largo, 8-10  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1$ , reticuladas, globosas, hialinas, amiloides *Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Hifas laticíferas* presentes *Cistidios himeniales* pleurocistidios 45-50  $\mu\text{m}$  de largo, 7-9  $\mu\text{m}$  de ancho, mucronados, conformados por hifas laticíferas que sobresalen de la trama *Pilipelis* tricodérmico *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 333

## *Lactarius morfoespecie 12*

*Píleo* 75 mm de ancho, cóncavo, alveolado, víscido, marrón *Contexto* 4 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, anexo *Láminas* 6 mm de ancho, cercanas, margen entero, beige a rosa *Estípite* 30 mm de largo, 10 mm de ancho, cilíndrico, relleno con apariencia de yeso, superficie fibrilosa, crema *Basidiosporas* 10-14  $\mu\text{m}$  de largo, 9-11  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.23$ , reticuladas, ovadas, hialinas, amiloides



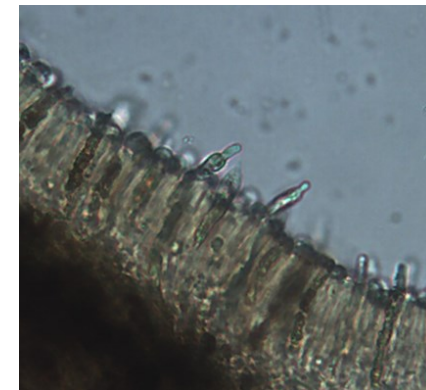
*Trama himenoforal* intermixta, inamiloide *Hifas laticíferas* presentes *Cistidios himeniales* pleurocistidios, 75-80  $\mu\text{m}$  de largo, 9-11  $\mu\text{m}$  de ancho, lanceolados, presencia de pigmentos verdes, conformados por hifas laticíferas que sobresalen *Pilipelis* enterocutis *Fíbulas* ausentes



**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 326

## *Lactarius indigo* L.



*Píleo* 15-120 mm de ancho, plano a convexo, zonado concéntricamente, superficie areolada, margen liso, celeste con zonaciones blancas *Contexto* 2-6 mm, celeste *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, subdecurrente *Láminas* 4-10 mm de ancho, cercanas, margen entero, celeste, látex azul *Estípite* 16-50 mm de largo, 6-18 mm de ancho, forma de tapón hacia abajo, relleno con apariencia de yeso, superficie lisa, celeste con blanco

*Basidiosporas* 7-8  $\mu\text{m}$  de largo, 6-7  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.23$ , reticuladas, globosas, hialinas, amiloides *Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Hifas laticíferas* presentes *Cistidios himeniales* queilocistidios y pleurocistidios con pigmentos intracelulares amarillos a verdes, conformados por hifas laticíferas que sobresalen de la trama *Pilipelis* enterocutis *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 393, MQ 4680

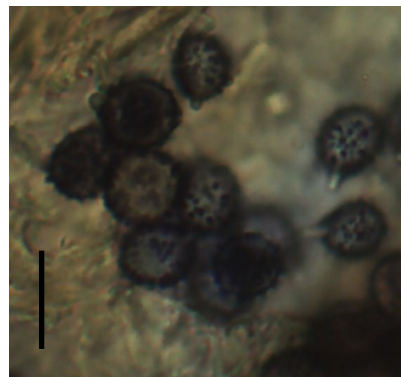
## *Russula morfoespecie 1*

*Píleo* 22 mm de ancho, plano, ligeramente depresso, superficie fibrilosa, margen plicado, marrón — naranja *Contexto* <1 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, emarginado con diente *Láminas* 2 mm de ancho, sub-distantes, difurcadas hacia el margen, margen entero, naranja *Estípote* 15 mm de largo, 3 mm de ancho, cilíndrico, relleno con apariencia de yeso, superficie lisa, naranja *Basidiosporas* 7-10  $\mu\text{m}$  de largo, 6-8  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.2$ , equinadas, ovadas, hialinas, amiloides

*Trama himenoforal* heterómera, con células infladas, inamiloide *Hifas oleíferas* presentes con pigmentos verdes *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipelis* enterocutis *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 411



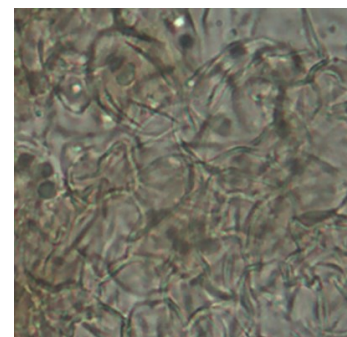
## *Russula morfoespecie 2*

*Píleo* 19-40 mm de ancho, plano a convexo, ligeramente depresso, superficie areolada, margen liso, marrón *Contexto* 3 mm, marrón claro *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, sub-decurrente *Láminas* 2 mm de ancho, apretadas, margen entero, blanco *Estípote* 8-15 mm de largo, 5-7 mm de ancho, cilíndrico, relleno con apariencia de yeso, superficie lisa, crema

*Basidiosporas* 7-9  $\mu\text{m}$  de largo, 5-7  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.21$ , reticuladas, ovadas, hialinas, amiloides *Trama himenoforal* heterómera con células infladas, inamiloide *Hifas oleíferas* presentes *Cistidios himeniales* pleurocistidios, 40-50  $\mu\text{m}$  de largo, 5  $\mu\text{m}$  de ancho, pigmentos vacuolares, conformados por hifas oleíferas que sobresalen de la trama *Pilipelis* ixocutis *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 287, 337, 354, 570  
MQ 4713





### *Russula morfoespecie 3*

*Píleo* 36 mm de ancho, plano a convexo, alveolado, margen sulcado, verde *Contexto* 2 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, anexo *Láminas* 3 mm de ancho, apretadas, margen entero, bifurcadas hacia atrás, beige *Estípite* 13 mm de largo, 10 mm de ancho, forma de tapón hacia abajo, relleno con apariencia de yeso, superficie lisa, marrón *Basidiosporas* 7-10  $\mu\text{m}$  de largo, 6-9  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.17$ , equinadas, esféricas, hialinas, amiloides



*Trama himenoforal* heterómera con células infladas, inamiloide *Hifas oleíferas* presentes *Cistidios himeniales* pleurocistidios, 50-71  $\mu\text{m}$  de largo, 6-7  $\mu\text{m}$  de ancho, conformados por hifas oleíferas que sobresalen de la trama *Pilipellis ixocutis* *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo



No. Colecta: MP 567

### *Russula morfoespecie 4*

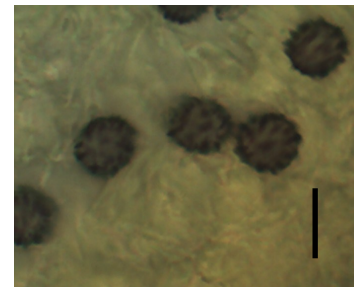
*Píleo* 40 mm de ancho, plano, ligeramente depresso, superficie areolada, margen sulcado, rojo que se desvanece al margen *Contexto* 1 mm, blanco *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, anexo *Láminas* 4 mm de ancho, cercanas, margen entero, blanco *Estípite* 50 mm de largo, 9 mm de ancho, cilíndrico, relleno con apariencia de yeso, superficie lisa, blanco



*Basidiosporas* 8-10  $\mu\text{m}$  de largo, 7-9  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.195$ , equinadas, ovadas, hialinas, amiloides *Trama himenoforal* heterómera con células infladas, inamiloide *Hifas oleíferas*

presentes *Cistidios himeniales* pleurocistidios, escasos, 38-45  $\mu\text{m}$  de largo, 5  $\mu\text{m}$  de ancho, conformados por hifas oleíferas que sobresalen de la trama *Pilipellis mixocutis* *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo



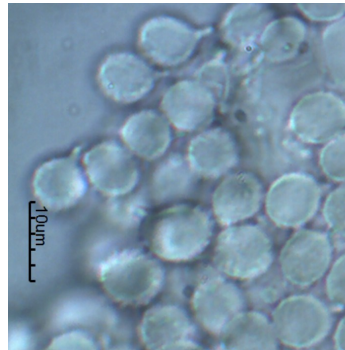
No. Colecta: MP 396

## *Russula morfoespecie 5*

*Píleo* 50-70 mm de ancho, plano a cóncavo, superficie fibrilosa, margen sulcado, rojo a rosado *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, sub-decurrente *Láminas* 4-10 mm de ancho, apretadas, margen entero *Estípite* 56 mm de largo, 11-26 mm de ancho, forma de tapón hacia arriba, superficie lisa, blanco *Basidiosporas* 8-10  $\mu\text{m}$  de largo, 7-10  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.16$ , equinadas, globosas hialinas, amiloides



*Trama himenoforal* heterómera con células infladas, inamiloide *Hifas oleíferas* presentes *Cistidios himeniales* pleurocistidios, abundantes, 46-60  $\mu\text{m}$  de largo, 10-12  $\mu\text{m}$  de ancho, filiformes a mucronados, conformados por hifas oleíferas que sobresalen de la trama *Pilipellis* enterocutis *Fíbulas* ausentes



**Sustrato** suelo

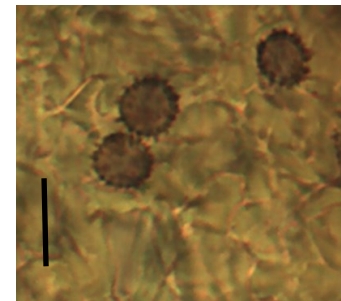
No. Colecta: MP 560, MQ 4716

## *Russula morfoespecie 6*

*Píleo* 13-20 mm de ancho, plano a convexo, superficie areolada, margen agrietado a sulcado, rojo *Contexto* 1 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, anexo *Láminas* 1-10 mm de ancho, subdistantes, margen entero, crema *Estípite* 23-25 mm de largo, 3-10 mm de ancho, forma de tapón hacia arriba, relleno con apariencia de yeso, superficie lisa, crema



