

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



**Descripción microscópica y determinación de 8 especies  
del orden Boletales recolectadas como primer registro en Guatemala**

**LYS MARIELA HERNÁNDEZ MONTUFAR**

**QUÍMICA BIÓLOGA**

**GUATEMALA, AGOSTO 2013**

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



**Descripción microscópica y determinación de 8 especies  
del orden Boletales recolectadas como primer registro en Guatemala**

**Informe de Tesis  
Presentado por**

**LYS MARIELA HERNÁNDEZ MONTUFAR**

**Para optar al título de**

**QUÍMICA BIÓLOGA**

**GUATEMALA, AGOSTO 2013**

## **JUNTA DIRECTIVA**

Oscar C3bar Pinto, Ph.D.	Decano
Lic. Pablo Ernesto Oliva Soto, M.A.	Secretario
Licda. Liliana Vides de Urizar	Vocal I
Dr. Sergio Alejandro Melgar Valladares	Vocal II
Lic. Jos3 Rodrigo Vargas	Vocal III
Br. Fayver Manuel de le3n Mayorga	Vocal IV
Br. Maily Graciela C3rdova Aud3n	Vocal V

## **ACTO QUE DEDICO**

### **A DIOS:**

Por darme fe, salud, fortaleza, sabiduría y sobre todo una maravillosa familia que me ayudó a alcanzar esta meta.

### **A MIS PADRES:**

Marco Antonio Hernández y Sandra Montufar, quienes con su esfuerzo, sacrificio, amor y apoyo incondicional me han acompañado en todo momento, sin ustedes no hubiera alcanzado esta meta. Gracias por todo.

### **A MI ESPOSO:**

Julio Matías, por el amor y apoyo incondicional, porque siempre me has animado a seguir adelante y a no darme por vencida, gracias por todo, te amo.

### **A MI HIJO:**

Sergio Antonio, porque eres mi motivación para seguir adelante y ser un buen ejemplo, gracias por el amor y alegrías que me das a cada instante. Te amo.

### **A MIS HERMANAS:**

Patty y Kari, gracias por todos los buenos momentos que hemos compartido, por el cariño, paciencia y apoyo que me han brindado siempre, las quiero mucho y sin ustedes no estaría aquí hoy.

### **A MIS SOBRINAS:**

Fátima y Ximena, quienes con su alegría, inocencia y amor me han motivado a seguir adelante y no rendirme.

### **A MIS AMIGOS Y AMIGAS:**

Gracias por todos los momentos compartidos, las alegrías, el apoyo y la amistad sincera que siempre me han brindado.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:**

Por ser mi casa de estudio, en especial a la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, por proporcionarme todas las herramientas necesarias para llegar a este momento.

### **A MI ASESOR:**

PhD. Roberto Flores Arzú, por el tiempo, apoyo y ayuda para alcanzar esta meta. Gracias por ser un ejemplo de vida.

### **A MIS REVISORES:**

Licda. María del Carmen Bran y Dr. Rubén Velásquez, por el apoyo y colaboración en la elaboración de este documento.

## INDICE

I. Resumen.....	1
II. Introducción.....	3
III. Antecedentes.....	5
A. El reino Fungi y los Basidiomicetos.....	5
B. El orden Boletales.....	5
C. Distribución y diversidad de los Boletos en América.....	6
D. Endemismo fúngico en Guatemala.....	7
E. Descripción de especies afines a las muestras de estudio.....	8
1. <i>Gyrodon monticola</i> .....	8
2. <i>Boletinellus rompellii</i> .....	10
3. <i>Gyrodon lividus</i> .....	11
4. <i>Boletus ornatipes</i> .....	12
5. <i>Boletus quercophilus</i> .....	14
6. <i>Boletus variipes</i> var. <i>fagicola</i> .....	15
7. <i>Phlebopus</i> sp. ....	16
8. <i>Boletellus</i> sp. ....	17
IV. Justificación.....	20
V. Objetivos.....	21
A. General.....	21
B. Específicos.....	21
VI. Materiales y métodos.....	22
A. Universo y muestra.....	22
B. Materiales.....	22
1. Equipo.....	22
2. Reactivos.....	23
C. Metodología.....	23
1. Procedimiento.....	23
2. Diseño de la investigación.....	24
3. Análisis estadístico.....	24
a. Variables cuantitativas.....	24
b. Variables cualitativas.....	25

VII. Resultados.....	26
VIII. Discusión .....	36
IX. Conclusiones.....	45
X. Recomendaciones.....	46
XI. Referencias.....	47
XII. Anexos.....	54

## I. Resumen

El orden Boletales ha sido uno de los grupos de macrohongos más estudiados en Guatemala debido a su amplia variedad de especies comestibles, sin embargo existen géneros como *Gyrodon*, *Boletinellus* y *Phlebopus* que son aún prácticamente desconocidos respecto a su distribución y especies. En la Micoteca “Rubén Mayorga Peralta MICG” del Departamento de Microbiología de la Escuela de Química Biológica se encuentran ejemplares de los anteriormente citados que han sido identificados hasta género pero su especie no ha sido determinada.

El objetivo de la presente investigación fue describir microscópicamente las características de esporas, basidios, cistidios y cutículas de 16 ejemplares pertenecientes a los géneros *Gyrodon*, *Boletus*, *Boletellus*, *Boletinellus* y *Phlebopus* recolectados en Guatemala entre los años 2000 a 2011 para poder determinar la especie a la cual pertenecían.

La descripción de las estructuras se realizó mediante la preparación de cortes de cada ejemplar, agregando Rojo Congo como colorante de contraste para facilitar la visualización de las estructuras y reactivo de Melzer para observar el tipo de reacción (amiloide, dextrinoide e inamiloide) en las mismas. Las microestructuras fueron medidas con un nivel de confianza >99%, ya que se realizaron 20 mediciones de cada estructura por espécimen.

Dentro de los principales hallazgos se encontró que los ejemplares identificados como *Boletus aff variipes var fagicola*, *Boletinellus rompelii* y *Gyrodon lividus* corresponden a dichas especies y se encontraban adecuadamente clasificados dentro de la micoteca. *Phlebopus* sp nov1 y *Phlebopus* sp nov 2 también estaban clasificados correctamente hasta género; sin embargo el análisis microscópico de sus características indica la posibilidad de nuevas especies no sólo para el país sino también para la ciencia.

Los ejemplares clasificados como *Boletus aff ornatipes* no corresponden con *B. ornatipes* ni con otras especies similares en Norteamérica. Los ejemplares identificados inicialmente como *Boletus quercophilus* y *Gyrodon monticola* no corresponden a tales especies debido a que muestran diferencias



notorias tanto a nivel macro como microscópico por lo que se hace necesario estudiar un mayor número de ejemplares para su correcta identificación. Finalmente, el ejemplar identificado como *Boletellus* sp pertenece al género *Boletus* por las características que presentan sus esporas.

Las variaciones microscópicas en los ejemplares guatemaltecos pueden deberse a un factible endemismo así como a las condiciones ecológicas de los ambientes donde habitan; teniendo en cuenta la diversidad encontrada en este estudio se recomienda efectuar más recolectas, continuar el estudio de microscopía y proceder a análisis de biología molecular que ayuden a definir su identidad e historia evolutiva.

## II. Introducción

El reino Fungi está constituido por un grupo numeroso de organismos que presentan una amplia distribución en la naturaleza, los cuales contribuyen a la descomposición de materia orgánica y participan en algunos ciclos biológicos (García y Garza, 2001). El reino se divide en cuatro grandes phyla siendo Basidiomycota uno de los más complejos y con más de 22,000 especies descritas a la fecha. El phylum incluye órdenes muy diversos y complejos de macrohongos como el de Boletales (Barrios, 2007), que es el objeto de estudio en la presente investigación.

El orden Boletales está formado por seis subórdenes, aproximadamente 19 familias y 70 géneros. Sus especies son propensas a formar ectomicorrizas y presentan una amplia distribución mundial; sin embargo, hay géneros y especies con distribución restringida, principalmente en las elevaciones montañosas con *Quercus* y *Alnus*. Algunos géneros como *Gyrodon* y *Phlebopus* pueden encontrarse en bosques bajos, siempre y cuando se encuentren los hospederos tradicionales (Halling, 1997).

En Guatemala existen muchas especies de hongos comestibles que son ampliamente conocidos por etnias y comunidades rurales del país (Morales, Bran, Cáceres y Flores, 2002). Uno de los grupos más conocidos y usados es precisamente el de los Boletales, que incluye hongos terrestres, carnosos, de morfología típica e himenio poroso bajo la carne del píleo. Algunos son comestibles y de excelente sabor aunque también hay amargos y otros que resultan tóxicos (Quezada, 2005).

A pesar de que los hongos son muy populares en Guatemala, existen pocos estudios a nivel taxonómico. Las investigaciones publicadas, si bien proporcionan importante información acerca de los mismos, sólo abarcan una pequeña porción de la gran diversidad que existe en el país (Morales, Bran, Cáceres & Flores, 2002). El orden Boletales ha sido uno de los grupos más

estudiados en Guatemala por sus especies comestibles, como *Boletus edulis*, pero existen géneros como *Gyrodon*, *Boletinellus* y *Phlebopus* que son prácticamente desconocidos. *Phlebopus* ha sido reportado únicamente en África, algunos países de Sudamérica y Antillas Menores aunque hay indicios de su existencia en el sureste de Asia, Centroamérica y México (Watling, 2001; Halling, 1997; Riviere, *et al.*, 2007). *Gyrodon* se encuentra asociado con *Alnus*, una especie arbórea de montañas del Hemisferio Norte, pero hay algunas especies endémicas en el trópico sudamericano y en las Antillas Menores que se asocian a otros vegetales (Watling, 2001; Halling, 1997).

En la Micoteca “Rubén Mayorga Peralta MICG” del Departamento de Microbiología de la Escuela de Química Biológica, se encuentran depositados varios especímenes del orden Boletales, recolectados en diversos lugares de Guatemala; muchos de ellos no han sido identificados hasta especie por las particularidades que presentan. Dado que últimamente se ha encontrado que gran parte de la micobiota neotropical tiene carácter endémico, es muy probable que estos especímenes puedan ser nuevos registros para la ciencia.

El objetivo de la presente investigación fue describir microscópicamente y determinar ocho especies de Boletales recolectadas en Guatemala que presentan características de probable endemismo, para lo cual se describió y se midió estructuras microscópicas fundamentales (basidios, cistidios, esporas, cutículas del píleo y pie) de cada uno de los ejemplares y se compararon con los descritos para especies afines en Norteamérica y/o Europa. Los ejemplares a analizar fueron *Boletus aff variipes var fagicola*, *B. aff quercophilus*, *B. aff ornatipes*, *Boletinellus aff rompelii*, *Gyrodon aff monticola*, *Gyrodon aff lividus*, *Phlebopus* sp y *Boletellus* sp. Encontrando que *Boletus aff variipes var fagicola*, *Boletinellus rompelii* y *Phlebopus* sp se encuentran clasificados correctamente, y confirmando así mismo la presencia del género *Phlebopus* en Guatemala.

### III. Antecedentes

#### A. El reino Fungi y los Basidiomicetos

El reino Fungi constituye un grupo muy numeroso de organismos que presentan una amplia distribución en la naturaleza, dado que cumplen una importante función en el reciclaje de nutrientes y son un componente fundamental en las interacciones que se establecen entre todos los componentes vivos de los sistemas (García y Garza, 2001). Los hongos se desarrollan en climas ecuatoriales, sub-tropicales o tropicales, templados y aún en los fríos, desde el nivel del mar hasta altitudes de 4,000 msnm (Quezada, 2005). Este reino se divide en cuatro phyla, siendo Basidiomycota uno de los más llamativos por sus cuerpos fructíferos (setas u hongos) y contiene más de 22,000 especies descritas a la fecha (Quezada, 2005).

#### B. El orden Boletales

El orden Boletales inicialmente incluía a todos los hongos terrestres con basidiocarpos frescos y putrescentes y con himenóforo tubulado. Su clasificación se basó inicialmente en la morfología de las macro-características y luego combinando tales características con análisis de sus microestructuras y finalmente con la inclusión de criterios anatómicos y bioquímicos y recientemente moleculares (Watling, 2001; Riviere, *et al.*, 2007; Binder & Hibbet, 2006; Pérez, Lorenzana, Carrascoy Yescas, 2010; Wang & Qiu, 2006; Wu & Mueller, 1997). Singer (1981) clasificó a los boletales en el reino Fungi, división Basidiomycota, clase Basidiomycetes, orden Agaricales y suborden *Boletineae*, con tres familias, seis subfamilias y 33 géneros. En 1986, Singer los agrupó en una sola familia, *Boletaceae*, y seis subfamilias en el orden Agaricales. Actualmente, los Boletales han sido divididos en seis subórdenes, aproximadamente 19 familias y 70 géneros (Barrios, 2007; Binder & Hibbet, 2006; Wu & Mueller, 1997; Ortiz, Lodge, Baroni, y Both, 2007).

#### C. Distribución y diversidad de los boletales en América

La distribución de los boletales en América es más amplia en el norte del continente, pues se ha observado que el número de especies disminuye a medida que se avanza hacia Sudamérica (Halling, 1997). En términos de distribución y diversidad se encuentran en toda América incluyendo la región del Caribe (Buyck, Thoen & Watling, 1996). Debido a que la mayoría de los boletales son simbiontes ectomicorrícicos obligados, su distribución biogeográfica depende de la distribución de sus plantas hospederas (Halling, 1997). En Norteamérica y en partes de Centroamérica, los boletales están asociados con miembros de *Betulaceae* (abedules y alisos), *Fagaceae* (robles, encinos y hayas), *Pinaceae* (pino, abetos) y *Salicaceae* (sauces) (Díaz, Flores y Honrubia, 2009). En el Neotrópico, miembros de *Fabaceae* (leguminosas) *Nyctaginaceae* y *Polygonaceae* son los hospederos ectomicorrícicos predominantes. Importantes hallazgos se han reportado en Guyana y Brasil con estas plantas (Singer, 1983; Neves & Capelari, 2007).

Es evidente que su distribución no es completamente conocida en algunos países de Centroamérica y en las islas del Caribe. Norteamérica (excluyendo a México) tiene el número más alto de descripciones, con aproximadamente 300 especies asociadas con varias plantas hospederas, incluyendo 60 especies de robles y 35 de pinos. La mayoría de los estudios se han realizado en el parte oriental de Canadá; en EEUU, de Nueva York a Florida y Texas, mientras que en la parte occidental en Oregon y California. En México, aproximadamente 212 taxones de boletales han sido documentados, principalmente del sureste de Veracruz y parte central de México, asociados con 52 plantas hospederas, principalmente pinos y robles (Halling, 1997; Wu & Mueller, 1997; Pérez, *et al.*, 2010).

En Centroamérica la mayor parte de los estudios se han concentrado en Costa Rica, donde se han reportado 84 especies asociadas con 12 especies de robles. En Belice, 13 especies de boletales fueron identificados en asociación con *Pinus caribaea* y *Quercus* spp. En Guatemala (Ortiz, *et al.*, 2007), solamente se han documentado siete especies asociadas con *P. caribaea* y *Quercus* spp, a pesar de que el número es mucho mayor. En Honduras se han

reportado doce especies asociadas con pino y encino y en Nicaragua seis con *P. caribaea* (Halling, 1997; Ortiz, *et al.*, 2007).

En Colombia se han encontrado 23 especies de boletales asociadas principalmente con *Quercus humboldtii* Bonpl. En Guyana, se han identificado aproximadamente 24 especies asociadas con leguminosas arbustivas (*Dycimbe corymbosa*, *D. altsonii* y *Aldina insignis*) formando ectomicorrizas (Ortiz, *et al.*, 2007). En Brasil se reportan 72 especies de boletales pero varias de ellas han sido introducidas en proyectos de forestación con pino (Neves & Capelari, 2007; Sobestiansky, 2005). En Argentina sólo se han reportado dos especies endémicas (Deschamps, 2002).

En la Región del Caribe, Cuba presenta aproximadamente 18 especies asociadas a *Pinus* spp, *Coccoloba* spp y *Quercus* spp. En la República Dominicana, se han observado al menos 12 especies (Ortiz, *et al.*, 2007).

#### D. Endemismo fúngico en Guatemala

En Guatemala existen pocos estudios sobre la diversidad de hongos. La mayoría pertenecen a tesis de grado de la Facultad de CCQQ y Farmacia de la USAC y otros son el resultado de proyectos de investigación por personal de la misma Facultad. Entre estos trabajos se puede mencionar a Argueta (1983), Logemann (1987), Sommerkamp (1990), Herrera (1991), Aguilar (1994), Fuentes (1996), García (1999) Rizzo (1999), Flores *et al* (2000), Flores y Simonini (2000), Morales (2001) y Márquez (2001). En 2002 Bran *et al.*, reportaron para Guatemala un total de 220 especies de macrohongos correspondientes a 92 géneros (Bran, *et al*, 2001; Bran, *et al*, 2002; Bran, *et al*, 2003). En 2006, Quezada y López realizaron una revisión de los macrohongos de la ecorregión Lachuá (Alta Verapaz), donde reportaron 143 géneros y 376 especies (Quezada, 2005). En el 2007, Flores *et al* (2007) proponen dos nuevas especies para Guatemala del género *Lactarius*, en el 2009, Che y Flores (2009) proponen una nueva variedad de *Boletus pinophilus* y Maldonado (2010) propone dos nuevas variedades para el continente americano (Bran, *et*

*al.*, 2001; Bran, *et al.*, 2002; Bran, *et al.*, 2003; Díaz, Flores y Honrubia, 2007; Flores, 2007; Morales, *et al.*, 2002; Maldonado, 2010).

Entre los estudios de hongos comestibles en Guatemala, como los de Sommerkamp de 1990 y los de Bran *et al* de 2001 y 2002, se encuentran algunas especies de boletales que presentan caracteres de endemismo, como *Boletus luteoloincrustatus* y las recién descritas variedades de *Boletus edulis* y *B. pinophilus*. En el Anexo 2 se muestra un listado con las especies reportadas en Guatemala y el lugar en el que se han encontrado (Bran, *et al.*, 2001; Bran, *et al.*, 2002; Bran, *et al.*, 2003).