*Basidiosporas* 6-9  $\mu\text{m}$  de largo, 5-7  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.25$ , equinadas, globosas, hialinas, amiloides *Trama himenoforal* heterómera con células infladas, inamiloide *Hifas oleíferas* presentes *Cistidios himeniales* queilocistidios y pleurocistidios, 35-50  $\mu\text{m}$  de largo, 8-19  $\mu\text{m}$  de ancho, lanceolados a metuloides, pigmentos vacuolares verdes, conformados por hifas oleíferas que sobresalen de la trama *Pilipellis* enterocutis *Fíbulas* ausentes

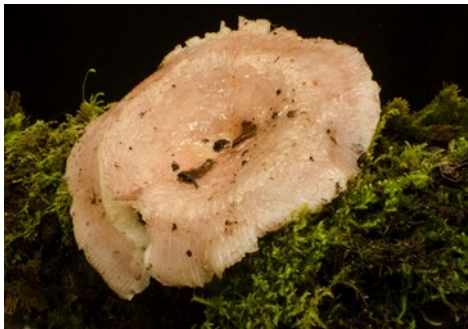


**Sustrato** suelo

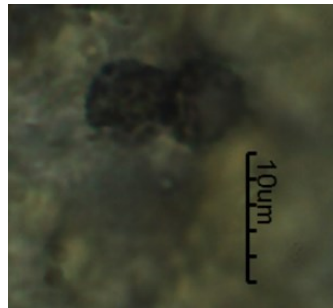
No. Colecta: MP 317, 406

## Russula morfoespecie 7

*Píleo* 90 mm de ancho, plano a convexo, areolado, margen sulcado, rosado *Contexto* 1 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, emarginado con diente *Láminas* 3 mm de ancho, apretadas, margen entero, bifurcadas hacia el margen, crema *Estípite* 70 mm de largo, 15 mm de ancho, forma de tapón hacia abajo, relleno con apariencia de yeso, superficie lisa, crema *Basidiosporas* 7-9  $\mu\text{m}$  de largo, 6-8  $\mu\text{m}$  de ancho, Q=1.127, equinadas, globosas, hialinas, amiloides



*Trama himenoforal* heterómera con células infladas, inamiloide *Hifas oleíferas* presentes *Cistidios himeniales* pleurocistidios, escasos, mucronados, conformados por hifas oleíferas que sobresalen de la trama *Pilipellis* enterocutis *Fíbulas* ausentes



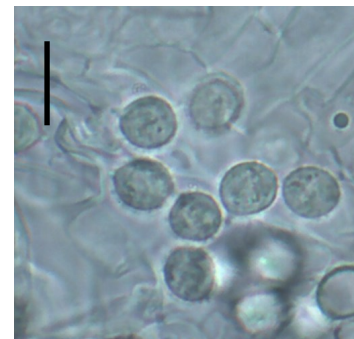
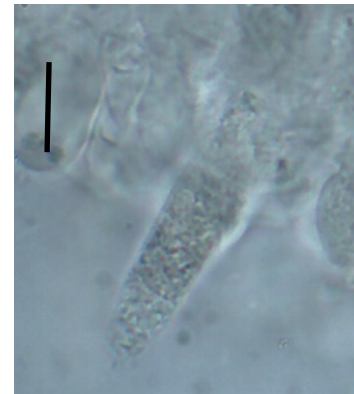
**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 580

## Russula morfoespecie 8



*Píleo* 15 mm de ancho, plano a convexo, depreso, superficie fibrilosa, margen liso a agrietado, rojo *Contexto* 1 mm, crema *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, anexo *Láminas* 1.5 mm de ancho, cercanas, margen entero, blanco *Estípite* 20 mm de largo, 4 mm de ancho, cilíndrico, relleno con apariencia de yeso, superficie escabrosa, crema



*Basidiosporas* 8-9  $\mu\text{m}$  de largo, 7-8  $\mu\text{m}$  de ancho, Q=1.13, reticuladas, globosas, hialinas, amiloides *Trama himenoforal* heterómera con células infladas, inamiloide *Hifas oleíferas* presentes *Cistidios himeniales* pleurocistidios, 30-50  $\mu\text{m}$  de largo, 8  $\mu\text{m}$  de ancho, conformados por hifas oleíferas que sobresalen de la trama *Pilipellis* enterocutis *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

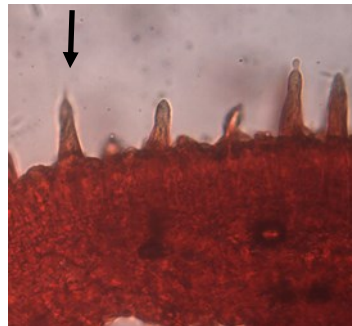
No. Colecta: MP 300

## *Russula morfoespecie 9*

*Píleo* 30 mm de ancho, convexo, areolado, margen agrietado, rojo encendido *Contexto* 5 mm, rosado *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, anexo *Láminas* 4-5 mm de ancho, apretadas, margen entero, crema *Estípite* 13 mm de largo, 39 mm de ancho, cilíndrico, relleno con apariencia de yeso, superficie lisa, crema a rojo en la base *Basidiosporas* 7-9  $\mu\text{m}$  de largo, 6-8  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.07$ , reticuladas, globosas, hialinas, amiloides



*Trama himenoforal* heterómera con células infladas, inamiloide *Hifas oleíferas* presentes *Cistidios himeniales* pleurocistidios, 65-100  $\mu\text{m}$  de largo, 5-7  $\mu\text{m}$  de ancho, conformados por hifas oleíferas que sobresalen de la trama *Pilipelis* enterocutis *Fíbulas* ausentes



**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 320

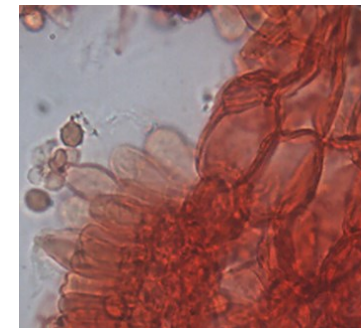
## *Russula morfoespecie 10*

*Píleo* 22 mm de ancho, plano a convexo, lsuperficie areolada, higrófano, margen liso, rojo fuerte *Contexto* 1 mm, blanco *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, sub-decurrente *Láminas* 3 mm de ancho, cercanas, margen entero, crema *Estípite* 19 mm de largo, 4 mm de ancho, cilíndrico con rizomorfos, relleno con apariencia de yeso, superficie lisa, crema



*Basidiosporas* 8-10  $\mu\text{m}$  de largo, 6-8  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.074$ , equinadas, globosas, hialinas, amiloides *Trama himenoforal*

heterómera con células infladas, inamiloide *Hifas oleíferas* presentes *Cistidios himeniales* pleurocistidios, 40-56  $\mu\text{m}$  de largo, 10-12  $\mu\text{m}$  de ancho, conformados por hifas oleíferas que sobresalen de la trama *Pilipelis* mixocutis *Fíbulas* ausentes



**Sustrato** suelo

No. Colecta: MQ 4686

## *Russula morfoespecie 11*

*Píleo* 53-80 mm de ancho, plano, ligeramente depresso, areolado, margen decurvado, agiretado, morado *Contexto* 3 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, adnado *Láminas* 3 mm de ancho, cercanas, margen entero, bifurcadas hacia el margen, blanco *Estípite* 55-65 mm de largo, 11-16 mm de ancho, forma de tapón hacia arriba, relleno con apariencia de yeso, superficie lisa, blanco *Basidiosporas* 7-9  $\mu\text{m}$  de largo, 6-9  $\mu\text{m}$  de ancho, Q=1.103, equinadas, globosas, hialinas, amiloides



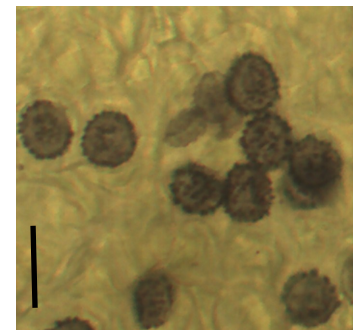
*Trama himenoforal* heterómera con células infladas, inamiloide *Hifas oleíferas* presentes, abundantes en trama y pelis *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipelis mixocutis* *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 415  
MQ 4726

## *Russula morfoespecie 12*

*Píleo* 39-69 mm de ancho, plano, depresso, superficie areolada, margen liso, morado, se aclara en el margen *Contexto* 1-4 mm, crema *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, subdecurrente *Láminas* 3-4 mm de ancho, apretadas, margen entero, blancas *Estípite* 39-50 mm de largo, 8-10 mm de ancho, cilíndrico, relleno con apariencia de yeso, superficie escabrosa, crema



*Basidiosporas* 8-10  $\mu\text{m}$  de largo, 5-7  $\mu\text{m}$  de ancho, Q=1.21, equinadas, ovadas, hialinas, amiloides *Trama himenoforal* heterómera con células infladas, inamiloide *Hifas oleíferas* presentes *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipelis mixocutis* *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo



No. Colecta: MP 305, 315  
MQ 4690

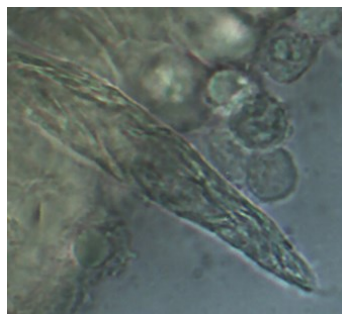
### *Russula morfoespecie 13*

*Píleo* 51 mm de ancho, plano, depresado, superficie fibrilosa, margen estriado, morado oscuro que se desvanece al margen *Contexto* 2 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, sub-decurrente *Láminas* 3 mm de ancho, apretadas, margen erodado, bifurcadas hacia el margen, crema *Estípite* 50 mm de largo, 10 mm de ancho, cilíndrico, relleno con apariencia de yeso, superficie lisa, morado claro *Basidiosporas* 9-10  $\mu\text{m}$  de largo, 8-10  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.05$ , equinadas, globosas, hialinas, amiloides

*Trama himenoforal* heterómera con células infladas, inamiloide *Hifas oleíferas* presentes *Cistidios himeniales* pleurocistidios, 50  $\mu\text{m}$  de largo, 10  $\mu\text{m}$  de ancho, conformados por hifas oleíferas que sobresalen de la trama *Pilipelis* mixocutis *Fíbulas* ausentes

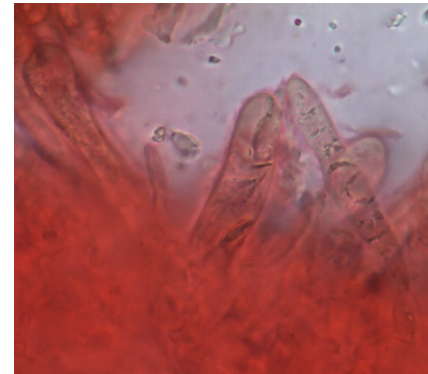
**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 319



### *Russula morfoespecie 14*

*Píleo* 20 mm de ancho, convexo, , margen liso, morado a rosado *Contexto* 1 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, sub-decurrente *Láminas* 1 mm de ancho, cercanas, margen entero, blanco *Estípite* 20 mm de largo, 6 mm de ancho, cilíndrico, relleno con apariencia de yeso, superficie lisa, crema



*Basidiosporas* 8-10  $\mu\text{m}$  de largo, 7-8  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.26$ , equinada, ovadas, hialinas, amiloides *Trama himenoforal* heterómera con células infladas, inamiloide *Hifas oleíferas* presentes *Cistidios himeniales* pleurocistidios, 40-60  $\mu\text{m}$  de largo, 5-10  $\mu\text{m}$  de ancho, mucronados, conformados por hifas oleíferas que sobresalen de la trama *Pilipelis* ixocutis *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

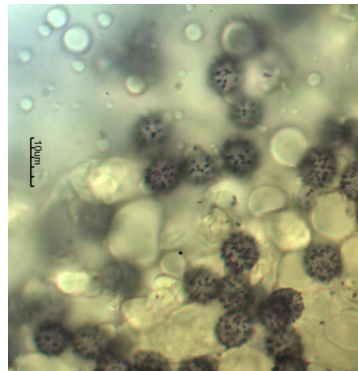
No. Colecta: MP 405

## *Russula morfoespecie 15*

*Píleo* 31 mm de ancho, plano, depresso, víscido, margen sulcado, rojo a rosado en el margen *Contexto* 1 mm, blanco *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, anexo *Láminas* 2 mm de ancho, cercanas, margen entero, crema *Estípote* 46 mm de largo, 8 mm de ancho, forma de tapón hacia arriba, relleno, cartilaginoso, superficie fibrilosa, blanco *Basidiosporas* 7-11  $\mu\text{m}$  de largo, 7-9  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.1.06$ , equinuladas, esféricas, hialinas, amiloides



*Trama himenoforal* heterómera con células infladas, inamiloide *Hifas oleíferas* presentes *Cistidios himeniales* pleurocistidios, 70-80  $\mu\text{m}$  de largo, 9-13  $\mu\text{m}$  de ancho, lanceolados a mucronados, conformados por hifas oleíferas que sobresalen de la trama *Pilipellis* enterocutis *Fíbulas* ausentes



**Sustrato** suelo

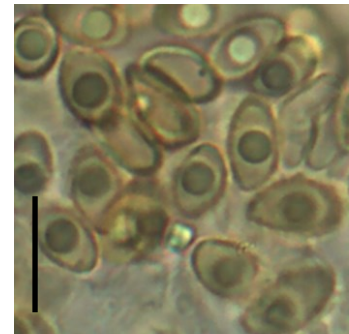
No. Colecta: MP 330

## FAMILIA CORTINARIACEAE

### *Galerina morfoespecie 1*



*Píleo* 11-16 mm de ancho, mami-forme a umbonado, superficie fibrilosa adpresa, víscida, margen traslúcido, estriado, marrón rojizo *Contexto* menor a 1 mm, marrón traslúcido *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, emarginado con diente *Láminas* 1 mm de ancho, cercanas, margen entero, marrón claro *Estípote* 25-35 mm de largo, 1-1.5 mm de ancho, cilíndrico, sólido, fibriloso, superficie fibrilosa, marrón



*Basidiosporas* 7-9  $\mu\text{m}$  de largo, 4-5  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.952$ , finamente puncteadas, ovadas, café a oliva, inamiloideas *Trama himenoforal* paralela, dextrinoide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* enterocutis *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 318

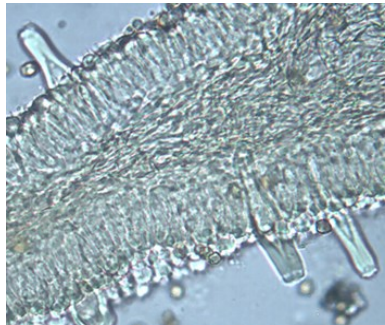
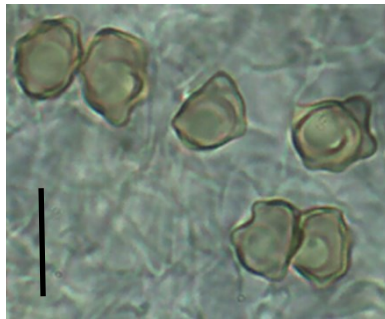
## *Inocybe morfoespecie 1*

*Píleo* 21 mm de ancho, plano, cuspidado, alveolado, margen sulcado, marrón claro a crema en el margen *Contexto* 1 mm, marrón claro *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, libre *Láminas* 2 mm de ancho, subdistantes, margen ondulado, marrón claro *Estípite* 30 mm de largo, 3-4 mm de ancho, cilíndrico, hueco, superficie lisa, marrón claro *Basidiosporas* 7-10  $\mu\text{m}$  de largo, 6-7  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.22$ , lisas, angulares, oliva, inamiloides

*Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Cistidios himeniales* pleurocistidios y queilocistidios, 63-73  $\mu\text{m}$  de largo, 15-17  $\mu\text{m}$  de ancho, metuloides, trameales, amarillos *Pilipellis* enterocutis *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 355



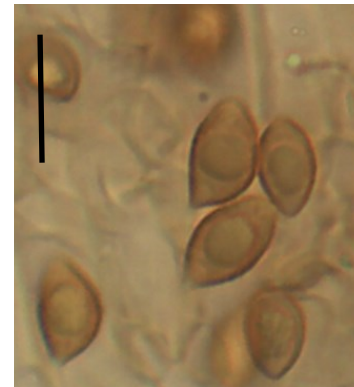
## *Phaeocollybia morfoespecie 1*

*Píleo* 60-80 mm de ancho, plano a convexo, glutinoso, viscido, margen liso, marrón que se aclara al margen *Contexto* 3 mm, marrón oscuro *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, libre *Láminas* 6 mm de ancho, cercanas, margen ondulado, marrón claro *Estípite* 85-113 mm de largo, 7-12 mm de ancho, forma de tapón hacia abajo, sólido, fibriloso, superficie torcida, marrón claro

*Basidiosporas* 7-10  $\mu\text{m}$  de largo, 4-5  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.85$ , minutamente puncteadas, ovadas a alargadas, oliva, inamiloides *Trama himenoforal* paralela, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* tricodérmico *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 343





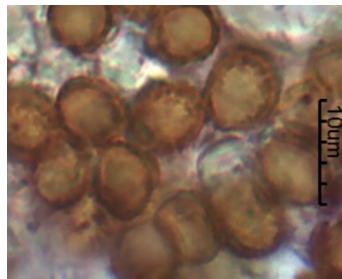
## *Phaeocollybia morfoespecie 2*

*Píleo* 35 mm de ancho, plano a convexo a cóncavo, superficie fibrilosa, lubricosa, margen sulcado, ondulado, gris oscuro *Contexto* 1 mm, traslúcido *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, sub-decurrente *Láminas* 4 mm de ancho, scercanas, margen erodado, marrón ferruginoso *Estípote* 90 mm de largo, 3-4 mm de ancho, radicado, hueco, superficie fibrilosa, torcida, blanco a crema *Basidiosporas* 7-11  $\mu\text{m}$  de largo, 6-8  $\mu\text{m}$  de ancho, Q=1.2, equinadas, ovadas, marrón tierra, inamiloides



*Trama himenoforal* paralela, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipelis* tricodérmico *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo



No. Colecta: MP 290

## *Phaeocollybia morfoespecie 3*

*Píleo* 37-40 mm de ancho, plano a convexo, areolado, lubricoso, margen liso, anaranjado *Contexto* 2-3 mm, marrón claro *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, libre *Láminas* 1-2 mm de ancho, apretadas, margen entero crema a marrón en el margen *Estípote* 42-81 mm de largo, 5-10 mm de ancho, radicado, relleno, fibriloso, superficie con escamas muy pequeñas, crema a marrón en la base



*Basidiosporas* 5-7  $\mu\text{m}$  de largo, 3-4  $\mu\text{m}$  de ancho, Q=1.52, punteadas, ovoides, marrón, inamiloides *Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Cistidios himeniales* pleurocistidios y queilocistidios, 22-30  $\mu\text{m}$  de largo, 2-5  $\mu\text{m}$  de ancho, capitulados, hialinos *Pilipelis* tricodérmico *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo



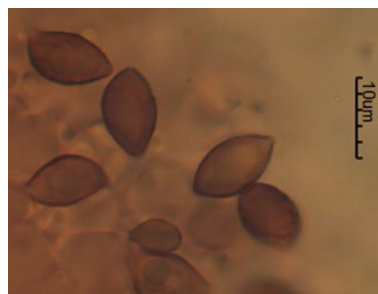
No. Colecta: MP 332, 576

### *Phaeocollybia morfoespecie 4*

*Píleo* 40 mm de ancho, plano, viscido, margen sulcado, marrón  
*Contexto* 1 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, libre *Láminas* 4 mm de ancho, subdistantes, margen ondulado, marrón *Estípote* 85 mm de largo, 5 mm de ancho, radicado, hueco, superficie fibrilosa, crema a marrón en la base *Basidiosporas* 10-12  $\mu\text{m}$  de largo, 6-7  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.96$ , equinadas, citriniformes, marrón, inamiloides