A pesar de que los hongos comestibles son muy populares y que existe una amplia distribución de especies de origen norteamericano y sudamericano, no se han realizado estudios sobre la microscopía de muchos de ellos, lo que ayudaría a determinar mejor el origen y/o endemismo de estos hongos.

## E. Descripción de las especies afines a las muestras de estudio

### 1. *Gyrodon monticola* Singer

#### a. Descripción macroscópica

Píleo de 25–50 mm de diámetro convexo o aplanado, subumbonado a umbonado más raramente depresso con la edad, con margen involuto, superficie lisa o rugosa, seca, fibrilosa o piloso a viscida después de las lluvias, de color bronce cuando joven con un color espadiceo y después oscuro, con áreas pálidas o de color oliváceo a rojizo o más claras (Singer, 1983; Kobold, 2000).

Himenóforo arqueado decurrente, de aspecto tubuloso a giroso, con tubos de 3-5 mm de largo, poros concoloros, irregularmente en arreglo radial, con paredes transversales adheridas oblicuamente o concéntricamente a las paredes radiales pero gradualmente menos numerosas hacia el margen del píleo, en cualquier dirección más o menos de 1mm de diámetro, algo denticulados cuando maduro, amarillo oliváceo, se manchan de azul y después

de color café al tocarse. En la mayoría de especímenes dejan una marca las esporas después de café azulado (Singer, 1983; Kobold, 2000).

Estípite de 17-40 x 5-17 mm, sólido, subcilíndrico asubulboso, central o excéntrico, finamente fibriloso, subtomentoso a liso, de color amarillo rosáceo después de color "cocoa", micelio basal de color gris pálido sucio, sin velo. Esclerocios presentes en el suelo.

Contexto de 2-5 mm de grosor, carnoso y algo jugoso o acuoso cuando fresco, duro en la parte inferior del estípite, amarillento pálido, se mancha de azul verdoso a azul chinchilla pero en la base del estípite oscuro, olor muy agradable y sabor dulce (Buyck, *et al.*, 1996).

#### b. Reacciones químicas

Al agregar formol sobre el contexto después de auto-oxidación se colorea café oscuro. Con  $\text{FeSO}_4$  sobre el contexto y tubos se colorea de verde. Con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sobre todas las partes reaccionan a color avellana. El KOH sobre el píleo y superficie del estípite de color café oscuro a café avellana y después tornándose amarillo. Con  $\text{NH}_3$  (vapores) rojo púrpura o lila rojizo oscuro.  $\text{NH}_4\text{OH}$  igual que KOH (Buyck, *et al.*, 1996).

#### c. Descripción microscópica

Las esporas miden de 5.5 – 9.2 x 3.3 – 5.7  $\mu\text{m}$ , variable en forma pero nunca con el coeficiente Q (relación entre largo y ancho de las esporas) mayor a 2.1 generalmente de 2 y comúnmente de 1.3, elipsoides, elipsoides cortas u ovadas, frecuentemente con la porción media estrangulada a veces reniforme o subfusoides, lisas. Los basidios miden de 38 – 40 x 8.8 – 10.2  $\mu\text{m}$  y son tetraspóricos. Los cistidios moderadamente frecuentes cerca de los poros (queilocistidios) y rara vez en los tubos, miden de 12-30 x 2.5 – 7.5  $\mu\text{m}$ , son estrechamente ventricosos a subampuláceos, hialinos. La trama de los tubos es bilateral, inamiloide, presenta hifas con septos fibulados (17, 31). Epicutis del píleo formado por un tricoderma consistiendo de hifas las cuales son principalmente de color café debido a un pigmento en su pared, no incrustadas, inamiloides, de 1.5 a 5.8  $\mu\text{m}$  de diámetro con ápice redondeado y a veces algo gelatinizados con fíbulas (Singer, 1983; Kobold, 2000).

#### d. Hábitat y distribución geográfica



Crecen de manera gregaria en el mantillo de *Alnus jorullensis* en Centroamérica y Sudamérica, y en México en bosques de *Pinus-Quercus* bajo *Alnusacuminata* en altitudes de 1,400 – 1,800 msnm ectotróficamente asociado a las citadas especies de *Alnus*. Recolectado en los meses de mayo a julio(Singer, 1983; Kobold, 2000).

Se conoce en Sudamérica desde Argentina y Colombia, Centroamérica en Costa Rica y México. En México se conoce en Veracruz, Hidalgo, Michoacán, Jalisco, Oaxaca, Morelos, Querétaro(Singer, 1983; Kobold, 2000).

#### Observaciones

Esta especie se presenta siempre asociada a la zona ecológica donde se distribuyen especies de *Alnus* como son *Alnus jorullensis* y *Alnus acuminata* con los que estrictamente forma ectomicorrizas. Una especie cercanamente relacionada es el europeo *Gyrodon lividus*, el cual es menos oscuro y más amarillento. Hayward y Thiers describieron *G. lividus* de California de lo que Singer *et al* señalaron una posible conespecificidad con *G. monticola*, basados en algunas correlaciones morfológicas del pileo e himenóforo, aunque reconocieron la correcta determinación por parte de dichos autores(Singer, 1983; Kobold, 2000).

## 2. *Gyrodon rompelii* (*Boletinellus rompelii*) (Pat. & Rick) Sing.

### a. Descripción macroscópica

Píleo pardo, convexo a aplanado, subboletinoso o liso, mide 11 cm de diámetro, oscurece cuando se toca.

El himenóforo presenta poros amplios y boletineoides, arqueado-decurrente. La esporada es citrina. El estípite amarillo a veces con tonos rosados, de diámetro igual o más ancho en la base. Contexto grueso, amarillo, cianescente con la edad, esponjoso, carnoso, sabor suave, cambia a azul al contacto (Singer, 1983).

### b. Reacciones químicas

Con KOH cambia el contexto a un color pardo-ocráceo, sobre el píleo la reacción es más intensa. El hidróxido de amonio es similar al KOH, los poros

cambia a pardo. Con sulfato de hierro se tornan levemente de verde todas las estructuras.

c. Descripción microscópica

Esporas miden 7.6-10 x 5.5-7.0  $\mu\text{m}$ , ligeramente elipsoides. Los basidios presentan 4 esporas ocasionalmente 2, miden de 30-40 x 9,5-10  $\mu\text{m}$ . Los cistidios son escasos, miden 12-18 x 2.5-4.0  $\mu\text{m}$ , incospicuos, hialinos, filamentosos o filamentosos-ventricosos. La trama himenoforal es bilateral, con hifas amarillas o hialinas. La camada cortical del píleo está formada por un tricodermo en palizada presentando hifas terminales versiformes de 4.5-10 $\mu\text{m}$  de diámetro, presentan pigmento incrustante resinoso (Singer, 1983).

d. Hábitat y distribución geográfica

Crecen bajo la sombra de los árboles (Inga o *Allophylos edulis*) o en el interior de las matas, solos o en grupos, durante verano a otoño.

### 3. *Gyrodon lividus*(Bull.) Saccardo

a. Descripción macroscópica

Píleo de 5 -120 mm de diámetro, subgloboso, luego plano-convexo y finalmente aplanado, manteniendo de joven el borde involuto, de color ocre; al ser manipulado se torna pardo en las partes presionadas. La superficie está recubierta, sobre todo de joven, con fibrillas lanosas que le dan un aspecto seco y afieltrado, sin embargo cuando madura y llueve se vuelve viscoso(Gómez, 1996).

Himenóforo presenta tubos cortos y decurrentes, de color amarillo vivo cuando joven y oliváceo al madurar. Al ser manipulados se tornan verdes. Los poros son pequeños, cuando es joven son apenas visibles, del mismo color que los tubos los cuales también se colorean de verde al manipularlos (Gómez, 1996).

Estípites cortos, llenos y duros, sin anillo, de color ocre-parduzco y revestido de fibrillas del color del píleo, central o un poco excéntrico, de 3-7 cm de lado por 1-2 cm de ancho (Gómez, 1996). Contexto amarillo, que se torna se torna café oscuro.

#### b. Descripción microscópica

Las esporas son muy pequeñas, miden de 4.5-8x3-4  $\mu\text{m}$ , elípticas, de color marrón amarillento. Los basidios son claviformes, 20-35 x 7-8. Los cistidios claviformes miden 20-50x3-10 $\mu\text{m}$ , con puntas redondas, atenuados en la parte media. Todas o casi todas sus hifas poseen fíbulas en los tabiques o septos de unión de las mismas.

#### c. Hábitat y distribución geográfica

Esta es una especie micorrízica exclusivamente de *Alnus* y aparece durante el otoño. Se puede considerar una especie rara y a proteger. Se encuentra predominantemente en Europa, aunque también se ha registrado en Japón y California debajo de [Alnus rhombifolia](#) (Gómez, 1996).

#### d. Observaciones

Aunque comestible es poco común (Gómez, 1996).

### 4. *Boletus ornatipes* Peck

#### a. Descripción macroscópica

Píleo de 4-16 cm, convexo a casi plano con la edad, seco, liso o algodonoso, variable en color: de amarillo a gris-pálido o amarillo-café o café-olivo, frecuentemente amarillo a lo largo del margen y de color café-cocoa a canela con la madurez. Posee una proyección estéril en el borde, de color amarillento discoloreo ocasionalmente y erráticamente azul (Bessette & Roody, 2000; Smith & Thiers, 1971). Cuando está húmedo es casi viscoso al tacto. El contexto es grueso, amarillo cromo, sin olor, sabor ligeramente amargo.

Himenóforo con tubos de 5 a 8 (10) mm de profundidad subdecurrentes, raramente depresos y poros de color amarillo-limón o amarillo-cromo, que se manchan de anaranjado y a veces de color café con el tacto (Bessette & Roody, 2000; Smith & Thiers, 1971).

Estípite mide de 8-15 cm de largo y de 1-2.5 cm de ancho, más o menos regular, a veces inclinado, color amarillo brillante y se mancha de café con la edad así como de amarillo-anaranjado al tacto (Bessette & Roody, 2000; Smith & Thiers, 1971). El contexto es sólido, amarillo (amarillo claro, coloreándose a

amarillo-oro cuando se corta), no se tiñe de azul con la exposición al aire (Buyck, *et al.*, 1996). Olor no distintivo, sabor suave o algo amargo.

b. Reacciones químicas

Con KOH, la superficie del sombrero se torna café-anaranjado al igual que el contexto, en el estípite causa un cambio a café., café pálido con NH<sub>4</sub>, y no cambia con sales de hierro (Smith & Thiers, 1971).

c. Descripción microscópica

Las esporas en fresco son de color café-olivo, miden de 9.0 –13.0 µm de largo por 3.0–4.0 µm de ancho, con un coeficiente Q de 2.58. Lisas, no amiloideas con paredes ligeramente gruesas, amarillo pálido en KOH o algunas de color ocre, en Melzer son naranja pálido, con forma oblonga ligeramente ventricoso con ápice obtuso. Basidios tetraspóricos, 22-30 x 6-8µm, hialinos a amarillos en KOH. Pleurocistidios abundantes, 38-65 x 9-15 µm, ventricosos en la base con un cuello terminal cilíndrico en un ápice subagudo, pared delgada y superficie lisa. Trama himenial bilateral no amiloidea. Hifas sin septos no amiloideas (Smith & Thiers, 1971).

d. Hábitat y distribución geográfica

Relación micorrícica con encinos, crece solo o en grupos, regularmente son abundantes luego de lluvias intensas a finales de julio o agosto; ampliamente distribuido en el Este de Norte América y en Costa Rica (Kobold, 2000; Bessette & Roody, 2000; Gómez, 1996; Smith & Thiers, 1971).

e. Observaciones

Es uno de los boletos más fáciles de reconocer, pero se puede confundir con formas amarillentas de *B. griseus*. Sin embargo, este último tiene tubos blanquizcos cuando es joven, y el grado de reticulación en el estípite es relativamente discreto (Smith & Thiers, 1971).

## 5. *Boletus quercophilus*

Halling y G.M. Mueller, Mycologia 91: 897.1999.

a. Descripción macroscópica

Píleo de 45–130 mm ancho, convexo a plano-convexo o plano, seco a húmedo, glabroso a subtomentoso a tomentoso. Color café oscuro a café claro o mostaza, amarillento (Kobold, 2000; Halling & Mueller, 1999).

Himenóforo está formado por poros pequeños (hasta 3 por mm) de color crema amarillo a verdosos al madurar, sin cambios de coloración al manipularlo. Los tubos son del mismo color que los poros y miden de 5 a 20 mm de longitud (Kobold, 2000; Halling & Mueller, 1999).

Estípite de 50–150 mm de largo por 10–25 mm de ancho, subigual a clavado o curvo, la mitad superior es reticulada, la mitad inferior es a veces oscura, base blanca, contexto blanco sin decoloración. Sabor y olor suave (Kobold, 2000; Halling & Mueller, 1999).

b. Características microscópicas

Esporas en fresco de color café-olivo, de 9.8 –13.3  $\mu\text{m}$  de largo por 3.5–5  $\mu\text{m}$  de ancho, con un Q medio de 2.79; subfusoides a elipsoides, no amiloideas. Basidios de 24-30 x 9-10 $\mu\text{m}$ , clavados, tetraspóricos, hialinos, inamiloides. Cistidios himeniales ventricosos a subfusoides o subcilíndricos, miden 40-60 x 6-8 $\mu\text{m}$ , hialinos, inamiloides, colapsan con la edad. Trama himenial bilateral, con hifas de 5-7 $\mu\text{m}$  de diámetro, hialinos, no amiloidea. Hifas sin septos (Kobold, 2000; Halling & Mueller, 1999).

c. Hábitat y distribución geográfica

Relación micorrícica con *Quercus*, se encuentra en los meses de abril, junio, septiembre y octubre (Kobold, 2000) en Costa Rica, donde se encuentra distribuido en el Bosque del Niño, Grecia, Alajuela, Puntarenas y en la Reserva Forestal Los Santos. No se ha reportado fuera de Costa Rica (Kobold, 2000; Halling & Mueller, 1999).

d. Observaciones

Este taxón pertenece a la sección *Boletus*, asociado a *B. edulis* por el hecho de que no hay cambio de color en los tejidos al exponerse o lastimarse, presenta estípite reticulado, sabor suave y blanco, tubos que se vuelven de amarillos a verdosos. Este parece fenotípicamente cercano al taxón europeo como *B. aestivalis*, *B. reticulatus* y *B. quercicola* por su asociación con *Quercus* (Kobold, 2000).

6. *Boletus variipes* var. *fagicola*

A.H. Sm. y Thiers, Boletes of Michigan, p. 370. Pl. 146 (1971)

a. Descripción macroscópica

Píleo de 40–120 mm de diámetro, expandiéndose a plano, margen regular superficie seca y aterciopelada. Color canela o café cuando maduro, los más jóvenes son café oscuro o café-rojizo oscuro, margen decurvado a plano. El contexto es blanco, olor y sabor fungoide (Smith & Thiers, 1971).

Himenio tubos deprimidos cerca del estípite, de 10 mm de largo, primero son de color blanco luego son olivo a olivo-amarillo. Los poros cuando jóvenes son blancos relleno, con la edad se vuelven amarillo-olivo, no cambian de color al corte (Smith & Thiers, 1971).

Estípite de 60–100 mm de largo por 10–30 mm de ancho, ancho, sólido, igual o cónico en la base o ligeramente ventricoso. Contexto fibroso, blanco, no se colorea al tocar. Micelio basal blanco (Smith & Thiers, 1971).

b. Descripción microscópica

Las esporas miden 13-16 x 4-5  $\mu\text{m}$ , lisas, de pared ancha, oblongas o casi oblongas, café amarillentas con una pared más oscura en KOH. Los basidios son tetraspóricos, miden 30 x 10  $\mu\text{m}$ , clavados, hialinos a amarillos en KOH y amarillos con reactivo de Melzer. Los pleurocistidios aparentemente ausentes. En los extremos de los poros se encuentran basidios y basidiolos (Smith & Thiers, 1971). Los basidiolos miden 13.6-23.2  $\mu\text{m}$  x 5.6-9.6  $\mu\text{m}$ , clavados (Ortiz, *et al.*, 2007).

El pileipellis conformado por hifas erectas, ramificadas, hialinas a amarillo-grisáceo con KOH, amarillo-grisáceo a amarillo con el reactivo de Melzer; las células terminales, gruesas, cilíndricas a subfusoides, pocas con apéndice subcapitado, algunas con contenido granular amarillo grisáceo con KOH (Smith & Thiers, 1971).

c. Hábitat y distribución geográfica

Se encuentran de forma gregaria y en ocasiones esparcidos debajo de *Quercus peduncularis*, *Quercus* spp y *Pinus caribaea* (Smith & Thiers, 1971). Se ha encontrado en Michigan (EEUU) y México, Belice y Costa Rica (Ortiz, *et al.*, 2007; Smith & Thiers, 1971).

## 7. *Phlebopus* sp

### a. Descripción macroscópica

Píleo de 4 a 7.5 cms. en diámetro, convexo a levemente hendido en su centro, castaño-oscuro a castañonegruzco a la madurez, semejando a *Boletus aereus*, afelpados con el margen algo recurvado a recto, Tubos adnatos a laxamente decurrentes, amarillos con tintes de color oliva, de hasta 4 mm. de longitud, con coloros con los poros. Poros homogéneos e isodiamétricos, 4 a 5 por mm. Estípites de 6-7.5 x 3-4. mm., variables, sólidos, levemente atenuados hacia la base. Carne blancuzca, algo mas amarillenta por debajo del pileopellis, algunas veces oscureciendo hacia la base del pié, tornándose azul o de colores vináceos en su proceso de oxidación.

Estípites en la base presenta un color castaño-grisáceo oscuro, formando como una corteza. El sabor es ligeramente fúngico y agradable (Deschamps, 2002)

### b. Descripción microscópica

Las esporas miden de 5- 6 x 5 -6  $\mu\text{m}$  son subglobosas a levemente elipsoides, lisas con el ápice obtuso, pudiendo variar según la especie, amarillas a castaño-grisáceas, cuando maduras (Deschamps, 2002).

Los basidios miden 28-32x 10-12 $\mu\text{m}$ , son clavados, tetraspóricos. No se observan cistidios. Los pleurocistidios están ausentes o son raros en la mayoría de las especies (Watling, 2001; Singer, 1983; Deschamps, 2002; Miller, Lodge, & Baroni, 2000; Baxter, 1988).