*Trama himenoforal* paralela, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipelis ixocutis* *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo



No. Colecta: MP 573

### *Phaeocollybia morfoespecie 5*

*Píleo* 30-62 mm de ancho, plano, cuspidado, areolado, viscido, margen liso, marrón a naranja *Contexto* 3 mm, *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, anexo *Láminas* 16-30 mm de ancho, apretadas, margen entero, naranja a marrón *Estípote* 880-120 mm de largo, 4-9 mm de ancho, radicado fibriloso, superficie lisa, anaranjado

*Basidiosporas* 5-7  $\mu\text{m}$  de largo, 3-6  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.58$ , minutamente puncteadas, ovoides, marrón tierra, inamiloides *Trama himenoforal* paralela, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipelis ixocutis* *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo



No. Colecta: MQ 4711

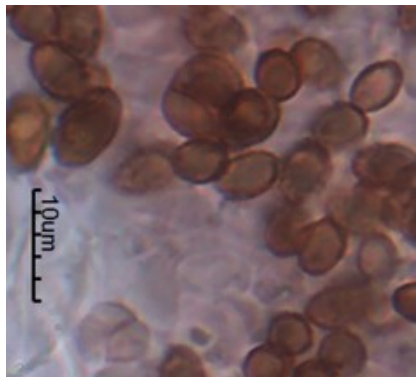
## *Cortinarius morfoespecie 1*

*Píleo* 25 mm de ancho, plano a convexo, superficie verrucosa, margen crenado, marrón oscuro *Contexto* menor de 1 mm, marrón *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, libre *Láminas* 11 mm de ancho, sub-distantes, margen entero, marrón ferruginoso *Estípíte* 50 mm de largo, 3 mm de ancho, cilíndrico, superficie lisa, marrón ferruginoso *Basidiosporas* 6-8  $\mu\text{m}$  de largo, 4-5  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.49$ , punteadas, ovadas, marrón, inamiloides

*Trama himenoforal* paralela, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* enterocutis *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 562



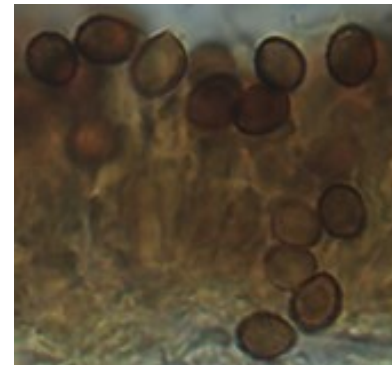
## *Cortinarius morfoespecie 2*

*Píleo* 23 mm de ancho, convexo, superficie escamosa, margen entero, anaranjado *Contexto* 1 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, emarginado con diente *Láminas* 3 mm de ancho, cercanas, margen entero, crema a naranja *Estípíte* 30 mm de largo, 4 mm de ancho, cilíndrico, superficie escamosa, anaranjado

*Basidiosporas* 6-10  $\mu\text{m}$  de largo, 5-6  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.29$ , punteadas, ovadas, marrón, inamiloides *Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* enterocutis *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 582



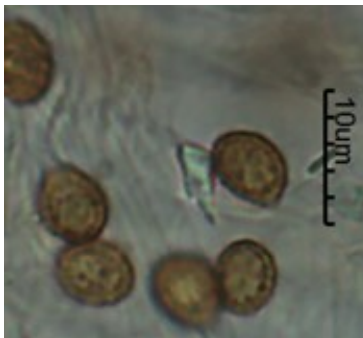
### *Cortinarius morfoespecie 3*

*Píleo* 31 mm de ancho, plano a convexo, areolado, margen liso, marrón a amarillo en el disco  
*Contexto* 2 mm, marrón *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, sinuado *Láminas* 4 mm de ancho, cercanas, margen entero, naranja  
*Estípíte* 45 mm de largo, 5-6 mm de ancho, cilíndrico, superficie fibrilosa, anaranjado *Basidiosporas* 6-7  $\mu\text{m}$  de largo, 4-6  $\mu\text{m}$  de ancho, Q=1.3, punteadas, ovadas, marrón, inamiloides

*Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipelis* tricodérmico *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 350



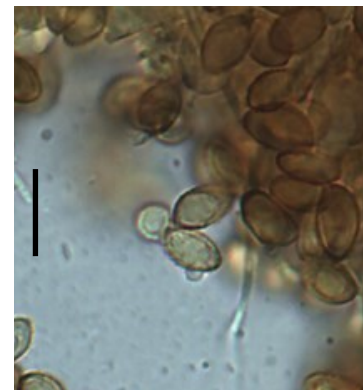
### *Cortinarius morfoespecie 4*

*Píleo* 17 mm de ancho, plano a convexo, areolado, margen crenado, disco negro a marrón claro en el margen *Contexto* menor a 1 mm, marrón *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, libre *Láminas* 2 mm de ancho, subdistantes, margen entero, marrón claro *Estípíte* 55 mm de largo, 2-3 mm de ancho, cilíndrico, superficie fibrilosa, anaranjado a marrón claro

*Basidiosporas* 9-12  $\mu\text{m}$  de largo, 4-6  $\mu\text{m}$  de ancho, Q=1.95, minutamente punteadas, ovadas, marrón oliva, inamiloides *Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipelis* tricodérmico *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 344



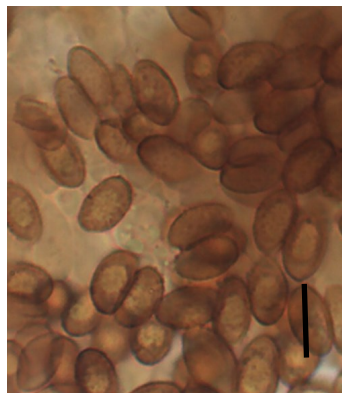
## *Cortinarius morfoespecie 5*

*Píleo* 23 mm de ancho, plano a convexo, umbonado, areolado, margen sulcado, marrón a naranja en el margen *Contexto* 1 mm, marrón *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, anexo *Láminas* 1 mm de ancho, cercanas, margen entero, marrón claro *Estípíte* 50 mm de largo, 2-3 mm de ancho, cilíndrico, hueco, superficie fibrilosa, anaranjado *Basidiosporas* 9-11  $\mu\text{m}$  de largo, 6-8  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.62$ , minutamente puncteadas, ovoides, marrón tierra, inamiloides



*Trama himenoforal* paralela, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* ixocutis *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo



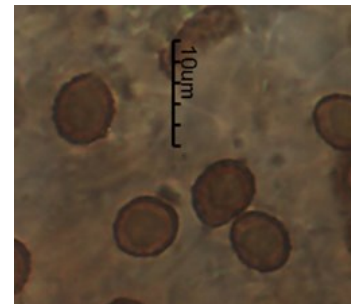
No. Colecta: MQ 4714

## *Cortinarius morfoespecie 6*

*Píleo* 62 mm de ancho, plano, depresso, areolado, margen ondulado, marrón que se aclara hacia el margen *Contexto* 2 mm, marrón *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, libre *Láminas* 6 mm de ancho, cercanas, margen ondulado, marrón claro *Estípíte* 80 mm de largo, 10 mm de ancho, forma de tapón hacia arriba, superficie fibrilosa, marrón claro



*Basidiosporas* 6-8  $\mu\text{m}$  de largo, 5-7  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.31$ , puncteadas, citriniformes, marrón tierra, inamiloides *Trama himenoforal* paralela, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* tricodérmico *Fíbulas* ausentes



**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 336

## *Cortinarius morfoespecie 7*

*Píleo* 25-31 mm de ancho, plano a convexo, superficie fibrilosa, víscida, margen sulcado, marrón claro con tonos morados, se desvanece al margen *Contexto* 1-2 mm, crema *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, emarginado con diente *Láminas* 3-4 mm de ancho, cercanas, margen entero, moradas con esporada marrón *Estípite* 61 mm de largo, 5-8 mm de ancho, cilíndrico, superficie fibrilosa, crema con tonos morados

*Basidiosporas* 12-15  $\mu\text{m}$  de largo, 6-8  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.97$ , punteadas, elípticas, marrón, inamiloides *Trama himenoforal* paralela, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipelis ixocutis* *Fíbulas* presentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 311, 403, 416, 581



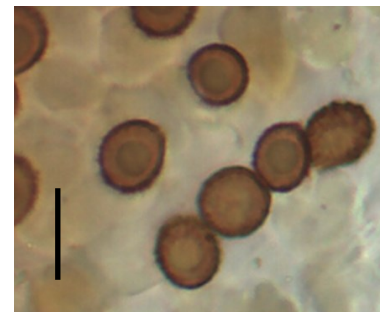
## *Cortinarius morfoespecie 8*

*Píleo* 28-30 mm de ancho, convexo, areolado, víscido, margen liso, marrón en el disco a morado claro en el margen *Contexto* 1 mm, morado claro *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, emarginado con diente *Láminas* 13 mm de ancho, subdistantes, margen entero, morado con esporada marrón *Estípite* 60-63 mm de largo, 4-8 mm de ancho, cilíndrico, superficie fibrilosa, morado

*Basidiosporas* 7-9  $\mu\text{m}$  de largo, 5-8  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.23$ , punteadas, ovo-ovadas, marrón oscuro, inamiloides *Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipelis ixocutis* *Fíbulas* presentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 413, 579

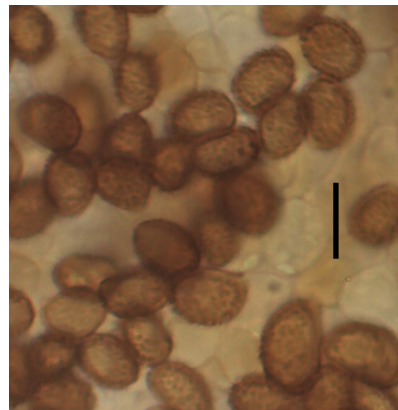


### *Cortinarius morfoespecie 9*

*Píleo* 25-32 mm de ancho, plano a convexo, cuspidado, areolado, margen sulcado, marrón que se aclara en el margen *Contexto* menor de 1 mm, marrón *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, emarginado *Láminas* 3 mm de ancho, subdistantes, margen entero, marrón claro *Estípite* 47-55 mm de largo, 3-4 mm de ancho, cilíndrico, superficie escamosa, marrón *Basidiosporas* 10-13  $\mu\text{m}$  de largo, 6-7  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.75$ , equinulada, ovo-ovada, marrón tierra, inamiloides

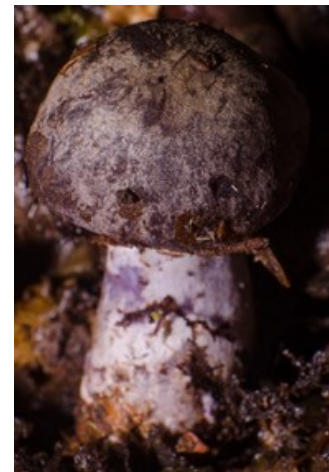
*Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipelis* tricodérmico *Fíbulas* apresentes

**Sustrato** suelo



No. Colecta: MP 349

### *Cortinarius morfoespecie 10*



*Píleo* 16 mm de ancho, hemisférico, areolado, margen liso, marrón con tonos morado *Contexto* 1 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, anexo, cortina con apariencia fibrilosa *Láminas* 2 mm de ancho, cercanas, margen entero, morado *Estípite* 35 mm de largo, 6-12 mm de ancho, forma de tapón hacia arriba, superficie lisa, crema a morado

*Basidiosporas* 7-10  $\mu\text{m}$  de largo, 6-7  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.401$ , puncteadas, ovadas, marrón tierra, inamiloides *Trama himenoforal* paralela, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipelis* enterocutis *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MQ 4725

## *Cortinarius morfoespecie 11*

*Píleo* 16-20 mm de ancho, plano a convexo, umbonado, reticulado, furfuráceo, margen ondulado, corinto *Contexto* 2 mm, corinto *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, anexo *Láminas* 2 mm de ancho, cercanas, margen entero, corinto *Estípote* 40-60 mm de largo, 2 mm de ancho, cilíndrico, fibriloso, superficie fibrilosa, torcida, corinto *Basidiosporas* 5-7  $\mu\text{m}$  de largo, 4-5  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.572$ , puncteadas, ovadas, marrón, inamiloides



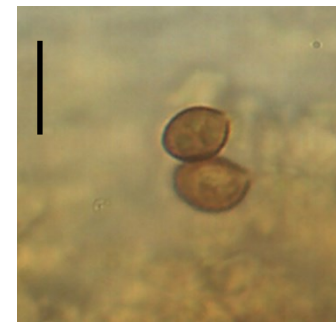
*Trama himenoforal* paralela, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* tricodérmico *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 291

## *Cortinarius morfoespecie 12*

*Píleo* 14 mm de ancho, convexo, escumoso, margen liso, anaranjado *Contexto* 3 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, emarginado con diente *Láminas* 6 mm de ancho, distantes, margen entero, anaranjado *Estípote* 40 mm de largo, 4.5-7 mm de ancho, forma de tapón hacia arriba, hueco, superficie escamosa, anaranjado



*Basidiosporas* 5-7  $\mu\text{m}$  de largo, 4-5  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.266$ , puncteadas, ovoovadas, marrón tierra, inamiloides *Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* tricodérmico, pigmentos citoplasmáticos marrón *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MQ 4712



## FAMILIA BOLETACEAE

### *Tylopilus morfoespecie 1*

*Píleo* 80 mm de ancho, plano a convexo, alveolado, víscido, margen liso, marrón *Contexto* 4 mm, crema *Anillo* ausente *Himenóforo* poroide *Poros* 10 mm de ancho, angulares, margen ondulado, morado, se oxida al contacto *Estípite* 150 mm de largo, 11-21 mm de ancho, bulboso, superficie fibrilosa, marrón a crema en la parte superior



*Basidiosporas* 11-15  $\mu\text{m}$  de largo, 5-6  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=2.33$ , lisas, elípticas, hialinas con gotas de aceite, inamiloides *Trama himenoforal* intermixta *Cistidios himeniales* 35-40  $\mu\text{m}$  de largo, 4-5  $\mu\text{m}$  de ancho, aculeados *Pilipelis* tricodérmico *Fíbulas* ausentes



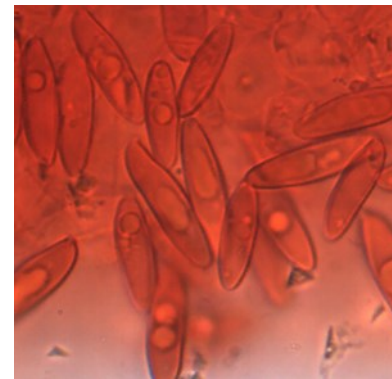
**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 558

### *Tylopilus morfoespecie 2*



*Píleo* 32 mm de ancho, hemisférico, truncado, pruinoso, margen liso, marrón con blanco *Contexto* 2 mm, blanco *Anillo* ausente *Himenóforo* poroide *Poros* 4 mm de ancho, redondos, 2 poros / mm, blanco *Estípite* 38 mm de largo, 8-10 mm de ancho, radicado, superficie pruinosa, blanco



*Basidiosporas* 15-18  $\mu\text{m}$  de largo, 5  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=3.23$ , lisas, sub-fusiformes, hialinas, inamiloides *Trama himenoforal* divergente, inamiloide *Cistidios himeniales* 46  $\mu\text{m}$  de largo, 10  $\mu\text{m}$  de ancho, lanceolados, poco abundantes *Pilipelis* tricodérmico, *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

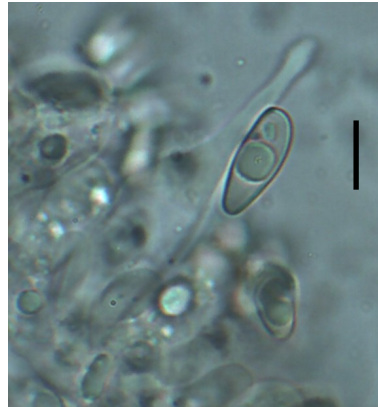
No. Colecta: MP 340

### *Tylopilus morfoespecie 3*

*Píleo* 63-70 mm de ancho, convexo, areolado, víscido, margen liso, marrón con tonos morados *Contexto* 9 mm, blanco *Olor* cítrico *Anillo* ausente *Himenóforo* poroide *Poros* 6 mm de ancho, angulares, anexos, 3 poros / mm, rosados *Estípita* 110 mm de largo, 14-21 mm de ancho, bulboso, superficie lisa, marrón amarillento



*Basidiosporas* 11-14  $\mu\text{m}$  de largo, 5-6  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=2.1$ , lisas, ovadas, hialinas, inamiloides *Trama himenoforal* divergente *Cistidios himeniales* 45-60  $\mu\text{m}$  de largo, 9-10  $\mu\text{m}$  de ancho, lanceolados a mucronados, marrón *Pilipelis ixocutis* *Fíbulas* ausentes

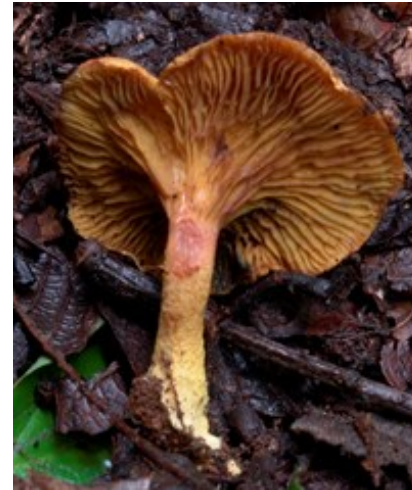


**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 565

### *Phylloporus morfoespecie 1*

*Píleo* 46 mm de ancho, plano a convexo, infundibuliforme, areolado, margen liso, amarillo intenso *Contexto* 3 mm, amarillo *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, decurrente, al contacto se oxida a verde *Láminas* 2 mm de ancho, subdistantes, bifurcadas en el margen, margen ondulado, amarillo *Estípita* 38 mm de largo, 5-7 mm de ancho, forma de tapón hacia abajo, superficie escamosa, marrón



*Basidiosporas* 8-11  $\mu\text{m}$  de largo, 3-4  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=2.48$ , lisas, ovadas, oliva, inamiloides *Trama himenoforal* paralela, inamiloide *Cistidios himeniales* pleurocistidios, 55-60  $\mu\text{m}$  de largo, 10-12  $\mu\text{m}$  de ancho, mucronados *Pilipelis* tricodérmico *Fíbulas* presentes



**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 347

## *Leccinum morfoespecie 1*

*Píleo* 56 mm de ancho, convexo, alveolado, margen liso, marrón rojizo *Contexto* 12 mm, amarillo claro *Anillo* ausente *Himenóforo* poroide *Poros* 7 mm de ancho, irregulares, emarginados, 1-2 poros / mm, amarillo verdoso *Estípite* 95 mm de largo, 10-14 mm de ancho, radicado, superficie escamosa, amarillo con tonos anaranjado



*Basidiosporas* 14-17  $\mu\text{m}$  de largo, 5-6  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=3.05$ , lisas, subfusiformes, marrón tierra, inamiloides *Trama himenoforal* divergente *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* trico-dérmico *Fíbulas* ausentes