En el epicutis del píleo se observan conexiones prominentes en las hifas, donde algunas presentan contenidos amarillentos. Los elementos del pileocutis terminal aparecen ligeramente clavados (Deschamps, 2002).

### c. Hábitat y distribución geográfica

Crece en grupos en lugares poco visibles, cerca de tocones y puede alcanzar diámetros más grandes de píleo. Se degrada con facilidad y toma colores café verdoso. Aparece principalmente después de mediados a finales de las lluvias de verano, de diciembre a marzo y parece no estar asociado con especies particulares de plantas. De acuerdo a Singer Araujo y Ivory, las relaciones micorrícicas de estas especies son desconocidas (Wang & Qiu, 2006). *Phlebopus sudanicus* se encuentra distribuido en las provincias del norte de la República de Sudáfrica y en África Central (Wang & Qiu, 2006). En Argentina

se reporta que *P.bruchii* crece en regiones templadas de las sierras de Córdoba y San Luis, crece en alturas que van desde los 550 m a los 1200 m y las fructificaciones se producen casualmente entre Diciembre y Abril, cuando hay una sumatoria de unos 300 mm de precipitación (Deschamps, 2002).

#### d. Observaciones

Este hongo es de sabor levemente amargo con consistencia cartilaginosa porosa.

Este género ha sido llamado *Phaegyroporus* por la mayoría de autores desde que *Phlebopus colossus* fue descrito incompletamente y sin depósitos del mismo en ningún lugar. *Phlebopus sudanicus* fue descrito en el sur de África en 1988, y *Phlebopus portentosus* fue descrito en Sri Lanka, ha sido encontrado en Indonesia (Sumatra y Krakatoa) así como también en Australia y Nueva Zelandia (Wang & Qiu, 2006). En Argentina existe solo una especie, *Phlebopus bruchii*, sin embargo sus cuerpos fructíferos son mucho más pequeños y se vende como comestible (Deschamps, 2002).

### 8. *Boletellus* spMurrill

#### a. Descripción macroscópica

Píleo mide de 4-10 cm ancho, convexo con una curvatura en el margen, convirtiéndose anchamente convexo a casi plano, superficie seca a subtomentosa, cuando es joven es de color rosa-rojo pero se vuelve a olivosa olivo-gris con la edad, excepto por tintes rosa-rosado que se muestran donde la cutícula se ha quebrado. El contexto es amarillo el cual se tiñe de azul, tiene un sabor suave y olor fungoide a veces sin olor (Smith & Thiers, 1971).

Himenóforo presenta tubos que miden de 7-12 mm de largo, alrededor del estípite son depresivos, son de color amarillo brillante pálido cuando joven, amarillo verdoso con la edad y al tocarlo o lastimarlo se tiñe de azul, los poros son de más de 1 mm de ancho con delineado irregular (Smith & Thiers, 1971).

Estípite de 6-12 cm largo, 8-17 mm ancho en el ápice, sólido, interior amarillo que se tiñe de azul, la base es amarilla verdosa, superficie longitudinalmente acanalada a suave, de color rojo ruibarbo pero amarillo en el ápice, base



amarillenta pálida a descolorida, la cubierta micelial es casi blanca cuando se seca, se tiñe de azul cuando se lastima, no es reticulado (Smith & Thiers, 1971).

b. Reacciones químicas

Con reactivo de Melzer, la cutícula se vuelve lentamente de color olivo, no hay reacciones con sales de hierro, y con KOH se torna a un color amarillento a bronceado (Smith & Thiers, 1971).

c. Descripción microscópica

Esporas miden 9-12 (13) x 4-5  $\mu\text{m}$  algunas anormales arriba de 7  $\mu\text{m}$  de ancho, truncadas en el ápice de un poro pequeño, parecen ser lisas pero bajo aceite de inmersión d 1.4 NA y con reactivo de Melzer se ven débilmente estriadas longitudinalmente cuando son maduras, muestran reacción amiloidea de primero pero luego desaparece y algunas se vuelven débilmente dextrinoides por lo menos en la parte distal de la espora. Angostamente ovaladas a sub-elípticas a fusiformes. Los basidios presentan 4 esporas, miden de 28-33 x 7-10  $\mu\text{m}$ , amarillentos en KOH y Melzer. Los pleurocistidios son dispersos y miden 36-48 x 7-12  $\mu\text{m}$ , angostamente fusoides, ápice subagudo hialino en KOH y Melzer. Los queilocistidios son más pequeños que los pleurocistidios, presentan un contenido ocráceo en KOH y Melzer. La trama de los tubos presenta hifas sub-paralelas en el área central, las hifas externas divergen ligeramente hacia el sub-himenio. Las hifas del contexto son amarillentas a hialinas en Melzer, el contenido no se distingue. No presentan fíbulas (Smith & Thiers, 1971).

d. Hábitat y distribución geográfica

El género *Boletellus* tiene una amplia distribución en Norteamérica, desde Carolina del Norte y Carolina del Sur, hasta Colombia y Brasil (Riviere, *et al.*, 2007; Neves & Capelari, 2007). Se encuentra también en Nueva Zelanda, Nueva Caledonia y Taiwán (Watling, 2001; Smith & Thiers, 1971). En Guatemala sólo se ha reportado *Boletellus russellii* (Flores, Comandini y Rinaldi, 2011).

#### IV. Justificación

Los hongos son el segundo grupo más diverso a nivel mundial después de los insectos y consta de aproximadamente 100,000 especies descritas, la mayoría en países desarrollados o con fuerte tradición micológica. En Guatemala, a pesar de que los hongos comestibles son muy populares y que existe una amplia distribución de especies de origen norteamericano y sudamericano, no se han realizado estudios sobre la microscopía de importantes muestras recolectadas de los géneros *Boletellus*, *Boletus*, *Gyrodony*, *Phlebopus* y *Boletellus*, todos pertenecientes al orden Boletales. El estudio microscópico de estos géneros es fundamental para la clasificación en especies, ya que macroscópicamente presentan muchas similitudes.

Las investigaciones que se han realizado en la Facultad de Ciencias Químicas (CCQQ) y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), y concretamente en la Unidad de Diversidad, Tecnología y Aprovechamiento de Hongos -Ubiotah- de la Escuela de Química Biológica, permiten obtener información sobre unas 400 especies de macrohongos del país. Este número es muy pequeño para la realidad natural del país y muestra de ellos son los numerosos ejemplares herborizados en la Micoteca "Rubén Mayorga Peralta MICG" de la misma Unidad, la cual posee la mayor colección de macrohongos de Guatemala y cuenta con una importante cantidad de muestras de boletales que aún no han sido identificados completamente y de los que se sospecha posible endemismo.

Por esta razón se consideró necesario efectuar un análisis a nivel microscópico de esporas, basidios, esterigmas, cistidios e hifas de las cutículas de píleo y pie de ciertos ejemplares del orden Boletales de la Micoteca (*Boletellus*, *Boletellus*, *Boletus*, *Gyrodony*, *Phlebopus*) para determinar y confirmar su identidad taxonómica. Con los resultados obtenidos se pudo ampliar la información sobre la cantidad de especies de macrohongos en Guatemala, la distribución de ciertos géneros y especies en el continente americano y se confirmó la presencia del *Phlebopus*.

## V. Objetivos

### A. General

Determinar taxonómicamente 16 muestras del orden Boletales recolectadas como primer registro en Guatemala.

### B. Específicos

1. Confirmar taxonómicamente la especie de muestras identificadas como *Boletinellus aff merulioides*, *Boletellus sp*, *Boletus aff quercophilus*, *Boletus aff ornatipes*, *Boletus aff variipes var. fagicola*, *Gyrodon aff lividus* y *Gyrodon aff meruloides*, a través de la descripción y análisis de estructuras microscópicas.
2. Confirmar taxonómicamente la presencia del género *Phlebopus* a través de la descripción y análisis de las estructuras microscópicas, de muestras recientemente recolectadas en Guatemala.

## VI. Materiales y Métodos

### A. Universo y Muestra

El universo corresponde a todas las muestras de *Boletinus meruloides*, *Boletus* spp, *Gyrodon* spp, *Phlebopus* sp y *Boletellus* sp, recolectadas en Guatemala que se encuentran depositadas en la Micoteca “Rubén Mayorga Peralta MICG”, de la Unidad de Diversidad, Tecnología y Aprovechamiento de Hongos, del Departamento de Microbiología, Escuela de Química Biológica, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Para la muestra del estudio se tomaron dieciséis (16) ejemplares herborizados, jóvenes y maduros de *Boletinus rompelii* (2), *Gyrodon* spp (*G. monticola* (1) y *G. lividus* (1)), *Boletus* spp (*B. aff ornatipes* (3), *B. variipes* var *fagicola* (3) y *B. aff quercophilus* (1)), *Phlebopus* sp (4) y *Boletellus* sp (1), recolectados en distintos departamentos de Guatemala y que están depositados en la Micoteca “Rubén Mayorga Peralta MICG”, los cuales corresponden a la totalidad de especímenes existentes.

### B. Materiales

#### 1. Equipo:

- Microscopio Carl Zeiss con objetivo de Inmersión y objetivo de medición
- Cámara fotográfica marca Sony modelo DSC – W35 de 7.2 megapíxeles
- Estereomicroscopio marca Jaegea®
- Hojas de bisturí y de afeitar
- Computadora
- Láminas portaobjetos
- Láminas cubreobjetos de 22x22mm

#### 2. Reactivos:

- KOH 3%
- Rojo Congo

- Lugol
- Reactivo de Melzer
- Agua Destilada

### C. Metodología

#### 1. Procedimiento

- Seleccionar las muestras de *B. rompelii*, *Gyrodon spp* (*G. monticola*, *G. lividus*), *Boletus spp* (*B. aff ornatipes*, *B. variipes var fagicola*, *B. aff quercophilus*), *Phlebopus sp* y *Boletellus sp* que se van a analizar, provenientes de la Micoteca "Rubén Mayorga Peralta MICG", del Departamento de Microbiología de la Facultad de CCQQ y Farmacia, USAC.
- Extraer pequeñas porciones de los carpóforos para el análisis microscópico: superficie fértil o himenio (basidiosporas, basidios, basidiolos, esterigmas, cistidios) y cutículas del píleo o sombrero (*pileipellis*) y estípite o pie (*stipeipellis*).
- Rehidratar las muestras con agua destilada y luego con KOH al 3%.
- Rehidratar algunas muestras solamente con agua destilada para la observación directa.
- Agregar reactivo de Melzer para teñir áreas amiloideas en las microestructuras.
- Llevar a cabo la medición microscópica de las estructuras de interés utilizando el microscopio con micrómetro ocular y con objetivo de inmersión (100X). Se harán 20 mediciones diferentes de cada estructura para obtener un promedio de las dimensiones de cada una. Se usará colorante rojo congo como medio de contraste para las microestructuras.
- Fotografiar las estructuras microscópicas para tener registros fotográficos para su posterior comparación según lo reportado en la bibliografía.
- Organizar los resultados obtenidos en cuadros y gráficas.
- Comparar los resultados obtenidos con las descripciones de especies reportadas en la literatura.

#### 2. Diseño de la investigación

Descriptivo Transversal

### 3. Análisis Estadístico

#### a. Variables Cuantitativas

##### Cálculo del Número de Réplicas

Modelo estadístico empleado: Tipo MORFOMÉTRICO:

$$n = \frac{z^2 \sigma^2}{\delta^2}$$

En donde:

n= Número de muestra.

$\sigma$ = Desviación estándar de las mediciones.

z= Nivel de confianza.

$\delta$ = Limite de error.

Asumiendo que:

$$\sigma^2 = \delta^2$$

Entonces:

$$n = \frac{z^2 \sigma^2}{\delta^2} = z^2 \quad Z = 2.58 \quad Z^2 = 6.65$$

Al trabajar con un nivel de confianza del 99%, se debe de tomar un tamaño mínimo de réplicas de 7, es decir 7 repeticiones.

- i. Se realizaron veinte mediciones (réplicas) de cada estructura microscópica (basidiosporas, basidios, basidiolos, esterigmas, cistidios, pleurocistidios y queilocistidios, e hifas de las cutículas) utilizando un microscopio con micrómetro ocular y objetivo de inmersión. Se realizó un número de 20 réplicas considerando que para realizar inferencias sobre la media de cada estructura y para un nivel de confianza del 99% se requiere un mínimo de 7 réplicas.

- ii. Con los datos recolectados de las mediciones, se calculó la media y la desviación estándar para el largo y ancho de esporas, basidios, cistidios, e hifas de la cutícula (diámetro). Debido a la distribución que mostraron los datos se calculó también la mediana y los rangos superior e inferior para el largo y ancho de cada estructura. Para las esporas se calculó además el valor del coeficiente Q (largo/ancho).

b. Variables cualitativas

Se analizaron en forma descriptiva, realizándose las siguientes determinaciones:

- i. Tipo de reacción de las esporas, basidios y cistidios con reactivo de Melzer (amiloide, dextrinoide o inamiloide).
- ii. Presencia de incrustaciones en las microestructuras por medio de la observación al microscopio y tinción con Melzer o rojo congo.
- iii. Forma de las estructuras para compararlas con las de las especies de referencia.

## VII. Resultados

Esta investigación constituye un análisis descriptivo de 16 ejemplares del orden Boletales correspondiente a 8 especies fúngicas. En cada uno de los ejemplares se observaron las microestructuras: esporas, cistidios, basidios e hifas cuticulares, evaluando la morfología y tamaño, los cuales mostraron diferencias según el género. En el cuadro 1 se presenta un listado con los ejemplares recolectados del año 2000 al 2011 utilizados en el presente estudio. Siete ejemplares (44%) proceden de la Ciudad de Guatemala y nueve (56%) del interior del país. Estos fueron ingresados a la micoteca donde fueron clasificados inicialmente según sus características macroscópicas y se les asignó un número de registro (MICG).

**Cuadro 1. Listado de ejemplares analizados para la determinación de las ocho especies de Boletales**

Número de registro en la Micoteca	Lugar de Colecta	Recolector	Año	Clasificación inicial en la Micoteca	Determinación final de los ejemplares analizados*
MICG-2442	Sistema Montañoso Alux	Flores, R	2009	<i>Boletus aff ornatipes</i>	<i>Boletus</i> sp nov. sección <i>Appendiculati</i>
MICG-2442	Sistema Montañoso Alux	Flores, R	2009	<i>Boletus aff ornatipes</i>	<i>Boletus</i> sp nov. sección <i>Appendiculati</i>
MICG-2446	Sistema Montañoso Alux	Flores, R	2009	<i>Boletus aff ornatipes</i>	<i>Boletus</i> sp nov. sección <i>Appendiculati</i>
MICG-2447	El Cuje, Santa Rosa	Flores, R	2009	<i>Boletus variipes</i> var <i>fagicola</i>	<i>B. variipes</i> var <i>fagicola</i>
MICG-2447	El Cuje, Santa Rosa	Flores, R	2009	<i>Boletus variipes</i> var <i>fagicola</i>	<i>B. variipes</i> var <i>fagicola</i>
MICG-2445	Zona 11 Guatemala	Flores, R	2007	<i>Boletus variipes</i> var <i>fagicola</i>	<i>B. variipes</i> var <i>fagicola</i>
MICG-1571	Zona 11 Guatemala	Flores, R	2005	<i>Boletinellus rompellii</i> ER	<i>B. rompellii</i>
MICG-2712	Zona 11 Guatemala	Flores, R	2007	<i>Boletinellus rompellii</i> ER	<i>B. rompellii</i>
MICG-1671	Zona 13, Guatemala	Flores, R	2007	<i>Phlebopus</i> sp Aeropuerto	<i>Phlebopus</i> sp nov. 1
MICG-2661	Zona 12, Guatemala	Flores, R	2011	<i>Phlebopus</i> sp USAC	<i>Phlebopus</i> sp nov. 2
MICG-2664	Zona 12, Guatemala	Flores, R	2011	<i>Phlebopus</i> sp USAC	<i>Phlebopus</i> sp nov. 2
MICG-2665	Zona 12, Guatemala	Flores, R	2011	<i>Phlebopus</i> sp USAC	<i>Phlebopus</i> sp nov. 2
MICG-2448	Muxbal, SCP, Guatemala	Flores, R	2005	<i>Boletellus</i> sp	<i>Boletus</i> sp
MICG-2443	Chichicastenango, Quiché	Flores, R	2008	<i>Boletus quercophilus</i>	<i>Boletus</i> sp nov. sección <i>Boletus</i>
MICG-1570	Todos Santos Cuchumatán	Flores, R <sup>1</sup>	2000	<i>Gyrodon lividus</i>	<i>Gyrodon lividus</i>
MICG-1572	Uspantán, Quiché	Flores, R <sup>2</sup>	2003	<i>Gyrodon monticola</i>	<i>Gyrodon</i> sp

\*Datos experimentales

<sup>1</sup>Proyecto de investigación: Flores, *et al.* (1998) *Hongos ectomicorrícicos asociados a Abies guatemalensis, Pinus rudis y P. ayacahuite de la Sierra de los Cuchumatanes, Huehuetenango y su aprovechamiento en la producción de planta forestal micorrizada* (Fase I); USAC, DIGI, IIQB.

<sup>2</sup>Proyecto de investigación: Bran, *et al.* (2003) *Hongos Comestibles de Guatemala: Diversidad, Cultivo y Nomenclatura Vernácula* (Fase III); USAC, DIGI, IIQB.



Después del análisis microscópico realizado los ejemplares fueron clasificados nuevamente estableciendo que del total de muestras analizadas: *Boletus variipes* var *fagicola*, *Boletinellus rompelii* y *Gyrodon lividus* corresponden a tales especies; así también la muestra identificada como *Phlebopus* sp corresponde a este género. El resto de ejemplares no concordaron con la clasificación inicial otorgada (Cuadro 1).