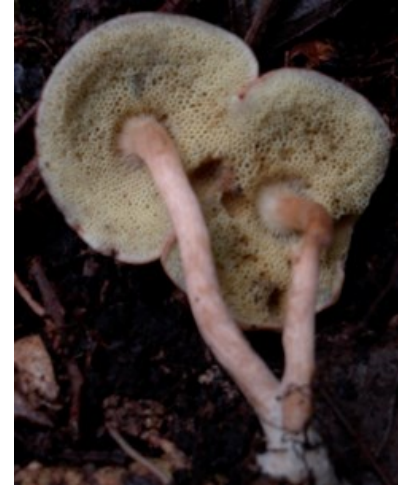
**Sustrato** suelo



No. Colecta: MP 412

## *Boletus morfoespecie 1*

*Píleo* 24 mm de ancho, convexo, areolado, margen liso, marrón *Contexto* 3 mm, blanco *Anillo* ausente *Himenóforo* poroide *Poros* 5 mm de ancho, angulares, 2 poros / mm, amarillo *Estípite* 40 mm de largo, 3-4 mm de ancho, cilíndrico, superficie fibrilosa, rosado



*Basidiosporas* 10-13  $\mu\text{m}$  de largo, 4-5  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=2.63$ , lisas, ovadas, oliva, inamiloides *Trama himenoforal* divergente, inamiloide *Cistidios himeniales* 30-37  $\mu\text{m}$  de largo, 8-9  $\mu\text{m}$  de ancho, ventricoso —rostrados, poco abundantes *Pilipellis* trico-dérmico, *Fíbulas* ausentes



**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 358

## *Boletus morfoespecie 2*

*Píleo* 25 mm de ancho, plano a convexo, areolado, víscido, margen liso, marrón oscuro  
*Contexto* 3 mm, crema *Olor* a fruta *Anillo* ausente *Himenóforo* poroide *Poros* 4 mm de ancho, irregulares, 2-3 poros / mm, amarillo pálido *Estípita* 33 mm de largo, 6-10 mm de ancho, forma de tapón hacia arriba, sólido, superficie fibrilosa, marrón claro



*Basidiosporas* 8-11  $\mu\text{m}$  de largo, 5-6  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.98$ , lisas, ovadas, marrón oliva, inamiloides *Trama himenoforal* divergente *Cistidios himeniales* 30-35  $\mu\text{m}$  de largo, 7-12  $\mu\text{m}$  de ancho, mucronados *Pilipelis* palisodermis *Fíbulas* ausentes



**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 302

## *Boletus morfoespecie 3*

*Píleo* 32 mm de ancho, hemisférico, truncado, pruinoso, margen liso, marrón con blanco  
*Contexto* 2 mm, blanco *Anillo* ausente *Himenóforo* poroide *Poros* 4 mm de ancho, redondos, 2 poros / mm, blanco *Estípita* 38 mm de largo, 8-10 mm de ancho, radicado, superficie pruinosa, blanco



*Basidiosporas* 14-16  $\mu\text{m}$  de largo, 5-6  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=3.09$ , lisas, fusiiformes, marrón clar, inamiloides *Trama himenoforal* divergente, inamiloide *Cistidios himeniales* 45-62  $\mu\text{m}$  de largo, 5-8  $\mu\text{m}$  de ancho, lanceolados *Pilipelis* ixocutis *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MQ 4684

## *Boletus morfoespecie 4*

*Píleo* 32 mm de ancho, convexo, escuamuloso, margen liso, marrón con tonos anaranjados *Contexto* 6 mm, crema *Olor* a fruta *Anillo* ausente *Himenóforo* poroide *Poros* 6 mm de ancho, irregulares, 2 poros / mm, amarillo verdosos *Estípote* 32 mm de largo, 3 mm de ancho, cilíndrico a sub bulboso, superficie fibrilosa, marrón rojizo



*Basidiosporas* 10-13  $\mu\text{m}$  de largo, 4-6  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=2.35$ , lisas, ovadas, verde oliva con aceites, inamiloides *Trama himenoforal* divergente *Cistidios himeniales* 40-55  $\mu\text{m}$  de largo, 7-10  $\mu\text{m}$  de ancho, lanceolados, hialinos *Pilipelis ixocutis* *Fíbulas* ausentes



**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 316

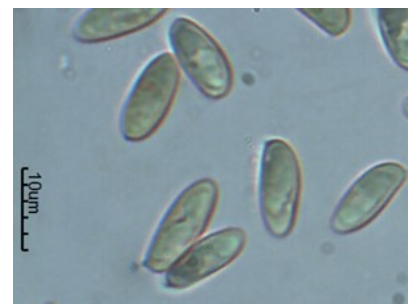
## *Boletus morfoespecie 5*



*Píleo* 85 mm de ancho, convexo, areolado, margen liso, marrón a verde en el margen *Contexto* 20 mm *Olor* picante *Anillo* ausente *Himenóforo* poroide *Poros* 9 mm de ancho, angulares, decurrentes, 1-2 poros / mm, amarillo *Estípote* 130 mm de largo, 20-25 mm de ancho, subclavado, superficie reticulada, amarillo

*Basidiosporas* 10-14  $\mu\text{m}$  de largo, 4-5  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=2.44$ , lisas, sub-fusiformes, hialinas, inamiloides *Trama himenoforal* divergente, inamiloide *Cistidios himeniales* 40-60  $\mu\text{m}$  de largo, 7-10  $\mu\text{m}$  de ancho, lanceolados, marrón *Pilipelis* tricodérmico, *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo



No. Colecta: MQ 4715

## *Boletus morfoespecie 6*

*Píleo* 75 mm de ancho, convexo, areolado, víscido, margen liso, gris, se clara hacia el margen *Contexto* 10 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* poroide *Poros* 6 mm de ancho, angulares, 2-3 poros / mm, amarillo con regiones anaranjadas *Estípite* 145 mm de largo, 12-20 mm de ancho, bulboso, superficie escamosa, amarillo a marrón en la base

*Basidiosporas* 9-12  $\mu\text{m}$  de largo, 5  $\mu\text{m}$  de ancho, Q=2, lisas, subfusiformes, oliva, inamiloides *Trama himenoforal* divergente *Cistidios himeniales* 35-45  $\mu\text{m}$  de largo, 5-7  $\mu\text{m}$  de ancho, lanceolados, marrón amarillentos *Pilipelis* ixocutis *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 361



## FAMILIA ENTOLOMATACEAE

## *Leptonia morfoespecie 1*

*Píleo* 26 mm de ancho, convexo, escamoso, margen crenado, crema con escamas marrón *Contexto* menor a 1 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, libre *Láminas* 12 mm de ancho, subdistantes, margen ondulado, rosado *Estípite* 40 mm de largo, 2 mm de ancho, cilíndrico, superficie lisa, marrón



*Basidiosporas* 9-11  $\mu\text{m}$  de largo, 7-10  $\mu\text{m}$  de ancho, Q=1.202, lisas, angulares rosadas, inamiloides *Trama himenoforal* paralela, inamiloide *Cistidios himeniales* pleurocistidios, 40-60  $\mu\text{m}$  de largo, 5-7  $\mu\text{m}$  de ancho, lanceolados, hialinos *Pilipelis* trico-dérmico, pigmentos vacuolares marrón *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 564

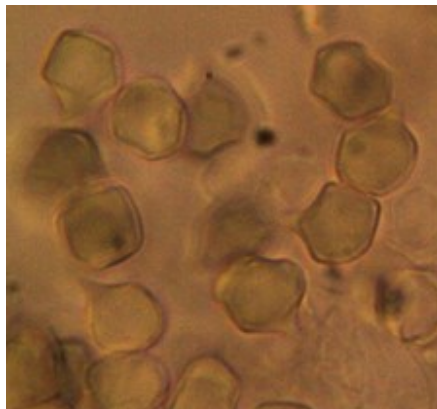
## *Leptonia morfoespecie 2*

*Píleo* 50 mm de ancho, ampliamente cónico, escuamuloso, margen crenado, apendiculado, marrón claro *Contexto* 1 mm, crema *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, sinuado con diente *Láminas* 3 mm de ancho, cercanas, margen ondulado, amarillo claro *Estípite* 60 mm de largo, 3-4 mm de ancho, cilíndrico, hueco, superficie escamosa, marrón claro *Basidiosporas* 7-11  $\mu\text{m}$  de largo, 6-9  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.34$ , lisas, angulares, hialinas, inamiloides

*Trama himenoforal* paralela, inamiloide *Cistidios himeniales* pleurocistidios y queilocistidios, 55-60  $\mu\text{m}$  de largo, 8-17  $\mu\text{m}$  de ancho, lanceolados, hialinos *Pilipellis* tricotodérmico, pigmentos vacuolares marrón *Fíbulas* presentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 303



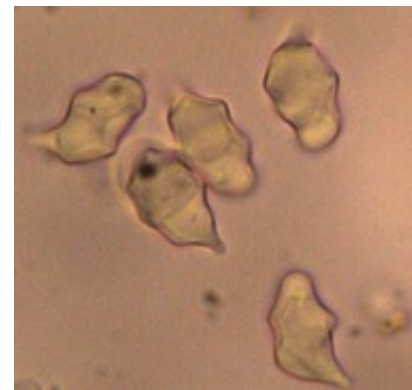
## *Leptonia morfoespecie 3*

*Píleo* 15 mm de ancho, convexo, escuamuloso, margen liso, gris con el disco más oscuro *Contexto* 3 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, emarginado con diente *Láminas* 2 mm de ancho, subdistantes, margen erodado, rosado *Estípite* 25 mm de largo, 2 mm de ancho, forma de tapón hacia abajo, relleno, superficie fibrilosa, gris claro

*Basidiosporas* 12-14  $\mu\text{m}$  de largo, 6-9  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.83$ , lisas, angulares, hialinas, inamiloides *Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* tricotodérmico *Fíbulas* presentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MQ 4681



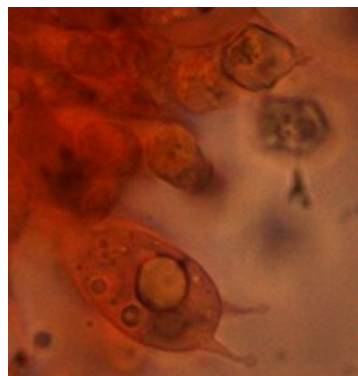
## *Leptonia morfoespecie 4*

*Píleo* 50-60 mm de ancho, plano a convexo a cóncavo, escumuloso, margen apendiculado, marrón oscuro *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, emarginado con diente *Láminas* 6 mm de ancho, cercanas, margen entero, rosado *Estípote* 70 mm de largo, 5-6 mm de ancho, cilíndrico, relleno, superficie fibrilosa, marrón *Basidiosporas* 8-11  $\mu\text{m}$  de largo, 7-8  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.21$ , lisas, angulares, hialinas, inamiloides



*Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Cistidios himeniales* pleurocistidios, 60-62  $\mu\text{m}$  de largo, 12-13  $\mu\text{m}$  de ancho, lanceolados, hialinos *Pilipelis* trico-dérmico, pigmentos vacuolares marrón *Fibulas* ausentes

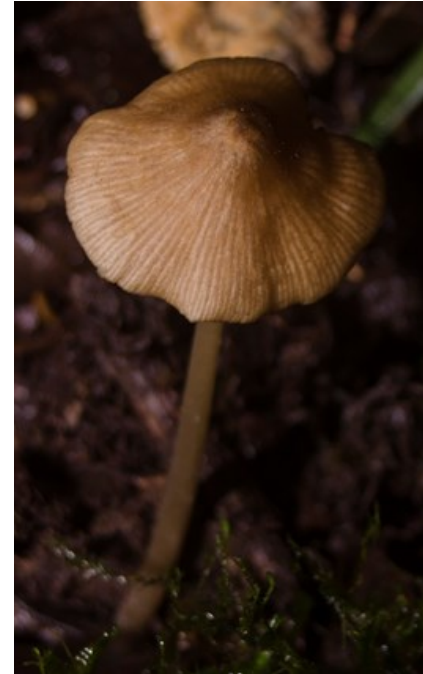
**Sustrato** suelo



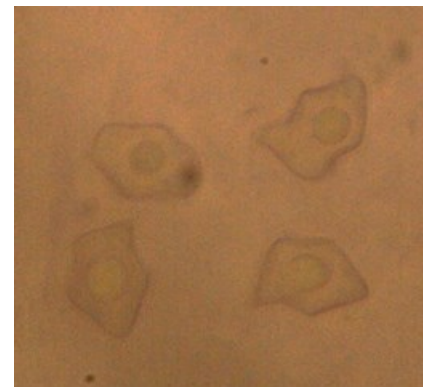
No. Colecta: MP 297

## *Nolanea morfoespecie 1*

*Píleo* 30 mm de ancho, convexo, mamiforme, fibriloso, margen sulcado, crema *Contexto* menor a 1 mm, crema *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, anexo *Láminas* 4 mm de ancho, cercanas, margen entero, rosadas *Estípote* 95 mm de largo, 2-9 mm de ancho, cilíndrico, hueco, superficie fibrilosa, crema



*Basidiosporas* 10-13  $\mu\text{m}$  de largo, 6-8  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.57$ , lisas, angulares, hialinas, inamiloides *Trama himenoforal* paralela, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipelis* trico-dérmico *Fibulas* ausentes



**Sustrato** suelo

No. Colecta: MQ 4723



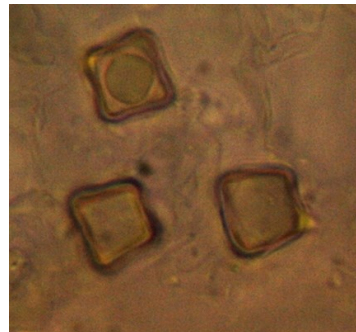
## *Nolanea morfoespecie 2*

*Píleo* 15-25 mm ancho, cónico, higrófono, fibriloso, margen estriado—plicado, azul verdoso con anaranjado *Contexto* menor a 1 mm, anaranjado *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, sinuado con diente *Láminas* 5 mm de ancho, subdistantes, margen fimbriado, anaranjado *Estípote* 30-100 mm de largo, 2 mm de ancho, cilíndrico, hueco, superficie fibrilosa, verde con anaranjado *Basidiosporas* 8-11  $\mu\text{m}$  de largo, 7-10  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.14$ , lisas, angulares, rosadas, inamiloides



*Trama himenoforal* paralela, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* palisodérmico *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo



No. Colecta: MP 293

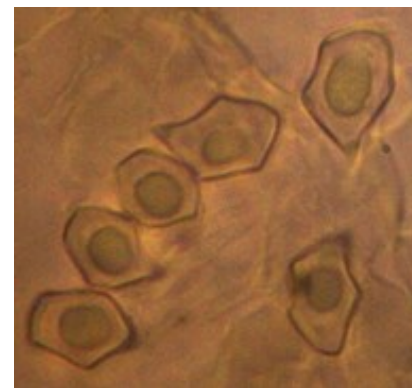
## *Entoloma morfoespecie 1*

*Píleo* 42 mm de ancho, convexo, umbilicado, escuamuloso, víscido, marrón a gris en el margen *Contexto* 1 mm, gris *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, emarginado *Láminas* 3 mm de ancho, cercanas, margen entero, rosadas *Estípote* 32 mm de largo, 4 mm de ancho, cilíndrico, superficie lisa, gris a marrón en la base



*Basidiosporas* 8-12  $\mu\text{m}$  de largo, 6-8  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.46$ , lisas, angulares, hialinas, inamiloides *Trama himenoforal* paralela, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* mixocutis *Fíbulas* presentes

**Sustrato** suelo



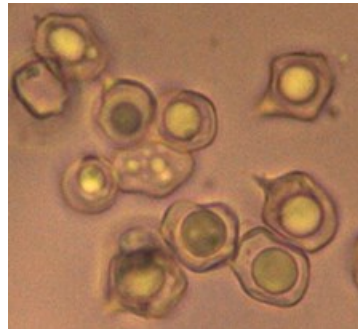
No. Colecta: MP 394

## *Entoloma morfoespecie 2*

*Píleo* 50-69 mm de ancho, plano a convexo, ligeramente depresso, ruguloso, margen ondulado, azul oscuro *Contexto* 3 mm, crema *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, anexo *Láminas* 2-9 mm de ancho, cercanas, margen entero, rosadas *Estípote* 40-90 mm de largo, 6-9 mm de ancho, cilíndrico, sólido, superficie fibrilosa, azul *Basidiosporas* 8-11  $\mu\text{m}$  de largo, 6-8  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.47$ , lisas, angulares, rosadas, inamiloides



*Trama himenoforal* paralela, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* mixocutis, pigmentos vacuolares azules *Fíbulas* presentes



**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 292  
MQ 4687, 4688

## FAMILIA AMANITACEAE

## *Amanita morfoespecie 1*

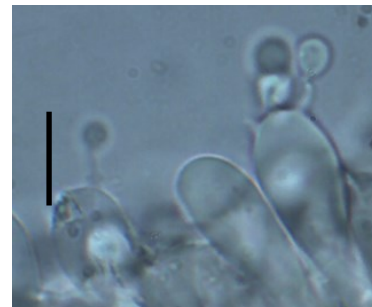


*Píleo* 50 mm de ancho, convexo, areolado, víscido, margen liso, gris *Contexto* 1 mm *Anillo* apical, membranoso, borde sencillo *Himenóforo* lamelado, libre *Láminas* 4 mm de ancho, cercanas, margen entero, blancas *Estípote* 120 mm de largo, 5-7 mm de ancho, bulboso, volva en forma de collar, superficie escamosa, blanco

*Basidiosporas* 8-12  $\mu\text{m}$  de largo, 7-10  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.11$ , lisas, globosas, hialinas, inamiloides *Trama himenoforal* divergente, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* tricodérmico *Anillo* células infladas *Fíbulas* ausentes



**Sustrato** suelo



No. Colecta: MP 408, 575

## Amanita morfoespecie 2

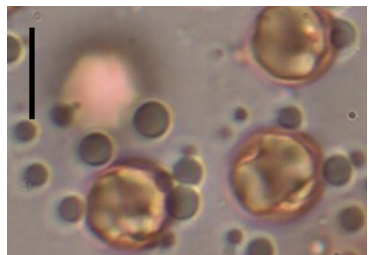
*Píleo* 37 mm de ancho, plano a convexo, ligeramente depresso, fibriloso, margen estriado, gris *Contexto* 1 mm, blanco *Anillo* basal, membranoso, borde sencillo *Himenóforo* lamelado, libre *Láminas* 3 mm de ancho, cercanas, margen entero, blanco con el margen gris *Estípote* 96 mm de largo, 5-10 mm de ancho, cilíndrico, hueco, volva desprendible, superficie escamosa, crema con escamas grises *Basidiosporas* 10-12  $\mu\text{m}$  de largo, 9-10  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.09$ , lisas, globosas, hialinas, inamiloides



*Trama himenoforal* divergente, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipelis* tricoidérmico *Anillo* células infladas, 33-35  $\mu\text{m}$  de diámetro *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 312



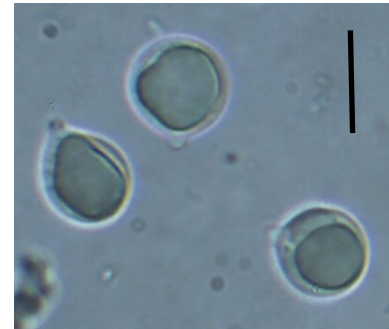
## Amanita morfoespecie 3

*Píleo* 80 mm de ancho, plano, areolado, margen sulcado, marrón oscuro a blanco en el margen *Contexto* 1 mm *Anillo* membranoso *Himenóforo* lamelado, libre *Láminas* 4 mm de ancho, cercanas, margen entero, blancas *Estípote* 110 mm de largo, 10-15 mm de ancho, bulboso, volva en forma de collar, superficie escamosa, blanco, escamas marrón