### ***Boletus aff ornatipes* (MICG-2442 y MICG-2446)**

Al análisis microscópico, las esporas se observaron oblongas, lisas, de 9-12µm x 5µm (largo x ancho) en promedio, con un coeficiente Q de 1.97 – 2.08, no amiloideas, de color naranja pálido con reactivo de Melzer; los basidios con forma predominantemente de maza o clavados, tetraspóricos o bispóricos, de 24-32µm x 7-8µm, inamiloides. Los cistidios fueron visibles incluso a simple vista (macrocistidios), particularmente en los poros (queilocistidios), lo que le da al himenóforo un aspecto tomentoso; sin embargo, también se encuentran en el interior de los tubos (pleurocistidios), son muy abundantes, largos, de base ventricosa con ápice agudo y largo, pared delgada y superficie lisa, de hasta 85µm x 15µm, no amiloideos (Cuadro 2).

Las hifas de la cutícula del píleo se agrupan en forma de tricoderma, es decir apretadamente y con hifas erectas. En algunas hifas se observaron incrustaciones muy finas y escasas, pero la mayoría se observan lisas, generalmente rectas y algunas con forma ondulada, de 4-12 µm de ancho y con puntas romas. Las hifas del estípite o pie, presentaron abundancia de hifas de tipo cistidioide, aunque sin punta aguda, algo clavadas (Anexo 3, figura 1).

En el cuadro 2 se presentan las mediciones obtenidas de los ejemplares *Boletus aff ornatipes* (MICG-2442 y MICG-2446).

**Cuadro 2. Dimensiones (µm) de esporas, basidios, cistidios e hifas cuticulares de tres especímenes identificados como *Boletus aff ornatipes*, recolectados en el sistema montañoso Alux, Departamento de Guatemala, en el año 2009.**

	<i>B. aff ornatipes 1</i>		<i>B. aff ornatipes 2</i>		<i>B. aff ornatipes 3</i>	
	MICG-2442		MICG-2442		MICG-2446	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho
<b>Esporas*</b>	10.0 (09 – 12)	05.0 (05 – 05)	10.0 (09 – 11)	05.0 (05 – 06)	10.0 (09 – 11)	05.0 (05 – 05)
<b>Basidios</b>	30.0 (25 – 35)	10.0 (08 – 12)	30.0 (24 – 32)	08.0 (07 – 10)	28.0 (24 – 30)	09.0 (07 – 10)
<b>Cistidios</b>	61.0 (46 – 73)	10.0 (09 – 12)	70.0 (50 – 85)	11.0 (09 – 15)	57.0 (55 – 60)	08.0 (08 – 09)
<b>Hifas estípite**</b>	---	05.0 (03 – 10)	---	06.0 (04 – 08)	---	07.0 (04 – 14)
<b>Hifas píleo</b>	---	07.0 (04 – 12)	---	05.0 (04 – 09)	---	06.0 (04 – 09)

\* Mediana(Mínimo- Máximo)  $\mu\text{m}$

\*\* Diámetro  $\mu\text{m}$

### ***Boletus variipes var fagicola* (MICG-2445, MICG-2447)**

Los ejemplares estudiados presentaron esporas con formacilíndrica, lisas y la mayoría vacuoladas, de 10-14 $\mu\text{m}$  x 4-5 $\mu\text{m}$ , con un coeficiente Q de 2.51 – 2.66, no amiloideas, de color amarillo con reactivo de Melzer; los basidios son clavados, tetraspóricos y ocasionalmente bispóricos, miden de 19-30 $\mu\text{m}$  x 8-11 $\mu\text{m}$ , no amiloideos. Los basidiolos también presentaron forma clavada o de mazo, y al observarse con Rojo Congo presentaron en el ápice y/o en los esterigmas, manchas rojas notorias como parches, midieron aproximadamente 15-23 $\mu\text{m}$  x 7-10 $\mu\text{m}$ . Las hifas de la cutícula del píleo (*pileipellis*) se agrupan en forma de tricoderma y en sectores aparecen claramente como ixotricoderma con hifas erectas, aunque no siempre rectas, simples a bifurcadas, un poco hinchadas, lisas y sin incrustaciones.

En los ejemplares de El Cuje, (Santa Rosa), algunas hifas presentaron finas incrustaciones. Las hifas del estípite o pie, se observan paralelas al mismo, lisas, generalmente rectas, bifurcadas y con ápices redondeados (Anexo 3, figura 2). En el cuadro 3 se encuentran las mediciones de los ejemplares MICG-2447, que presenta esporas ligeramente más cortas que los del ejemplar MICG-2445.

**Cuadro 3. Dimensiones ( $\mu\text{m}$ )de esporas, basidios, basidiolos e hifas cuticulares de tres especímenes identificados como *Boletus affvariipes var fagicola* recolectados en El Roble, zona 11, Guatemala (2007) y en El Cuje, Santa Rosa (2009).**

<i>B. variipes var fagicola</i>	<i>B. variipes var fagicola</i>	<i>B. variipes var fagicola</i>
El Cuje 1	El Cuje 2	El Roble

	MICG-2447		MICG-2447		MICG-2445	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho
<b>Esporas*</b>	12.0 (10 – 13)	05.0 (04 – 05)	12.0 (11 – 14)	05.0 (04 – 05)	13.5 (11 – 16)	05.0 (05 – 06)
<b>Basidios</b>	25.0 (19 – 30)	10.0 (08 – 11)	30.0 (24 – 35)	09.5 (09 – 10)	27.5 (22 – 30)	10.0 (09 – 11)
<b>Basidiolos</b>	20.0 (15 – 23)	09.0 (07 – 10)	20.0 (17 – 23)	09.0 (06 – 09)	19.0 (15 – 22)	08.0 (06 – 09)
<b>Hifas estípíte**</b>	---	06.0 (04 – 12)	---	06.0 (04 – 12)	---	06.0 (03 – 09)
<b>Hifas píleo</b>	---	05.0 (04 – 08)	---	07.0 (05 – 15)	---	07.0 (05 – 10)

\*Mediana (Mínimo - Máximo)  $\mu\text{m}$

\*\* Diámetro  $\mu\text{m}$

### ***Boletinelus rompelii* (MICG-1571, MICG 2712)**

Las esporas se observaron subglobosas a ligeramente elipsoides, lisas, miden en promedio 7-10 $\mu\text{m}$  x 6-8 $\mu\text{m}$ , con un coeficiente Q de 1.10 – 1.23, de color café-ámbar en Rojo Congo, no amiloideas, con paredes delgadas y generalmente con una gran vacuola central. Los basidios son largos y angostos, con forma predominantemente de mazo o clavados, de 22-45 $\mu\text{m}$  x 7-10 $\mu\text{m}$  tetraspóricos y ocasionalmente bispóricos; presentaron esterigmas bastante largos, de hasta 10 $\mu\text{m}$ , y resultaron no amiloideos con reactivo de Melzer. Los cistidios fueron escasos y con pared delgada y superficie lisa, de 17-20 $\mu\text{m}$  x 3-4 $\mu\text{m}$ , no amiloideos (Cuadro 4).

Las hifas de la cutícula del píleo son erectas, lisas, sin incrustaciones, con fíbulas. Las hifas del estípíte (*estipipellis*) se observan con escasas y aparentes incrustaciones (difícil observar en el microscopio óptico simple), en la parte basal de las mismas. Se observan septos y fíbulas notorias (Anexo 3, figura 3).

**Cuadro 4. Dimensiones ( $\mu\text{m}$ ) de esporas, basidios, cistidios e hifas cuticulares de dos especímenes identificados como *Boletinelus rompelii* recolectados en El Roble, zona 11, Guatemala en los años 2005 y 2007.**

<i>Boletinelus rompelii</i> ER 1 MICG-1571		<i>Boletinelus rompelii</i> ER 2 MICG-2712	
Largo	Ancho	Largo	Ancho

<b>Esporas*</b>	08.0 (07 – 09)	07.0(07 – 09)	08.0 (07 – 10)	07.0 (06 – 08)
<b>Basidios</b>	28.0 (21 – 35)	09.5 (08 – 12)	31.0 (22 – 45)	09.5 (07 – 10)
<b>Cistidios</b>	18.0 (17 – 20)	03.5 (03 – 04)	18.0 (17 – 20)	03.5 (03 – 04)
<b>Hifas estípíte**</b>	---	05.0 (04 – 06)	---	05.0 (04 – 06)
<b>Hifas píleo</b>	---	07.0 (04 – 10)	---	06.0 (05 – 10)

\*Mediana (Mínimo-Máximo)  $\mu\text{m}$   
\*\*Diámetro

### ***Phlebopus* sp nov 1 (MICG-1570)**

Se analizaron varios cuerpos fructíferos pertenecientes a *Phlebopus* sp nov 1, MICG- 1570, los cuales presentaron esporas subglobosas de 6-8 $\mu\text{m}$  x 6-8 $\mu\text{m}$ , con un coeficiente Q de 1.10, de color café-rojizo con Rojo Congo, lisas, con pared delgada y vacuola central, no amiloideas al aplicar reactivo de Melzer. Los basidios son clavados, tetraspóricos y ocasionalmente bispóricos, de 27-39 $\mu\text{m}$  x 8-12 $\mu\text{m}$  y son inamiloides. No se observaron cistidios, tanto en la parte tubular como en los poros a pesar del tamaño de los mismos. Las hifas del píleo (*píleipellis*) se organizan en un ixotricoderma, lisas, sin incrustaciones y con fíbulas. Las hifas del estípíte (*estípípellis*) también son lisas y con fíbulas (Anexo 3, figura 4). En el cuadro 5, se observa que el ejemplar MICG-1570, recolectado en las cercanías del Aeropuerto La Aurora, zona 13 de la Ciudad de Guatemala, presentan morfología y tamaño de sus microestructuras diferentes a las especies recolectadas en la USAC, MICG-2661, MICG-2664 y MICG-2665.

### ***Phlebopus* sp nov 2 (MICG-2661, MICG-2664, MICG-2665)**

Los ejemplares fueron recolectados en la USAC, zona 12, Ciudad de Guatemala. Las esporas se observaron ligeramente elipsoides, lisas con pared delgada, con una vacuola central, en promedio midieron 8-9 $\mu\text{m}$  x 7 $\mu\text{m}$ , con un coeficiente Q de 1.17 – 1.28, al agregar reactivo de Melzer resultaron no amiloideas, al aplicar Rojo Congo se observan de color rojo-naranja. Los basidios son clavados, tetraspóricos y ocasionalmente bispóricos, con vacuolas en su interior, miden de 20-30 $\mu\text{m}$  x 8-11 $\mu\text{m}$  en promedio y resultaron no amiloideos. No se observaron cistidios. Las hifas del píleo y del estípíte son lisas, sin incrustaciones, bifurcadas y ambas presentan fíbulas.

En el cuadro 5 se observa que los ejemplares MICG-2664 y MICG-2665, recolectados en la USAC, presentan esporas, basidios e hifas cuticulares con los mismos rangos de tamaño y morfología entre sí; el ejemplar MICG-2661, también de la USAC, presentó diferencias en las medidas microscópicas, especialmente en cuanto a la dimensión de las esporas.

**Cuadro5. Dimensiones ( $\mu\text{m}$ ) de esporas, basidios, cistidios e hifas cuticulares de especímenes identificados como *Phlebopus spp* recolectados en zona 12 y zona 13 Guatemala.**

\*Mediana (Mínimo - Máximo)  $\mu\text{m}$

	<i>Phlebopus 1</i>		<i>Phlebopus sp2</i>		<i>Phlebopus sp2</i>		<i>Phlebopus sp2</i>	
	Aeropuerto		USAC		USAC		USAC	
	MICG-1570		MICG-2661		MICG-2664		MICG-2665	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho
<b>Esporas*</b>	08.0 (06– 08)	07.0 (06– 08)	06.0 (05– 07)	05.0 (04– 05)	08.0(07– 09)	07.0 (06 – 08)	09.0(08– 10)	07.0 (06– 07)
<b>Basidios</b>	31.5(27–39)	10.0 (08–12)	27.0(20–30)	09.5 (08– 11)	29.5 (25 – 36)	09.0 (08 – 10)	29.0(24 – 34)	09.0 (08 –10)
<b>Hifas</b>	---	12.0(08 – 18)	---	05.0 (03– 07)	---	10.0(05–15)	---	11.0 (08–10)
<b>estípíte**</b>								
<b>Hifas píleo</b>	---	08.0 (06–12)	---	06.5(05– 09)	---	06.0 (04 – 08)	---	05.5 (05 – 08)

\*\* Diámetro  $\mu\text{m}$

### ***Boletellus sp* (MICG-2448)**

La muestra MICG-2448 identificada inicialmente como *Boletellus sp* corresponde al género *Boletus* por la forma de sus esporas. Al análisis microscópico las esporas se observaron cilíndricas, de 10-12 $\mu\text{m}$  x 4-5 $\mu\text{m}$ , con un coeficiente Q de 2.44, con superficie lisa, no rugulosa ni con estriaciones, algunas vacuoladas, no amiloideas, de color rosa-naranja en Rojo Congo. Los basidios son clavados, pequeños, de 18-27 $\mu\text{m}$  x 6-8 $\mu\text{m}$ , mayoritariamente bispóricos y ocasionalmente tetraspóricos; al aplicar reactivo de Melzer resultaron no amiloideos. Los cistidios son fusoides, lisos, de 24-34 $\mu\text{m}$  x 6-8 $\mu\text{m}$ , no amiloideos (Cuadro 6). Las hifas de la cutícula del píleo y del estípíte son lisas, sin incrustaciones, rectas, con septos y fíbulas (Anexo 3, figura 5).

**Cuadro6. Dimensiones ( $\mu\text{m}$ ) de esporas, basidios, cistidios e hifas cuticulares de un espécimen identificado como *Boletellus* sp recolectado en el área de Muxbal, Santa Catarina Pinula, Guatemala, en 2005.**

<i>Boletellus</i> sp MICG-2448		
	Largo	Ancho
<b>Esporas*</b>	11.0 (10 – 12)	04.0 (04 – 05)
<b>Basidios</b>	25.0 (18 – 27)	07.0 (06 – 08)
<b>Cistidios</b>	28.0 (24 – 34)	07.0 (06 – 08)
<b>Hifas estípites**</b>	---	07.0 (06 – 11)
<b>Hifas píceo</b>	---	04.5 (03 – 05)

\*Mediana (Mínimo-Máximo) $\mu\text{m}$   
 \*\* Diámetro  $\mu\text{m}$

### ***Boletus* aff *quercophilus* (MICG-2443)**

Las esporas se observaron cilíndricas, vacuoladas, no amiloideas, de 9-13 $\mu\text{m}$  x 3-5 $\mu\text{m}$ , con un coeficiente Q de 2.89. Los basidios son clavado-fusoides, con base alargada, de 29-40 $\mu\text{m}$  x 6-10 $\mu\text{m}$ , con 2 a 4 esterigmas de 4 $\mu\text{m}$  de largo, algunos presentaron incrustaciones, con reacción inamiloide al aplicar reactivo de Melzer. Los cistidios son lisos, delgados e inamiloideos, de 36-42 $\mu\text{m}$  x 3-6 $\mu\text{m}$ , ampuliformes. Las hifas del píleo (*pileipellis*) son lisas, rectas, sin fíbulas; las hifas del estípites son bifurcadas, con escasas incrustaciones, sin fíbulas.

En el cuadro 7 se observan los resultados de las mediciones de las estructuras descritas anteriormente.

**Cuadro 7. Dimensiones de esporas, basidios, cistidios e hifas cuticulares ( $\mu\text{m}$ ) de un espécimen identificado como *Boletus aff quercophilus* recolectado en Chichicastenango, El Quiché, Guatemala en el año 2008.**

<i>Boletus aff quercophilus</i> MICG-2443		
	Largo	Ancho
<b>Esporas*</b>	12.0 (09 – 13)	04.0 (03 – 05)
<b>Basidios</b>	34.0 (29 – 40)	09.0 (06 – 10)
<b>Cistidios</b>	41.0 (36 – 42)	04.0 (03 – 06)
<b>Hifas estípite**</b>	---	04.0 (04 – 05)
<b>Hifas píleo</b>	---	06.0 (04 – 08)

\*Mediana (Mínimo - Máximo) $\mu\text{m}$   
 \*\* Diámetro  $\mu\text{m}$

### ***Gyrodon lividus* (MICG-1570)**

Las esporas se observaron elipsoides, vacuoladas, de 6-7 $\mu\text{m}$  x 4-5 $\mu\text{m}$ , con un coeficiente Q de 1.56, al aplicar reactivo de Melzer son inamiloides; los basidios son claviformes, presentan entre 2 y 4 esporas con esterigmas de 2-6 $\mu\text{m}$  de largo, midieron en promedio de 26-35 $\mu\text{m}$  x 6-9 $\mu\text{m}$ , y resultaron inamiloides con reactivo de Melzer. Los cistidios son cilíndricos, alargados, lisos, de 50-52 $\mu\text{m}$  x 6-7 $\mu\text{m}$ , e inamiloides. Las hifas de la cutícula del píleo (*pileipellis*) son lisas, erectas y alargadas (en ixotricoderma) se observan algunas bifurcadas y con fíbulas. Las hifas del estípite se agrupan apretadamente, con hifas erectas, lisas y con fíbulas.

El cuadro 8 presenta los resultados de las mediciones de las estructuras descritas anteriormente.

**Cuadro 8. Dimensiones ( $\mu\text{m}$ ) de esporas, basidios, cistidios e hifas cuticulares de especímenes identificados como *Gyrodon lividus* recolectados en el área de Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango, Guatemala en el año 2000.**

<i>Gyrodon lividus</i> MICG-1570		
	Largo	Ancho
<b>Esporas*</b>	07.0 (06 – 07)	04.0 (04 – 05)
<b>Basidios</b>	29.0 (26 – 35)	07.0 (06 – 09)
<b>Cistidios</b>	51.0 (50 – 52)	06.0 (06 – 07)
<b>Hifas estípites**</b>	---	08.5 (05 – 12)
<b>Hifas píleo</b>	---	08.0 (05 – 10)

\*Mediana (Mínimo - Máximo) $\mu\text{m}$   
 \*\* Diámetro  $\mu\text{m}$

### ***Gyrodon monticola* (MICG-1572)**

Las esporas del espécimen son elipsoides, de 5-6 $\mu\text{m}$  x 4-5 $\mu\text{m}$ , con un coeficiente Q de 1.40, no amiloideas, los basidios son pequeños, con forma de maza, lisos, vacíos, miden en promedio de 22-27 $\mu\text{m}$  x 8-9 $\mu\text{m}$ , son inamiloides y presentan cuatro esterigmas. No se encontraron cistidios en los poros y tubos. Las hifas de la cutícula del píleo miden de 5-8 $\mu\text{m}$  de grosor, son lisas, sin incrustaciones, septadas y sin fíbulas. Estas se encuentran dispuestas en forma de tricoderma. Las hifas del pie son muy semejantes a las del píleo. En el cuadro 9 se muestran los resultados de las mediciones de las esporas, basidios e hifas cuticulares.

**Cuadro 9. Dimensiones ( $\mu\text{m}$ ) de esporas, basidios, cistidios e hifas cuticulares de un espécimen identificado como *Gyrodon monticola* recolectado en Uspantán, Quiché, Guatemala, en el año 2003.**

<i>Gyrodon aff monticola</i> MICG-1572		
	Largo	Ancho
<b>Esporas*</b>	06.0 (05 – 06)	04.0 (04 – 05)
<b>Basidios</b>	22.0 (22 – 27)	08.0 (08 – 09)
<b>Hifas estípites**</b>	---	07.0 (05 – 09)
<b>Hifas píleo</b>	---	06.0 (05 – 08)

\*Mediana (Mínimo - Máximo) $\mu\text{m}$   
 \*\* Diámetro  $\mu\text{m}$

En el cuadro 10 se presenta una comparación entre las microestructuras analizadas (esporas, basidios, cistidios e hifas cuticulares) de *Gyrodon lividus* y



*Gyrodon monticola*, recolectados en Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango, y Uspantán, Quiché, respectivamente, en donde se pueden observar las diferencias entre ambas especies, principalmente en cuanto al tamaño de esporas y basidios así como la presencia de cistidios únicamente en *G. lividus*.

**Cuadro 10. Comparación microscópica entre los ejemplares analizados de *Gyrodon lividus* y *Gyrodon monticola* recolectados en Guatemala junto a árboles de *Alnus jorullensis*.**

	<i>Gyrodon lividus</i> MICG-1570		<i>Gyrodon monticola</i> MICG-1572	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho
<b>Esporas*</b>	07.0 (06 – 07)	04.0 (04 – 05)	06.0 (05 – 06)	04.0 (04 – 05)
<b>Basidios</b>	29.0 (26 – 35)	07.0 (06 – 09)	22.0 (22 – 27)	08.0 (08 – 09)
<b>Cistidios</b>	51.0 (50 – 52)	06.0 (06 – 07)	---	---
<b>Hifas péleo**</b>	---	08.5 (05 – 12)	---	07.0 (05 – 09)
<b>Hifas estípite</b>	---	08.0 (05 – 10)	---	06.0 (05 – 08)

\*Mediana (Mínimo - Máximo)µm

\*\* Diámetro µm

## VIII. Discusión

El análisis taxonómico realizado a los 16 ejemplares del Orden Boletales recolectados en Guatemala, consistió en la descripción morfométrica de sus estructuras microscópicas a través de la observación y medición de 20 repeticiones de cada estructura. Se consideró la mediana y rangos (mínimo y máximo) como las mejores medidas estadísticas debido a la distribución que mostraron los datos; por esta razón no se calcularon intervalos de confianza

Se determinó que los 3 ejemplares identificados inicialmente como *Boletus aff ornatipes*, no corresponden a esta especie ya que presenta características diferentes a las que se encuentran descritas en las claves taxonómicas empleadas (Smith & Thiers, 1971; Bessette & Roody, 2000; Ortiz, *et al*, 2007; Kobold, 2000; Halling & Mueller, 2005). Los ejemplares guatemaltecos estudiados presentan estípites lisos, por lo que la identificación con *B. ornatipes* es incorrecta, pues éste presenta pie reticulado (Smith & Thiers, 1971; Bessette & Roody, 2000). Al analizar el aspecto microscópico, se encontró que las esporas de las muestras guatemaltecas son un poco más pequeñas,  $(9)10(11) \times 5 \mu\text{m}$ , respecto a *B. ornatipes* que presenta esporas de  $9-13 \times 3-4 \mu\text{m}$  (Smith & Thiers, 1971), e incluso son aún más pequeñas que las de otra especie muy similar en Norteamérica, *Boletus pseudosulphureus*, que miden  $10-16 \times 4-6 \mu\text{m}$  (Bessette & Roody, 2000). A pesar de las diferencias en tamaño, la morfología es similar: las esporas son oblongas, lisas, no amiloideas, con paredes ligeramente gruesas de color naranja pálido con reactivo de Melzer, además de presentar pleurocistidios y queilocistidios de base ventricosa y cuello terminal cilíndrico, pared delgada, superficie lisa, abundantes y de gran tamaño. En las muestras guatemaltecas, los cistidios miden  $(46)62(73) \times (9)10(12) \mu\text{m}$ , dimensión mayor a la reportada para las anteriores especies. Los basidios también presentaron entre dos y cuatro esterigmas y por tanto 2-4 esporas (Smith & Thiers, 1971; Bessette & Roody, 2000; Kobold, 2000), pero resultan ligeramente más largos y anchos que *B. ornatipes*. Se realizó una comparación con otras especies similares a *B. ornatipes* en base a las diferencias observadas, especialmente por su color

amarillo intenso, píleo tomentoso, himenio blanquecino y hábitat (bosque de latifoliadas): *Boletus aureissimus*, *Boletus auripes* y *Boletus retipes*. Macroscópicamente son muy similares, aunque éstos presentan estípites reticulados y no se tiñen de azul al ser frotados o al ser cortado el contexto. Microscópicamente las esporas de estos ejemplares norteamericanos son más grandes y con morfología diferente, con basidios más grandes y cistidios más pequeños (Ortiz, *et al.*, 2007; Binder & Bresinsky, 2002). También se comparó con otra especie similar: *Boletus lychnipes* (Halling & Mueller, 1999 y 2005), sin embargo, macroscópicamente éste presenta un píleo café-cocoa a café-canela y estípites reticulados, a diferencia de los ejemplares guatemaltecos que presentan píleo amarillo y estípites lisos; microscópicamente las esporas de *B. lychnipes* son mayores. Por lo anterior, se considera que los ejemplares identificados como *Boletus aff ornatipes*, del sistema montañoso Alux, constituyen una especie distinta, cuya descripción no ha sido publicada en ningún libro o revista de micología con referencia al género *Boletus* en el continente americano. Los estudios moleculares del orden Boletales hacen ver que cada continente posee sus propias especies (Binder & Hibbet, 2006) y que solo algunas tienen una distribución compartida, principalmente en la región geográfica conocida como Eurasia, por lo que es difícil que esta misma especie de *Boletus* se encuentre en Europa; sin embargo sería recomendable revisar referencias a nivel mundial para corroborar este dato. También sería conveniente realizar comparaciones con los holotipos correspondientes de las especies más cercanas a la estudiada para verificar su identidad.

Los ejemplares identificados como *Boletus variipes* var *fagicola* presentan características casi idénticas a las descripciones de EEUU (Smith & Thiers, 1971), Belice (Ortiz, *et al.*, 2007) y Costa Rica (Dentinger, *et al.*, 2010). Los ejemplares guatemaltecos estudiados presentan mucha similitud macroscópica con lo descrito por Smith y Thiers (1971), sin embargo uno de los ejemplares (Santa Rosa) adquiere una notoria coloración púrpura en el píleo al ser presionado y los poros se tornan café-rojizo al dañarse. Al analizar las características microscópicas, se encontró que los ejemplares presentan esporas de menor tamaño respecto a las de la variedad *sensu stricto*, aunque

la morfología y el tamaño de las demás microestructuras es similar a lo reportado en la literatura (Smith & Thiers, 1971), concordando también en la ausencia o rareza de cistidios. Los ejemplares de El Roble, provenientes de un rodal puro de *Quercus peduncularis* del barranco de Las Charcas (Ciudad de Guatemala), muestra total concordancia con lo reportado por Smith y Thiers (1971) para *B. variipes* var *fagicola*. Debido a que los ejemplares guatemaltecos son macroscópicamente similares pero con diferencias en el tamaño de sus esporas, la intensidad de la coloración purpúrea del carpóforo y presencia de hifas con incrustaciones en el pileipellis de los ejemplares de Santa Rosa (hacia el sur del país), se sugiere que en Guatemala es posible encontrar dos tipos diferentes de *B. variipes* var *fagicola*, tal como ha sido reportado por Dentinger, *et al.* (2010) quienes analizaron cuerpos fructíferos de Carolina del Norte (EEUU) y de Costa Rica mediante análisis moleculares y de taxonomía clásica, proponiendo que *B. variipes* var *fagicola* debe ser considerado una nueva especie y no una variedad y que los ejemplares que crecen en Norteamérica y Costa Rica deberían reconocerse como especies separadas, a pesar de su enorme similitud macroscópica. Al ser Guatemala un sitio con una historia geológica más antigua y con mayor predominancia de encinos y pinos locales (Graham, 2006), la probabilidad de endemismo es mayor en Guatemala que Costa Rica.

Los ejemplares guatemaltecos identificados como afines a *Boletinellus rompelii*, macroscópicamente presentan características muy similares a las de esta especie, principalmente la coloración rojo intensa (rojo Pompeya) del estípite. Al analizarlo microscópicamente, aunque las esporas presentan morfología similar son de diferente tamaño, siendo más anchas en los ejemplares guatemaltecos; los basidios presentan rangos de tamaño bastante amplios, (21)32-35 x (8)10(12)  $\mu\text{m}$  y (22)30(45) x (7)10  $\mu\text{m}$ , los cuales difieren a los encontrados por Putzke, *et al.* (1994), de 30-40 x 9.5-10  $\mu\text{m}$ ; éstos presentan cuatro y ocasionalmente dos esterigmas bastante largos (hasta 10  $\mu\text{m}$ ), lo que llama la atención respecto a otros boletales, cuyos esterigmas alcanzan una longitud promedio de 4-5  $\mu\text{m}$ . Los cistidios son escasos, con morfología y tamaño similares a los reportados. Se realizó una comparación de las

mediciones de los ejemplares guatemaltecos con las mediciones reportadas en la literatura para *Boletinus merulioides* de Norteamérica, ya que son especies bastante similares, sin embargo, *B. merulioides* crece en aparente asociación con *Fraxinus*, mientras que los ejemplares guatemaltecos recolectados crecían en bosque de *Quercus peduncularis* exclusivamente. Macroscópicamente difieren en el color del estípote, pues los ejemplares locales presentan color rojo intenso desde la base hacia parte del himenio, lo que no sucede con *B. merulioides*. Microscópicamente presenta diferencias en la dimensión y forma de cistidios, basidios y esporas (Smith & Thiers, 1970). También se compararon con las descripciones de *Phlebopus tropicus*, *P. beniensis*, *P. bruchii* y *P. braunii*, debido a su parecido y a que están clasificados molecularmente en el mismo suborden, Sclerodermatineae (Binder & Bresinsky, 2002; Binder & Hibbet, 2006, Miller, *et al.*, 2000; Ortiz & Both, 2011; Capello, Baroni & Cifuentes, 2009), sin embargo no se encontró concordancia entre el ejemplar guatemalteco y las especies arriba mencionadas.

Hasta la fecha, *B. rompellii* no había sido reportado para Guatemala y aunque presenta diferencias microscópicas, principalmente en cuanto a esporas, según los reportes de la literatura de EEUU y Brasil, no se puede descartar por completo que estos ejemplares pertenezcan a esta especie puesto que sus características macroscópicas son bastante determinantes para la determinación de la especie. El análisis molecular será una herramienta necesaria para concluir si existen subespecies dentro de esta especie, tal como sucede en complejos de especies como *Amanita caesarea*, *Lactarius deliciosus*, *Cantharellus cibarius* y *Tricholoma caligatum* entre otros (Metzler, Metzler & Miller, 1992; Halling & Mueller, 2005; Bessette, Harris & Bessette, 2009; Kuo, 2010).

Los ejemplares clasificados como *Phlebopus* sp nov 1 y *Phlebopus* sp nov 2 presentan algunas características macroscópicas propias del género, sin embargo microscópicamente muestran diferencias. Se compararon las mediciones de los ejemplares recolectados en las cercanías del Aeropuerto La Aurora, junto a árboles de *Fraxinus*, con *P. bruchii* de Argentina (Deschamps,

2002), sin embargo presenta muchas diferencias macroscópicas así como para otras especies del género (*P. beniensis*, *P. tropicus*, *P. braunii*, *P. portentosus*) reportadas para México (Guzmán, Castillo, Gándara & Transversin, 2007), Sudamérica (Neves & Capelari, 2007; Ortiz, & Both, 2011; Miller, *et al.*, 2000; Putzke, *et al.*, 1994), África y Australia (Baxter, 1998; Binder & Hibbett, 2006; Watling, 2001), donde han sido más frecuentemente encontrados. Microscópicamente, este ejemplar es parecido a *P. bruchii*, reportado únicamente en Argentina (Deschamps, 2002), pero éste es mucho más pequeño que los ejemplares guatemaltecos; y aunque la morfología de las esporas es igual, el tamaño de éstas y el de los basidios es ligeramente mayor al reportado para la especie sudamericana. También se compararon los esporocarpos con ejemplares de *B. rompelii*, con los que muestran cierto parecido; sin embargo, los píleos de los ejemplares guatemaltecos llegan a ser mucho más grandes (hasta 40 cm de diámetro), su estípite no es completamente rojo intenso y el contexto permanece de color rojo una vez expuesto al aire, lo que no sucede con *B. rompelii*. Debido a que estos ejemplares no concuerdan con las especies conocidas a la fecha de *Phlebopusni* con el género *Boletinellus*, y tomando en cuenta las diferencias de vegetación y barreras geográficas, los ejemplares guatemaltecos recolectados cerca de La Aurora podrían tratarse de una nueva especie para la ciencia por su singularidad; sin embargo para poder confirmarlo de una manera más certera y completa, es conveniente realizar análisis moleculares de los mismos.

De los tres ejemplares recolectados en el campus de la USAC (los carpóforos son cada vez más frecuentes y grandes en el sitio de recolección) dos de ellos se asemejan macroscópicamente en forma, coloración del carpóforo y del contexto con *P. braunii*, el cual ha sido reportado en Argentina, Brasil y Bolivia (Putzke, *et al.*, 1994), pero difieren notoriamente en cuanto a la dimensión de las microestructuras, las cuales concuerdan con lo reportado para *P. tropicus*, de Brasil (Putzke, *et al.*, 1994). Sin embargo, los ejemplares guatemaltecos analizados no presentan cistidios, los cuales sí se reportan para *P. tropicus* y *P. braunii*.

El ejemplar MICG 2661, asemeja a *P. beniensis* en las dimensiones de esporas, basidios y ausencia de cistidios, que concuerdan con lo reportado por

Miller, *et al.* (2000). *P. beniensis* ha sido encontrado en México (Cappello, *et al.*, 2009; Bandala, Montoya y Jarvio, 2004; Guzmán, *et al.*, 2007; Conabio, 2008; Rodríguez & Moreno, 2010), Brasil (Neves & Capelari, 2007), Bolivia (Miller, *et al.*, 2000; Ortiz, 2011) y Puerto Rico (Miller, *et al.*, 2000), por lo que podría tratarse de una especie que ha logrado dispersarse más allá de América Central desde Suramérica.

La ausencia de cistidios en los ejemplares guatemaltecos indica que posiblemente se trata de especies nuevas para el género *Phlebopus*, pero conviene analizarlas molecularmente para confirmar su posición filogenética y origen. A la fecha, los estudios sobre *Phlebopus* a nivel mundial son muy escasos (Deschamps, 2002; Bandala, *et al.*, 2004; Baxter, 1998; Binder & Hibbett, 2006; Cappello, *et al.*, 2009; Conabio, 2008; Guzmán, *et al.*, 2007; Miller, *et al.*, 2000; Neves & Capelari, 2007; Ortiz & Both, 2011; Putzke, *et al.*, 1994; Rodríguez & Moreno, 2010; Watling, 2001) y las condiciones ecológicas y geográficas de los lugares de recolecta deben ser tomados en consideración para los estudios taxonómicos. Binder y Hibbett (2006) encontraron en análisis moleculares que *B. merulioides* (EEUU) y *P. portentosus* (Australia, Asia y México) forman un mismo clado, aunque reconocen que se trata de especies diferentes, lo que concuerda con su parecido macro y microscópico. Esta particularidad es compartida por Watling (2001) y Cappello *et al.*, (2009) y puede explicar el enorme parecido de los *Phlebopus* guatemaltecos con *Boletellus*.

El ejemplar guatemalteco identificado inicialmente como *Boletellus* sp presenta características macroscópicas que concuerdan con dicho género, principalmente el píleo escamoso característico que se observa en *B. ananas* ≈ *B. coccineus* (Flores y Simonini, 2000; Bessette & Roody, 2000); sin embargo al analizarlo microscópicamente se observó que las esporas son lisas y no presentan estriaciones u ondulaciones en su longitud, que es la característica principal para la identificación de este género; además, las esporas, basidios y cistidios son de menor tamaño que las de *B. ananas* en Guatemala, según lo reportado por Flores y Simonini (2000) y para otros *Boletellus* de Norteamérica (Bessette & Roody, 2000; Smith & Thiers, 1974) y Suramérica (Fulgenzi, Mayor, Henkel & Halling, 2008). Por lo tanto, basándose principalmente en las

características microscópicas del ejemplar y especialmente la presencia de esporas lisas se puede afirmar que este ejemplar no corresponde a *Boletellussino* a *Boletus*. La determinación de la especie no puede concretarse por el momento debido a que sus características macro y microscópicas no concuerdan con ninguna especie conocida y tampoco puede reportarse como especie nueva ya que es necesario poseer más recolectas para verificar la similitud entre las estructuras taxonómicas específicas. Lo conveniente será realizar un análisis molecular para determinar su posición filogenética y grupo de especies afines.