*Basidiosporas* 10-13  $\mu\text{m}$  de largo, 10-12  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.06$ , lisas, globosas, hialinas, inamiloides *Trama himenoforal* divergente, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipelis* tricoidérmico *Anillo* células infladas *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo



No. Colecta: MP 298

## FAMILIA HYDNANGIACEAE

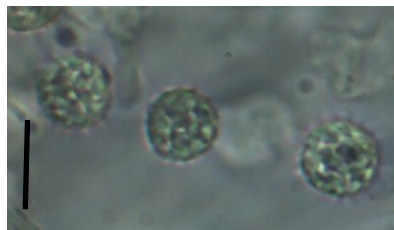
### *Laccaria major*

*Píleo* 45-46 mm de ancho, plano, umbonado, fibriloso, margen sulcado, marrón claro a rosado en el margen *Contexto* 1 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, emarginado *Láminas* 4-5 mm de ancho, distantes, margen erosionado, rosado *Estípite* 70-80 mm de largo, 3-7 mm de ancho, sub-bulboso, superficie fibrilosa, marrón

*Basidiosporas* 8-10  $\mu\text{m}$  de largo, 7-10  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.05$ , asperuladas, globosas, hialinas, inamiloides *Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* enterocutis *Fíbulas* ausentes

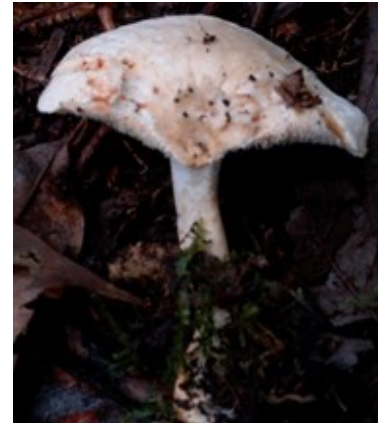
**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 395, 397



## FAMILIA HYDNACEAE

### *Hydnum morfoespecie 1*



*Píleo* 65 mm de ancho, plano a convexo, escumuloso, margen liso, crema a blanco en el margen *Contexto* 4 mm *Anillo* ausente *Himenóforo* dentado *Dientes* 3 mm de ancho, crema a rosado *Estípite* 58 mm de largo, 8-10 mm de ancho, lateral, sub-bulboso, superficie lisa, blanco a rosado en la base



*Basidiosporas* 7-10  $\mu\text{m}$  de largo, 6-8  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.205$ , lisas, globosas, hialinas, inamiloides *Trama himenoforal* convergente, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* tricodérmico *Fíbulas* presentes

**Sustrato** suelo



No. Colecta: MP 360

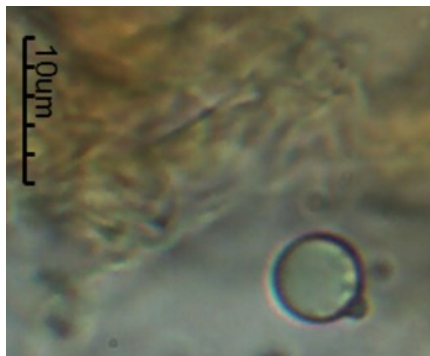
## *Hydnum morfoespecie 2*

*Píleo* 14-25 mm de ancho, plano a convexo, areolado, margen liso, blanco hueso  
*Contexto* 3 mm *Anillo* ausente  
*Himenóforo* dentado *Dientes* 1 mm de ancho, decurrentes, 2-3 dientes / mm, blanco con anaranjado  
*Estípite* 25 mm de largo, 3-5 mm de ancho, lateral, forma de tapón hacia abajo, superficie escamosa, blanco hueso con anaranjado  
*Basidiosporas* 5-7  $\mu\text{m}$  de largo, 4-6  $\mu\text{m}$  de ancho, Q=1.08, lisas, globosas, hialinas, inamiloides

*Trama himenoforal* convergente, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipellis* enterocutis *Fíbulas* ausentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 407



## FAMILIA GOMPHACEAE

### *Ramaria morfoespecie 1*



*Cuerpo fructífero* 49 mm de alto, 21 de diámetro, crema a rosado, ramas que surgen de una base común, 3 a 4 ramificaciones dicotómicas, ramas cada vez más finas  
*Base* 17 mm de largo, 8 mm de diámetro, marrón  
*Ramificaciones* cilíndricas, afelpadas, finalizan en 2 puntas

*Basidiosporas* 9-11  $\mu\text{m}$  de largo, 9-10  $\mu\text{m}$  de ancho, Q=1.08, lisas, globosas con apículo, hialinas, inamiloides  
*Sistema hifal* monomítico  
*Fíbulas* presentes

**Sustrato** suelo



No. Colecta: MP 338, 348

## Ramaria morfoespecie 2

*Cuerpo fructífero* 93 mm de alto, 40 de diámetro, crema a marrón, ramas que surgen de una base común, numerosas ramificaciones repetidas, ramas cada vez más finas *Base* 7 mm de largo, 20 mm de diámetro, marrón *Ramificaciones* aplanadas, lisas, finalizan en 3-5 puntas



*Basidiosporas* 7-11  $\mu\text{m}$  de largo, 6-10  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.13$ , lisas, globosas, hialinas, inamiloides *Sistema hifal* monomítico *Fíbulas* presentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MP 353

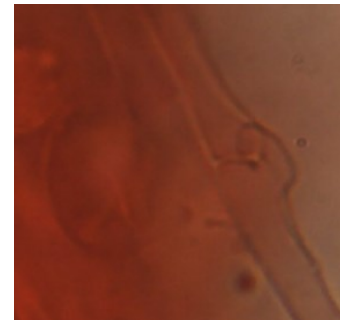
## Ramaria morfoespecie 3

*Cuerpo fructífero* 90 mm de alto, 20 de diámetro, marrón, ramas que surgen de una base común, numerosas ramificaciones a partir de la base, ramas cada vez más finas *Base* 45 mm de largo, 15 mm de diámetro, marrón *Ramificaciones* aplanadas, lisas, finalizan en 3-4 puntas



*Basidiosporas* 9-10  $\mu\text{m}$  de largo, 8-10  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.07$ , lisas, globosas, hialinas, inamiloides *Sistema hifal* monomítico *Fíbulas* presentes

**Sustrato** suelo



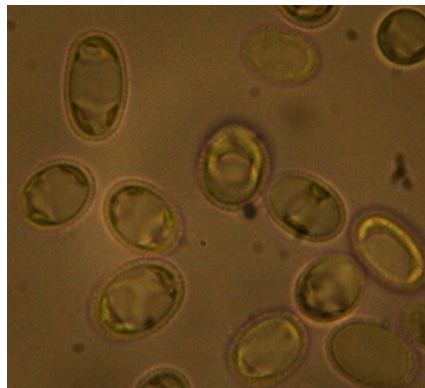
## FAMILIA SCLERODERMATACEAE

### *Calostoma cinnabarina* Desv.

*Cuerpo fructífero* peridio rojo a anaranjado, 23 mm de diámetro, presenta una capa externa gelatinosa cuando está inmadura, peristoma apical irregular  
*Gleba* pulverulenta *Base rizomórfica* 40 mm de largo, cartilaginosa, gelatinosa, hialina

*Esporas* 11-15  $\mu\text{m}$  de largo, 7-9  $\mu\text{m}$  de ancho, elípticas a ovoides, hialinas, pared doble, con mucílago alrededor

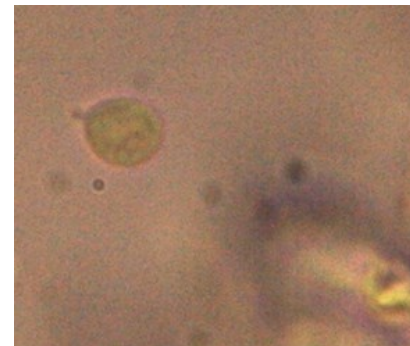
**Sustrato** suelo



No. Colecta: MP 571

## FAMILIA MARASMIACEAE

### *Omphalotus morfoespecie 1*



*Pileo* 10-25 mm de ancho, convexo a hemiférico, ligeramente depresso, fibriloso, higrófono, margen entero, incurvado, amarillo fuerte *Contexto* menor a 1 mm, amarillo *Anillo* ausente *Himenóforo* lamelado, decurrente *Láminas* 0.5-1 mm de ancho, subdistantes, margen entero, amarillo *Estípites* 10-60 mm de largo, 3 mm de ancho, cilíndrico, superficie lisa, amarillo

*Basidiosporas* 4-6  $\mu\text{m}$  de largo, 4-5  $\mu\text{m}$  de ancho,  $Q=1.13$ , lisas, subglobosas, hialinas, inamiloides *Trama himenoforal* entrecruzada, inamiloide *Cistidios himeniales* ausentes *Pilipelisis* mixocutis *Fíbulas* presentes

**Sustrato** suelo

No. Colecta: MQ 4683

# ASCOMYCOTA

## FAMILIA LEOTIACEAE

### *Leotia lubrica* (Scop.) Pers.



*Cuerpo fructífero* amarillo, 10-12 mm de ancho, “cabeza” de forma irregular con numerosos lóbulos, margen incurvado, gelatinoso *Estípote* cilíndrico, naranja, 45-77 mm de largo, superficie lisa *Esporas* nacen en ascas de 125-110  $\mu\text{m}$  de



largo, 6-10  $\mu\text{m}$  de ancho que contienen 8 esporas, ascosporas de 19-22  $\mu\text{m}$  de largo, 4-5  $\mu\text{m}$  de ancho, alargadas, fusiformes, superficie lisa, con aceites, hialinas *Parafisas* con aceites, amarillo pálido.

**Sustrato:** suelo

No. Colecta: MP 362



María Eugenia Papa Vettorazzi

Tesista

Dra. Maura Liseth Quezada Aguilar

Asesora

Dr. Juan Fernando Hernández

Revisor

Licda. Ana Rosalito Barrios de Rodas

Directora Escuela

Dr. Rubén Daríel Velásquez Miranda

Decano Facultad