En cuanto al espécimen identificado como *Boletus affquercophilus*, de Chichicastenango, se ha determinado que no coincide con *B. quercophilus* de Costa Rica, pues el ejemplar local se mancha de café al contacto o a la presión en el píleo y estípite, y de rosa-naranja en el himenio, mientras que *B. quercophilus* no presenta cambio en la coloración de los tejidos al exponerse o lastimarse (Halling & Mueller, 1999 y 2005). Además, aunque el ejemplar guatemalteco presenta esporas similares, los basidios son más grandes y los cistidios más pequeños; las hifas son septadas y con incrustaciones, por lo que microscópicamente tampoco concuerda con lo reportado para la especie descrita en Costa Rica. Se compararon los resultados de este ejemplar con *B. reticulatus* y *B. aereus* (Bessette & Roody, 2000), de origen europeo, que son especies muy cercanas y similares entre sí, encontrándose diferencias macro y microscópicas, especialmente en el tamaño de las esporas. También se comparó con *B. variipes* var *fagicola*, una especie americana de la misma Sección (Kobold, 2000; Halling & Mueller, 1999 y 2005), cuyas microestructuras resultaron muy similares, pero notoriamente diferentes a nivel macroscópico. En vista a estas diferencias y a pesar de que asemejan mucho a simple vista, se concluye que el ejemplar guatemalteco no corresponde con *B. quercophilus* y corresponde a otra especie de *Boletus* sección *Boletus* y debe ser considerado como otra especie de esa sección. Conviene además recolectar más ejemplares de la zona para hacer una descripción más completa de la especie y poder determinar el taxón al que pertenece.



El ejemplar identificado como *Gyrodon lividus*, se caracteriza por crecer asociado micorrícicamente con *Alnus jorullensis* en algunos bosques del altiplano guatemalteco. Macroscópicamente el ejemplar local muestra algunas diferencias: presenta coloración café-violácea en el píleo y en el contexto al tacto o al corte al exponer el contexto al aire. Galli (1998) indica que en ejemplares europeos la coloración del contexto cambia de amarillo a azul pálido al corte, situación muy distinta a la observada en estos ejemplares guatemaltecos.

En el ejemplar estudiado (MICG-1570), los tubos miden de 2.5-3.0 mm de largo, mientras que en Europa llegan hasta 5-6 mm (Pilat & Dermek, 1974); además se tornan azul-negruzcos con el tacto, coincidentemente con lo reportado por Galli (1998). Al comparar el ejemplar guatemalteco con reportes de Bessette y Roody (2000) en EEUU, se observa que las características del píleo, contexto y poros asemejan más con estos ejemplares que con los europeos. Microscópicamente, el ejemplar guatemalteco, presenta esporas elipsoides, vacuoladas, de tamaño similar a *G. lividus*; basidios tetraspóricos y algunos bispóricos, cistidios cilíndricos e hifas septadas con fíbulas, lo que concuerda con lo reportado por Foiera, Lazzarini, Snabl y Tani (1993) para esa especie en Europa y con Bessette y Roody (2000) para Norteamérica. Se compararon los resultados con lo reportado para *Gyrodon proximus* (Bessette & Roody, 2000), encontrándose que dicha especie no cambia de color al ser cortado y expuesto el contexto; además, las esporas son de mayor tamaño. Por los resultados microscópicos obtenidos y comparados, el espécimen local MICG-1570 asemeja más a *G. lividus* de Estados Unidos que a la misma especie en Europea. Estas diferencias comparativas intra-específicas a nivel de continentes, corrobora los hallazgos de distintos investigadores sobre la separación y diversificación de especies similares macroscópicamente entre Europa y Norteamérica (Nuytinck, 2007; Binder & Hibbet, 2006; Ortiz, *et al*, 2007). Sin embargo, para una mejor definición de la identidad de este género en Guatemala, es conveniente realizar un análisis molecular para determinar su filogenia y status como especie.

El ejemplar identificado como *Gyrodon affmonticola*, macroscópicamente presenta discordancias con lo descrito por Singer, *et al.* (1983), Kobold (2000) y Halling y Mueller (2005), principalmente en cuanto a los colores del cuerpo fructífero al ser lastimado o presionado. A nivel microscópico, las esporas y basidios son notoriamente más pequeños, las hifas del píleo resultan más anchas, no presentan fibulas y carecen de cistidios (no se observaron o son muy escasos). Halling y Mueller (2005) concuerdan con Singer (1983) en que *G. monticola* posee queilocistidios, al menos en el caso de Costa Rica. Se compararon los resultados encontrados en este estudio con los de *G. lividus*, encontrando gran similitud entre esporas y basidios, pero la muestra guatemalteca no muestra cistidios, los cuales son abundantes en *G. lividus* (Foiera *et al.*, 1993). También se compararon los resultados con otras especies de *Gyrodon* (*G. exiguus* y *G. proximus*), con las que también se observaron diferencias a nivel macroscópico y microscópico, razón por la que se puede afirmar que el ejemplar guatemalteco no corresponde con ninguna de estas especies y debe continuarse con más estudios para determinar la especie a la que pertenece. Por otro lado, es necesario proseguir con recolectas de la especie para profundizar en su conocimiento. Además los bosques de *Alnus* en Guatemala han sido muy poco estudiados en cuanto a su diversidad fúngica por lo que se pudo observar en la base de datos de la Micoteca MICG. En Guatemala existen otras micotecas: Micoteca del Herbario BIGU y Micoteca de la Universidad del Valle de Guatemala (CONAP, 2005), sin embargo no cuentan con bases de datos digitales por lo que no se tienen más datos que los encontrados en la Micoteca MICG.

## IX. Conclusiones

1. Los ejemplares clasificados inicialmente como *Boletus aff ornatipes*, *Boletellus sp*, *Boletus aff quercophilus* y *Gyrodon aff monticola* no corresponden a estos taxones.
2. Los ejemplares identificados como afines a *Boletus variipes varfagicola*, sí corresponden con dicho taxón.
3. Los ejemplares clasificados como *Boletinellus rompelii* corresponden a dicha especie y constituye el primer reporte para Guatemala.
4. El ejemplar identificado como *Boletellus sp.* corresponde al género *Boletus* por la forma de sus esporas.
5. Los ejemplares identificados como *Phlebopus spp* sí corresponden a este género, siendo la primera vez que se registra el género para Guatemala y Centroamérica.
6. Se comprobó que el género *Gyrodon* existe en Guatemala y se confirmó taxonómicamente la especie *G. lividus*.

## X. Recomendaciones

- Recolectar y analizar más ejemplares de las especies estudiadas en esta investigación para ampliar la cantidad de datos obtenidos de los mismos.
- Realizar más estudios taxonómicos sobre macrohongos en Guatemala pues el país posee una diversidad que ha sido muy poco estudiada y porque muchas especies se ven amenazadas por el avance de la frontera agrícola y la deforestación.
- Crear claves taxonómicas específicas para Guatemala a fin de facilitar la clasificación de ejemplares recolectados en nuestro país.
- Realizar estudios de comparación con el holotipo correspondiente a cada especie para la correcta identificación de los ejemplares analizados.
- Realizar estudios moleculares que corroboren la identidad de los macrohongos depositados en la Micoteca "MICG".
- Buscar vinculación con universidades extranjeras y/o expertos en géneros particulares que colaboren y apoyen con la identificación de los diversos macrohongos de Guatemala.
- Darle nombre temporal a las especies determinadas como nuevas para Guatemala en este estudio.
- Incentivar la publicación de resultados de tesis obtenidos en la Facultad en este tema para que los aportes que se hacen no queden solo en estos documentos.

## XI. REFERENCIAS

- Aguilar, M. (1994). *Estudio de los macromicetos encontrados en la finca "San Luis" departamento de Escuintla. Guatemala*. Tesis de Graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala (Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia), Guatemala.
- Argueta, J. (1983). *Estudio de los macromicetos de la ciudad de Guatemala, Mixco y San Juan Sacatepéquez*. Tesis de Graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala (Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia), Guatemala.
- Bandala, V., Montoya, L., & Jarvio, D. (2004). Two interesting records of Boletes found in coffee plantations in eastern México. *Persoonia*, 18 (3), 365-380.
- Barrios, R. (2007). *Fortalecimiento en el conocimiento taxonómico de Macrohongos tropicales de Guatemala*. Guatemala: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- Basso, M. T. (1999). *Manuale di Microscopia dei Funghi* (Vol. 7). Libreria Mykoflora Alassio Fungi Europaei.
- Baxter, A. (1988). *A large Bolete from South Africa*. National Collection of Fungi, Mycology Unit Plant Protection Research Institute, Republic of South Africa.
- Beccerra, A., Nouhra, E., Dominguez, G., & McKay, D. (2005). Edomycorrhizas of Cortinarius helodes and Gyrodon monticola with Alnus acuminata from Argentina. *Mycorrhiza*, 7-15.
- Bessette, A., & Roody, W. C. (2000). *North American Boletes: A color guide to the fleshy pored mushrooms*. Nueva York: Syracuse University Press.
- Bessette, A., Harris, D., & Bessette, A. (2009). *Milk Mushrooms of North America*. Nueva York, EEUU: Syracuse University Press.
- Beugelsdijk, D., Linde, S., Zuccarello, G., Bakker, H., Draisma, S., & Noordeloos, M. (2008). A phylogenetic study of Boletus section Boletus in Europe. *Persoonia*, 20, 1-7.
- Binder, M., & Bresinsky, A. (2002). Derivation of a polymorphic lineage of Gasteromycetes from boletoid ancestors. *Mycologia*, 94 (1), 85-98.

- Binder, M., & Hibbet, D. (2006). Molecular systematic and biological diversification of Boletales. *Mycol*, 98 (6), 971-981.
- Boa, E. (2005). *Los hongos silvestres comestibles: Perspectiva global de su uso e importancia para la población* (Vol. XII). Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Bran, M. C., Morales, O., Flores, R., Arriola, H., Rodríguez, E., & Ariza, J. (2001). *Hongos Comestibles de Guatemala: Diversidad, Cultivo y Nomenclatura Vernácula (Fase I)*. Informe técnico final, Universidad San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación. Proyectos de Investigación, Guatemala.
- Bran, M. C., Morales, O., Flores, R., Cáceres, R., Alarcón, D., Rodríguez, E., et al. (2002). *Hongos Comestibles de Guatemala. Diversidad, Cultivo y Nomenclatura Vernácula (Fase II)*. Informe técnico final, Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, Proyectos de Investigación, Guatemala.
- Bran, M. C., Morales, O., Flores, R., Cáceres, R., Meza, N., Arriola, H., et al. (2003). *Hongos Comestibles de Guatemala: Diversidad, Cultivo y Nomenclatura Vernácula (Fase III)*. Informe técnico final, Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, Proyectos de Investigación, Guatemala.
- Buyck, B., Thoen, D., & Watling, R. (1996). Ectomycorrhizal Fungi of the Guinea-Congo Region. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* , 313-333.
- Cantrell, S., Lodge, D. J., & Baroni, T. J. (2001). Basidiomycetes of the Greater Antilles Project. *Mycologist*, 15 (3), 45-60.
- Capello, S., Baroni, T., & Cifuentes, J. (2009). The genus *Phlebopus* (Boletales) in tropical ecosystems in México. *Botanical Society of America* .
- CONABIO. (2008). Catálogo de autoridades taxonómicas de los hongos (Fungi) de México. Base de datos SNIB-CONABIO.
- CONAP (2005). Situación actual de la conservación ex situ de la biodiversidad en Guatemala. Informe Diagnóstico. Doc. Tec. 33 (14-2005).
- Dentinger, B., Ammirati, J., Both, E., Desjardin, D., Halling, R., Henkel, T., et al. (2010). Molecular phylogenetics of porcini mushrooms (*Boletus* section *Boletus*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 57, 1276-1292.

- Deschamps, J. (2002). *Hongos silvestres comestibles del Mercosur con valor gastronómico*. Documento de Trabajo No. 86, Universidad de Belgrano, Departamento de Investigaciones, Argentina.
- Díaz, G., Flores, R., & Honrubia, M. (2009). Descripción de cultivos miceliares de Boletales Neotropicales y Europeos y formación de primordios de *B. edulis* en cultivo puro . *Revista Mexicana de Micología*, 30, 1-7.
- Díaz, G., Flores, R., & Honrubia, M. (2007). *Lactarius indigo* and *L. deliciosus* form mycorrhizae with Eurasian or Neotropical pinus specie. *Sydowia*, 50 (1), 32-45.
- Drehmel, D., James, T., & Vilgalys, R. (2008). Molecular Phylogeny and Biodiversity of the Boletes. *Fungi*, 1, 17-23.
- Flores, *et al.* (1998) Hongos ectomicorrícicos asociados a *Abies guatemalensis*, *Pinus rudis* y *P. ayacahuite* de la Sierra de los Cuchumatanes, Huehuetenango y su aprovechamiento en la producción de planta forestal micorrizada (Fase I): USAC, DIGI, IIQB.
- Flores, R. (2008). *Cantharellus* y *Craterellus* en Guatemala: diversidad y análisis microscópico de siete especies representativas en el país. *Revista Científica de la Facultad de CCQQ y Farmacia*, 4, 36-41.
- Flores, R. (2002). *Hongos micorrícicos de bosques de pino y pinabete*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Dirección General de Investigación.
- Flores, R., & Simonini, G. (2000). Contributo alla conoscenza delle Boletales del Guatemala. *Riv Di Micol*, 2, 121-145.
- Flores, R., Comandini, O., & Rinaldi, A. (2011). A preliminary checklist of macrofungi of Guatemala, with notes on edibility and traditional knowledge. *Mycosphere* , 1-7.
- Flores, R., Díaz, G., & Honrubia, M. (2007). *Lactarius section deliciosi in Guatemala: a clue to understand the puzzle*. *Abstract Book of the 5th International Workshop on Edible Mycorrhizal Mushrooms*. Chuxiong, China.
- Foiera, F., Lazzarini, E., Snabl, M., & Tani, O. (1993). *Funghi Boleti*. Italia: Edagricole.
- Franco, A. E., & Uribe, E. (2000). Hongos Agaricales y Boletales de Colombia. *Biota Colombiana*, 1 (1), 23-45.

- Fulgenzi, T., Mayor, J., Henkell, T., & Halling, R. (2008). New species of *Boletellus* from Guyana. *Mycologia*, 100 (3), 490-495.
- García, J., & Garza, F. (2001). Conocimiento de los hongos de la Familia Boletaceae de México. *Ciencia UANL, IV* (3), 336-344.
- Gómez, L. (1996). Basidiomicetes de Costa Rica (Agaricales, Boletaceae). *Revista Biología Tropical*, 44 (4), 59-89.
- Guzman, G., Castillo-Ayoui, F., Gándara, E., & Transversin, V. (2007). First record of the genus *Phlebopus* (Basidiomycotina, Boletales) in Ecuador. *Mycotaxon*, 99, 217-221.
- Halling, R. (1997). Boletaceae (Agaricales): Latitudinal biodiversity and biological interactions in Costa Rica and Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 111-114.
- Halling, R. E., & Mueller, G. M. (1999). New boletes from Costa Rica. *Mycología*, 91, 893-899.
- Halling, R., & Mueller, G. M. (2005). *Common mushrooms of the Talamanca Mountains, Costa Rica* (Vol. 90). Costa Rica: New York Botanical Garden Press.
- Halling, R., & Ortiz, B. (2009). A revision of *Boletellus* sect. *Ixocephali*. *Mycol Progress*, 8, 237-244.
- Herrera, K. (1991). *Estudio etnomicológico en la región de Chipotón Sacatepéquez*. Tesis de Graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala (Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia), Guatemala.
- Kobold, M. (2000). *Setas de Prados y Bosques*. Madrid, España: Susaeta Ediciones.
- Kropp, B. (2001). Familiar faces in unfamiliar places: mycorrhizal fungi associated with Caribbean pine. *Mycologist*, 15 (3), 137-140.
- Kuo, M. (2010). *100 Edible Mushrooms*. Michigan: University of Michigan Press.
- Logemann, H. (1987). Envenenamiento mortal por hongos en Guatemala. *Mex Micol*, 3, 211-216.
- Maldonado, M. (2010). *Descripción y comparación de las microestructuras de Boletus edulis sensu lato de Guatemala con respecto a las microestructuras de Boletus edulis de Europa*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Guatemala.



- Metzler, S., Metzler, V., & Miller, O. (1992). *Texas Mushrooms*. Texas: University of Texas Press.
- Miller, O. K., Lodge, D. J., & Baroni, T. J. (2000). New and interesting ectomycorrhizal fungi from Puerto Rico, Mona and Guana Islands. *Mycologia*, 92 (3), 558-570.
- Molina, R. (2008). Protecting rare, little known, old-growth forest-associated fungi in the Pacific Northwest USA: A case study in fungal conservation. *Mycological research*, 2, 613-638.
- Morales, O. (2001). *Estudio etnomicológico de la cabecera municipal de Tecpán Guatemala, Chimaltenango*. Tesis de Graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala (Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia), Guatemala.
- Morales, O., Bran, M. C., Cáceres, R., & Flores, R. (2009). Gasteromycetes de Guatemala: especies citadas en el periodo de 1948 a 2008. *Revista Científica de la Facultad de CCQQ y Farmacia*, 5 (1), 27-33.
- Morales, O., Bran, M. C., Cáceres, R., & Flores, R. (2003). Las especies del género *Laccaria* (Agaricales) en Guatemala. *IIQB-USAC Revista Científica*, 16, 89-94.
- Morales, O., Bran, M., Cáceres, R., & Flores, R. (s.f.). Contribución al conocimiento de los hongos comestibles de Guatemala.
- Morales, O., Bran, M., Cáceres, R., & Flores, R. (2002). *Contribución al Conocimiento de los Hongos Comestibles de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Departamento de Microbiología, Escuela de Química Biológica, Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas, Guatemala.
- Moreno, G., García, J., y Zugaza, A. (1986). *La guía de INCAFO de los hongos de la Península Ibérica* (Vol. 2). Cornell University.
- Neves, M. A., & Capelari, M. (2007). A preliminary checklist of Boletales from Brazil and notes on Boletales specimens at the Instituto de Botanica (SP) Herbarium, Sao Paulo, SP, Brazil. *Sitientibus Serie Ciencias Biologica*, 7 (2), 163-169.
- Nuytinck, J., Verbeken, A., Miller, S.L. (2007). Worldwide phylogeny of *Lactarius* section *Deliciosi* inferred from ITS and glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase gene sequences. *Mycologia*, 99 (6): 820-832.

- Ortiz, B., & Both, E. (2011). A preliminary survey of the genus *Buchwaldoboletus*. *Buffalo Society of Natural Sciences*, 40, 1-14.
- Ortiz, B., Lodge, D., Baroni, T., & Both, E. (2007). Boletes from Belize and the Dominican Republic. *Fungal Diversity* (27), 247-416.
- Pérez, E., Esqueda, M., Herrera, T., & Coronado, M. (2006). Nuevos registros de Agaricales de Sonora, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 77, 23-33.
- Pérez, J., Lorenzana, A., Carrasco, V., & Yescas, A. (2010). *Los hongos comestibles del Parque Nacional Iztapopo, Zoquiapan y Anexos*. Montecillos, Texcoco, Edo. de México, México: Colegio de Postgraduados, SEMANART, CONACYT.
- Pérez, J., Martínez, M., Yescas, A., Delgado, A., & Xoconostle, B. (2008). Wild mushroom markets in Central Mexico and a Case study at Ozumba. *Economic Botany*, 62 (3), 425-436.
- Pilat, & Dermek. (1974). *Boletaceae. Chiavi e descrizioni sulla familia Boletaceae Maire*. Italia: Grupo Micologico "G. Bresadola" Sezione Bicenza.
- Ponce, E., Alquijay, B., & Morales, O. (2004). *Riqueza de Especies y Estructura poblacional de Polyporales a lo largo de los senderos interpretativos del Biotopo Universitario para la conservación del Quetzal Mario Dary Rivera*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Guatemala.
- Putzke, J., Maria, L., & Pereira, A. B. (1994). Os Fungos da familia Boletaceae conhecidos no Rio Grande Do Sul, Brasil (Fungi, Basidiomycotina). *Caderno de Pesquisa Sér. Bot.*, 6 (1), 75-100.
- Quezada, M. (2005). *Análisis de la diversidad y distribución de Macrohongos en relación con los paisajes antropogénicos en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachúa, Cobán, Alta Verapaz*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Guatemala.
- Riviere, T., Diedhiou, A., Diabate, M., Senthilarasu, G., Natarajan, K., Verbeken, A., et al. (2007). Genetic diversity of ectomycorrhizal Basidiomycetes from African and Indian Tropical Rain Forest. *Mycorrhiza*, 17, 415-428.

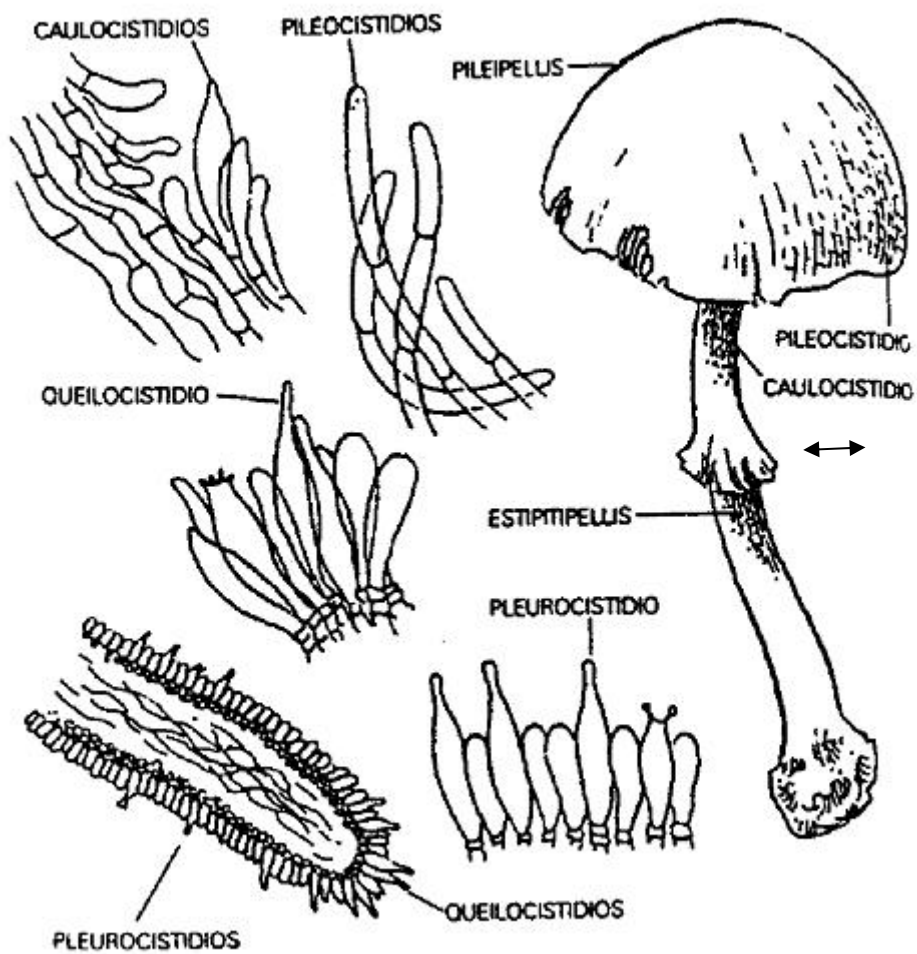
- Rizzo, E. (1999). *Estudio taxonómico de la Mycobiota del Parque Arqueológico Tikal. Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala (Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia), Guatemala.
- Rocabruna, A., & Tabarés, M. (1985). *Retiboletus*, a new genus for a species-complex in the Boletaceae producing retipolides. *Butll Soc. Catalana Micol*, 9, 27-37.
- Rodriguez, E., & Moreno, C. (2010). Bolete diversity in two relict forests of the mexican beech (*Fagus grandifolia* var. *mexican*; Fagaceae). *Am. J. Bot*, 97 (5), 893-898.
- Singer, R. (1983). *The Ectotrophically Mycorrhizal Fungi of the Neotropical Lowlands, especially Central Amazonia. Litle decomposition and Ectomycorrhizal in Amazonian Forest II*. Vaduz: Beihefte 77.
- Smith, A. H., & Thiers, H. D. (1971). *The boletes of Michigan*. Michigan, Estados Unidos: The University of Michigan Press.
- Sobestiansky, G. (2005). Contribution to a Macromycete Survey of the States of Rio Grande do Sul and Santa Catarina in Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48 (3), 437-457.
- Sommerkamp, Y. (1985). *Estudio de los macromicetos del Biotopo Universitario "Lic. Mario Dary Rivera" para la conservación del Quetzal*. Tesis de Graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala (Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia), Guatemala.
- Sommerkamp, Y. (1990). *Hongos comestibles en los mercados de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Dirección General de Investigación, Guatemala.
- Véliz, M. E. (2008). *Diversidad florística de Guatemala*. Documento Técnico 67 (06-2008), Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-, Guatemala.
- Wang, B., & Qiu, Y. L. (2006). Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. *Mycorrhiza*, 16, 299-363.
- Watling, R. (2001). The relationships and possible distributional patterns of Boletes in South East Asia. *Mycol Res*, 105 (12), 1440-1448.
- Watling, R., & Meijer, A. (1997). Macromycetes from the state of Paraná, Brazil: 5. Poroid and lamellate boletes. *Edinburgh Journal of Botany*, 54, 231-251.

Wu, Q. X., & Mueller, G. M. (1997). Biogeographic relationships between the macrofungi of temperate eastern Asia and eastern North America. *Canadian Journal of Botany*, 75 (12), 2108-2116.

## XII. ANEXOS

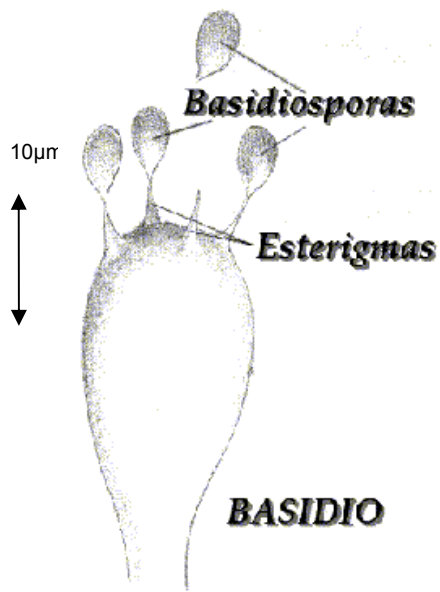
### Anexo 1

#### Morfología Microscópica de Basidiomicetes



© Moreno, J.L., O'Malley, A., Zugaza, A. La guía de INCAFO de los hongos de la Península Ibérica, 1986

Moreno, G., García, J., y Zugaza, A. (1986). *La guía de INCAFO de los hongos de la Península Ibérica* (Vol. 2). Cornell University.



Moreno, G., García, J., y Zugaza, A. (1986). *La guía de INCAFO de los hongos de la Península Ibérica* (Vol. 2). Cornell University.

## Anexo 2

### Listado de distribución de especies de macrohongos en Guatemala.

No.	ESPECIE	Reportado en el municipio	Reportado en la cabecera deptal.	Reportado por
1	<i>Agaricus campestris</i>	Tecpán Guatemala	Cuilapa Quetzaltenango Antigua, Jalapa Quetzaltenango	Sommerkamp (1990) Sommerkamp (1990) Sommerkamp y Morales Sommerkamp (1990)
		San Juan Sacatepéquez Tecpán Guatemala Tecpán Guatemala		Argueta (1983) Morales (2001) Morales (2001)
2	<i>Agaricus sp</i>	Todos Santos Cuchumatán,		Flores (2000)
3	<i>Agrocybe aegerita</i>	Tecpán Guatemala Todos Santos Cuchumatán, Tecpán Guatemala San Juan Ostuncalco		Morales (2001) Flores (2000) Morales (2001) Hostnig (1998)
4	<i>Amanita caesarea</i>	Tecpán Guatemala	Guatemala, Antigua, Chimaltenango, Santa Cruz del Quiché, Totonicapán, Quetzaltenango, Jalapa	Sommerkamp y Morales
		San Juan Sacatepéquez San Mateo Ixtatán Cajolá, Huitán Chipotón Tecpán Guatemala		Argueta (1983) Flores (2000) Hostnig (1,998) Herrera (1991) Morales (2001)
5	<i>Amanita caliptroderma</i>	Tecpán Guatemala Tecpán Guatemala		Morales (2001) Morales (2001)
6	<i>Amanita fulva</i>	San Mateo Ixtatán		Flores (2000)
7	<i>Amanita hemibapha</i>	Tecpán Guatemala Tecpán Guatemala		Morales (2001) Morales (2001)
8	<i>Amanita vaginata</i>	San Mateo Ixtatán		Flores (2000)
9	<i>Armillariella polymyces</i>		Cobán	Sommerkamp (1990)
10	<i>Auricularia auricula</i>		Cobán Cobán Cobán Cobán	Sommerkamp (1990) Sommerkamp (1990) Sommerkamp (1990) Sommerkamp (1990)
11	<i>Auricularia sp</i>	San Mateo Ixtatán		Flores (2000)
12	<i>Boletus edulis</i>	Todos Santos Cuchumatán, San Mateo Ixtatán Chipotón	Guatemala	Sommerkamp (1990) Flores (1,998) Flores (2000) Herrera (1991)
13	<i>Boletus sp</i>	Todos Santos Cuchumatán,		Flores (1,998)
14	<i>Cantharellus cibarius</i>	Mixco	Guatemala, Antigua, Chimaltenango, Santa Cruz del Quiché, Sololá, Cuilapa, Jalapa, Jutiapa. Chiquimula, Zacapa.	Argueta y Somerkamp Sommerkamp (1990)
		San Mateo Ixtatán Chipotón Tecpán Guatemala Todos Santos Cuchumatán,		Flores (2000) Herrera (1991) Morales (2001) Flores (1,999)
15	<i>Cantharellus ignicolor</i>	Tecpán Guatemala		Morales (2001)
16	<i>Cantharellus odoratus</i>		Guatemala, Antigua, Chimaltenango, Santa Cruz del Quiché, Sololá, Cuilapa, Jalapa, Jutiapa.	Sommerkamp (1990)

No.	ESPECIE	Reportado en el municipio	Reportado en la cabecera deptal.	Reportado por
			Chiquimula, Zacapa.	Sommerkamp (1990)
17	<i>Catathelasma ventricosa</i>	San Mateo Ixtatán		Flores (2000)
18	<i>Clitocybe sp</i>	Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Todos Santos Cuchumatán,		Flores (1,999)
19	<i>Collybia sp</i>	Tecpán Guatemala		Morales (2001)
20	<i>Cortinarius sp</i>	San Mateo Ixtatán		Flores (2000)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
21	<i>Favolus brasiliensis</i>		Sololá	Sommerkamp (1990)
22	<i>Grifola frondosa</i>	Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
23	<i>Helvella crispa</i>	Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala	Chimaltenango	Sommerkamp (1990)
			Chimaltenango	Sommerkamp (1990)
			Guatemala, Chimaltenango.	Sommerkamp (1990)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Chipotón		Herrera (1991)
24	<i>Helvella elastica</i>	Chipotón		Herrera (1991)
25	<i>Helvella lacunosa</i>	Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala	Chimaltenango	Sommerkamp y Morales
			Chimaltenango	Sommerkamp (1990)
			Guatemala, Chimaltenango.	Sommerkamp (1990)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
26	<i>Hydnum repandum</i>		Chimaltenango	Sommerkamp (1990)
		Tecpán Guatemala	Guatemala, Chimaltenango.	Sommerkamp y Morales
		Todos Santos Cuchumatán,		Flores (2000)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Chipotón		Herrera (1991)
27	<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>		Guatemala, Chimaltenango.	Sommerkamp (1990)
28	<i>Hygrophorus russula</i>	Tecpán Guatemala		Morales (2001)
29	<i>Hypomyces lactifluorum</i>	Tecpán Guatemala	Santa Cruz del Quiché, Quetzaltenango.	Sommerkamp y Morales
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Chipotón		Herrera (1991)
30	<i>Laccaria amethystina</i>	Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Todos Santos Cuchumatán,		Flores (2000)
31	<i>Laccaria laccata</i>	Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
32	<i>Lactarius deliciosus</i>	Chipotón		Herrera (1991)
			Guatemala	Sommerkamp (1990)
			Guatemala, Salamá, Cobán,	Sommerkamp (1990)
			Totonicapán.	
			Chimaltenango	Sommerkamp (1990)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		San Mateo Ixtatán		Flores (2000)
33	<i>Lactarius indigo</i>	Mixco	Guatemala	Argueta y Somerkamp
			Chimaltenango	Sommerkamp (1990)
			Guatemala, Salamá, Cobán,	Sommerkamp (1990)
			Totonicapán.	
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Chipotón		Herrera (1991)
		Chipotón		Herrera (1991)



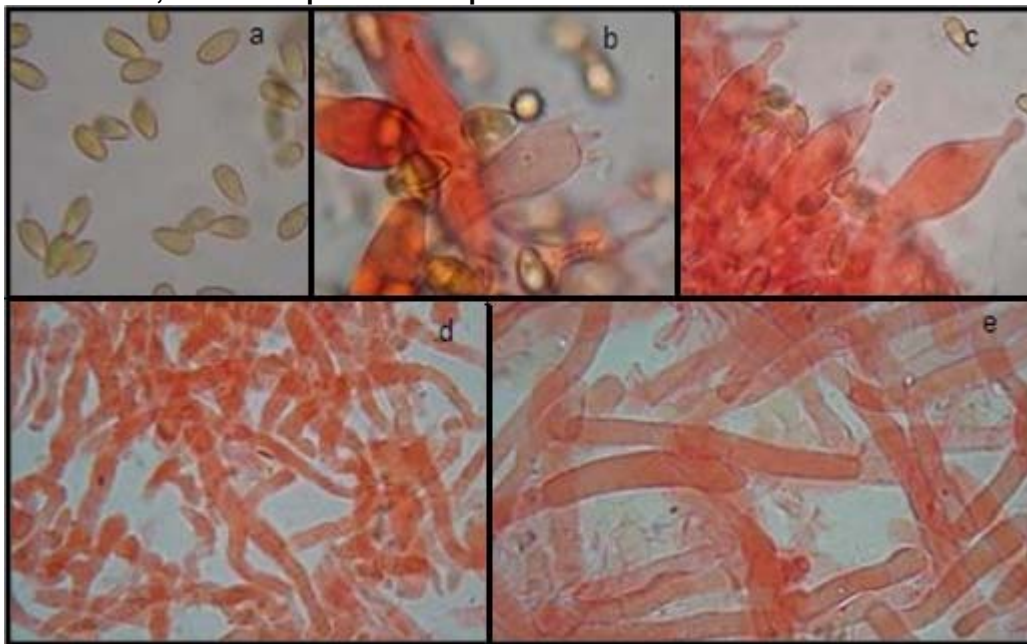
No.	ESPECIE	Reportado en el municipio	Reportado en la cabecera deptal.	Reportado por
34	<i>Lactarius salmonicolor</i>	Todos Santos Cuchumatán,		Flores (1,999)
35	<i>Lepista nuda</i>	Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Todos Santos Cuchumatán,		Flores (2000)
36	<i>Lyophyllum decastes</i>	Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
37	<i>Melanoleuca melanoleuca</i>	Todos Santos Cuchumatán,		Flores (1,999)
38	<i>Morchella conica</i>	Todos Santos Cuchumatán,		Flores (2000)
39	<i>Morchella esculenta</i>	Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
40	<i>Pleurotus ostreatus</i>	Todos Santos Cuchumatán,		Flores (2000)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
41	<i>Pseudifistulina radicata</i>		Guatemala, Mazatenango, Cuilapa. Guatemala	Sommerkamp (1990) Sommerkamp (1990)
42	<i>Pseudohydnum gelatinosum</i>	Tecpán Guatemala		Morales (2001)
43	<i>Ramaria araiospora</i>	Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
44	<i>Ramaria botrytis</i>		Jutiapa, Jalapa. Guatemala, Quetzaltenango. Salamá	Sommerkamp (1990) Sommerkamp (1990) Sommerkamp (1990)
			Guatemala, Chimaltenango.	Sommerkamp (1990)
45	<i>Ramaria flava</i>		Jutiapa, Jalapa. Guatemala, Quetzaltenango. Antigua Guatemala. Guatemala, Chimaltenango.	Sommerkamp (1990) Sommerkamp (1990) Sommerkamp (1990) Sommerkamp (1990)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Chipotón		Herrera (1991)
		Chipotón		Herrera (1991)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Chipotón		Herrera (1991)
46	<i>Ramaria spp</i>	Mixco	Guatemala	Argueta (1983)
		Todos Santos Cuchumatán,		Flores (1,999)
		San Juan Ostuncalco		Hostnig (1998)
47	<i>Ramaria stricta</i>	Chipotón		Herrera (1991)
48	<i>Russula delica</i>	Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
49	<i>Russula lepida</i>		Guatemala	Sommerkamp (1990)
		Chipotón		Herrera (1991)
50	<i>Schizophyllum commune</i>		Flores. Cobán, Flores. Cobán. Flores.	Sommerkamp (1990) Sommerkamp (1990) Sommerkamp (1990) Sommerkamp (1990)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
51	<i>Suillus granulatus</i>	San Juan Sacatepéquez		Argueta (1983)
		San Juan Sacatepéquez		Argueta (1983)

No.	ESPECIE	Reportado en el municipio	Reportado en la cabecera deptal.	Reportado por
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)
52	<i>Suillus luteus</i>	Tecpán Guatemala		Morales (2001)
53	<i>Suillus spp</i>	San Mateo Ixtatán		Flores (2000)
54	<i>Tremella mesenterica</i>	San Mateo Ixtatán		Flores (2000)
55	<i>Tremella reticulata</i>	Tecpán Guatemala		Morales (2001)
56	<i>Tricholoma flavovirens</i>		Chimaltenango	Sommerkamp (1990)
		Tecpán Guatemala		Morales (2001)

Bran M., *et al.* (2001). Hongos Comestibles de Guatemala: Diversidad, Cultivo y Nomenclatura Vernácula (Fase I). Informe técnico final, Dirección General de Investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala. Proyectos de Investigación; 73p.

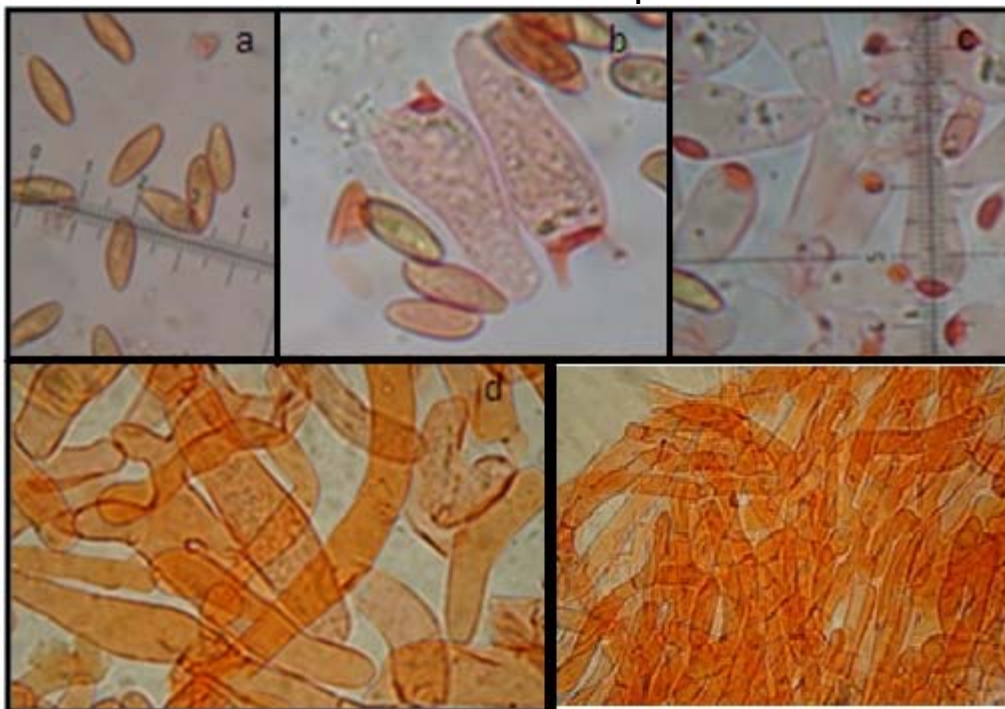
### Anexo 3: Características microscópicas de los ejemplares analizados

Figura 1: Características microscópicas de *Boletus aff ornatipes* recolectados en Guatemala, en un bosque mixto de pino-encino en el sistema montañoso Alux.



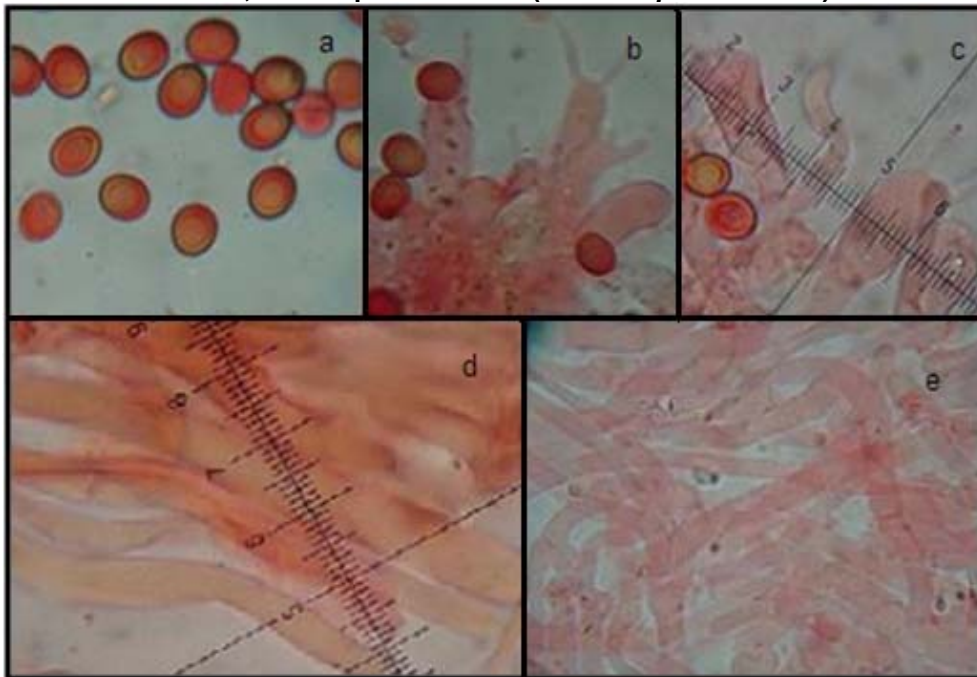
a. Esporas b. Basidios c. Cistidios d. Hifas píleo e. Hifas estípite

Figura 2: Características microscópicas de *Boletus variipes* var *fagicola* recolectados en Guatemala exclusivamente en bosques de encino.



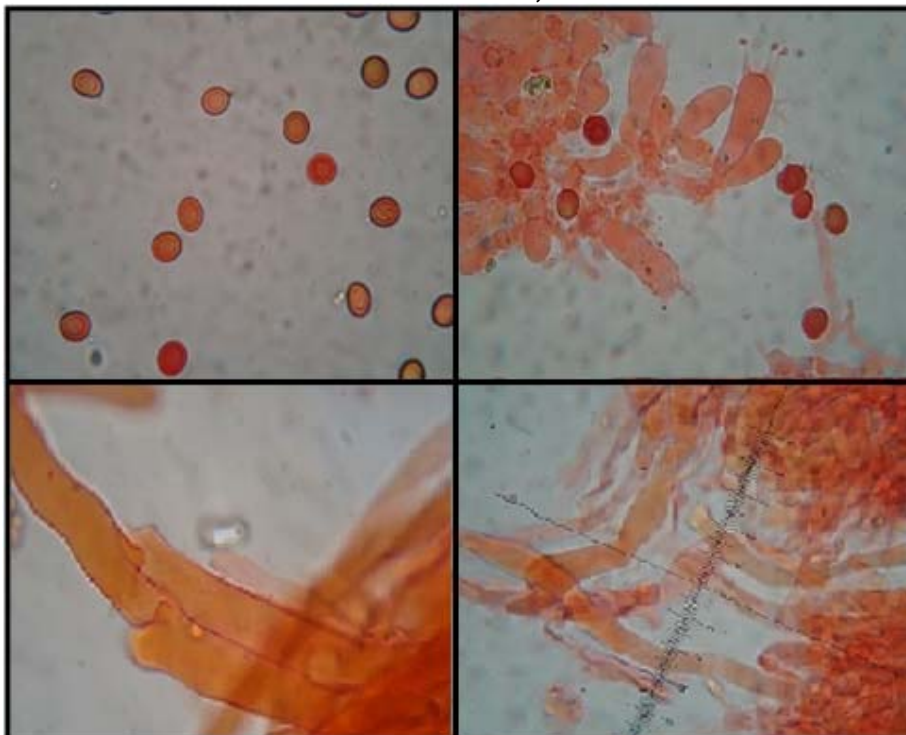
a. Esporas b. Basidios c. Basidiolos d. Hifas píleo e. Hifas estípite

Figura 3: Características microscópicas de *Boletinellus rompelii* recolectado en Guatemala, en bosque de encino (*Quercus peduncularis*)



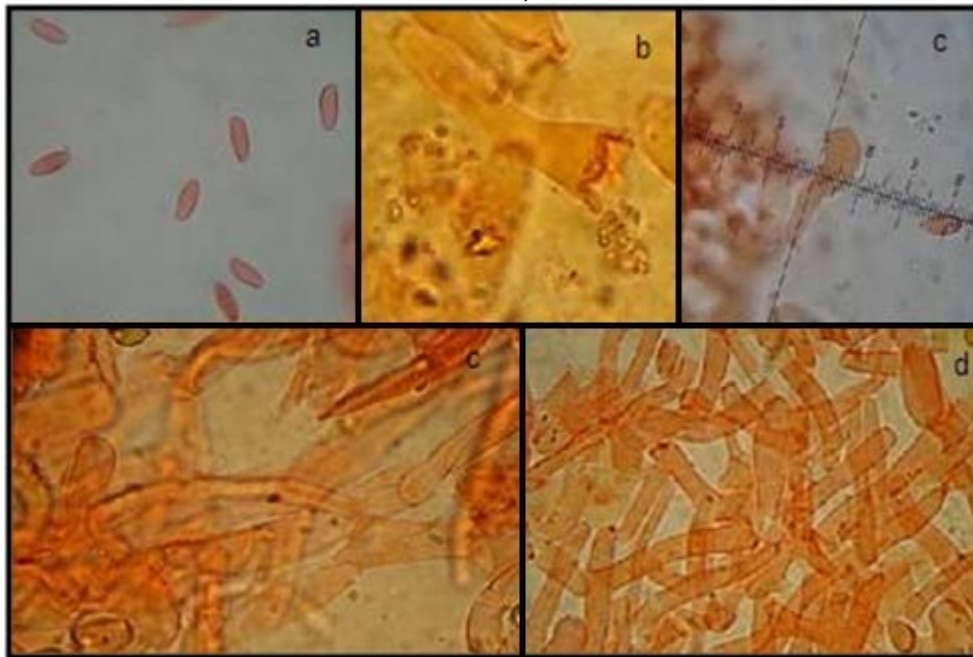
a. Esporas b. Basidios con largos esterigmas c. Cistidios d. Hifas píleo e. Hifas estípite

Figura 4: Características microscópicas del ejemplar *Phlebopus* sp, recolectado en la Ciudad de Guatemala, zona 13.



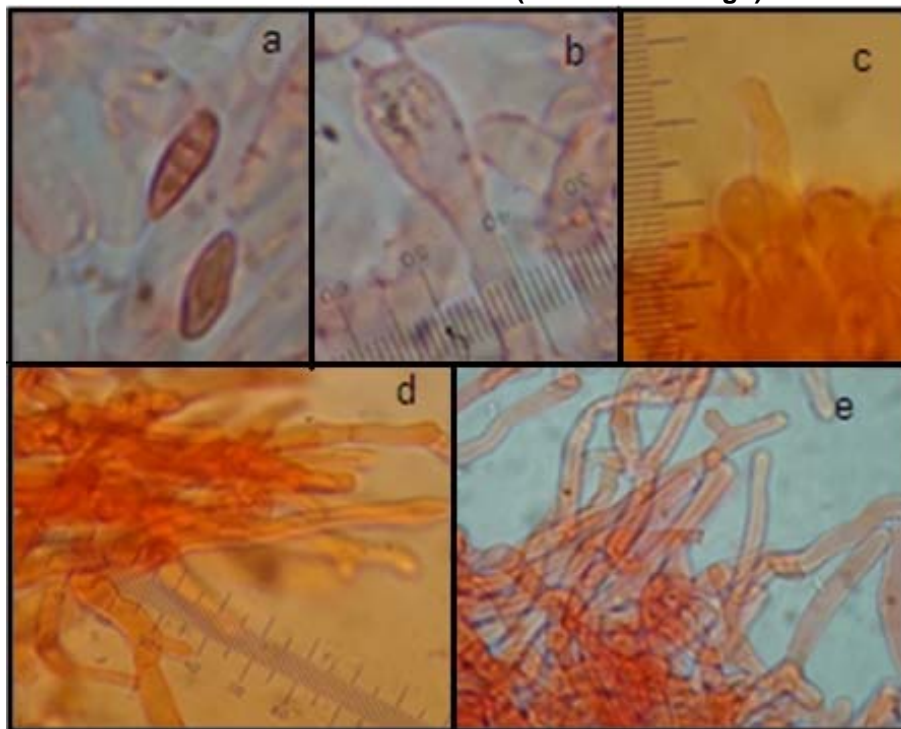
a. Esporas b. Basidios c. Hifas píleo d. Hifas estípite

Figura 5: Características microscópicas del ejemplar identificado como *Boletellus* sp, recolectado en Muxbal, San José Pinula.



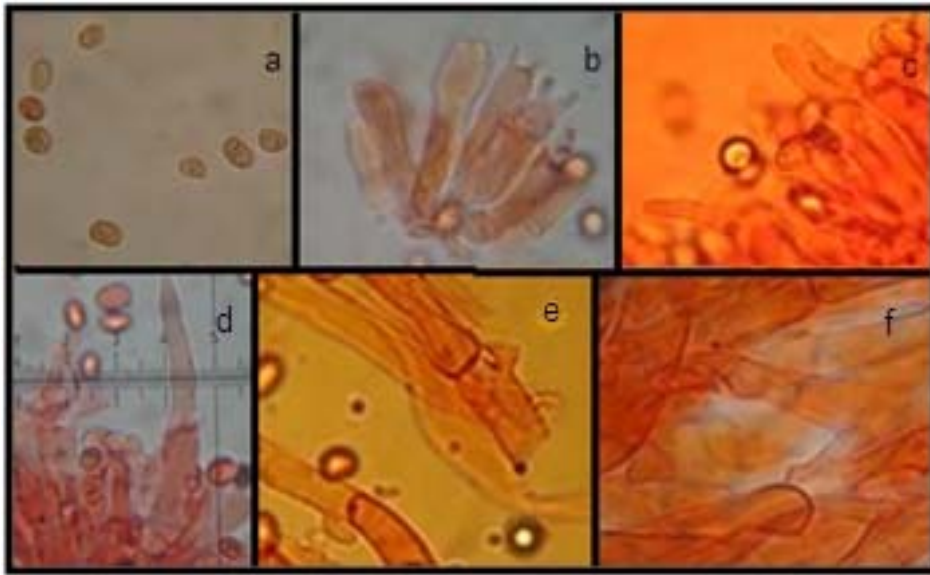
a. Esporas b. Cistidios c. Basidios d. Hifas píleo e. Hifas estípite

Figura 6: Características microscópicas del ejemplar afín a *Boletus quercophilus*, recolectado en Guatemala (Chichicastenango).



a. Esporas b. Cistidios c. Basidios d. Hifas píleo e. Hifas estípite

Figura 7: Características microscópicas del ejemplar afín a *Gyrodon lividus*, recolectado en Sierra de Los Cuchumatanes junto a árboles de *Alnus jorullensis*



a. Esporas b. Basidios c. Cistidios d. Basidio y cistidio e. Hifas píleo f. Hifas estípites

## Anexo 4

### *Boletus aff ornatipes*

**Cuadro11. Dimensiones de esporas (µm) de especímenes identificados como *Boletus aff ornatipes*, recolectados en el sistema montañoso Alux, Departamento de Guatemala.**

ESPÉCIMEN	Largo	Min	Max	Moda	Mediana	Ancho	Min	Max	Moda	Mediana	Qm
MICG-2442	10.40 ±0.68 *	9.0	12.0	10.0	10.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	2.08
MICG-2446	9.85±0.67	9.0	11.0	10.0	10.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	1.97
MICG-2442(2)	10.00 ±0.56	9.0	11.0	10.0	10.0	5.05±0.22	5.0	6.0	5.0	5.0	2.00

\* **Media** ± desviación estándar.

**Cuadro12. Dimensión de basidios y esterigmas de los especímenes identificados como *Boletus aff ornatipes* recolectados en Guatemala**

ESPÉCIMEN	Largo	Min	Max	Moda	Mediana	Ancho	Min	Max	Moda	Mediana	No. Esterigmas	Long
MICG-2442	29.8 ±2.9	25.0	35.0	30.0	30.0	9.7 ±1.22	8.0	12.0	10.0	10.0	2-4	5±0.5
MICG-2446	27.6± 2.1	24.0	30.0	30.0	28.0	8.8±0.86	7.0	10.0	9.0	9.0	4	3.9±1.0
MICG-2442(2)	29.4±3.1	24.0	32.0	30.0	30.0	8.2±1.09	7.0	10.0	8.0	8.0	2-4	4.0±1.0

\* **Media** ± desviación estándar.

**Cuadro13. Descripción de cistidios de los especímenes identificados como *Boletus aff. ornatipes* recolectados en Sistema Montañoso Alux, Departamento de Guatemala.**

ESPÉCIMEN	Largo	Min	Max	Moda	Mediana	Ancho	Min	Max	Moda	Mediana
MICG-2442	59.3 ± 8.3	46.0	73.0	62.0	61.0	10.4±0.67	9.0	12.0	10.0	10.0
MICG-2446	57.5± 3.5	55.0	60.0	55.0	57.0	8.5± 0.71	8.0	9.0	8.0	8.0
MICG-2442(2)	69.2 ±8.5	50.0	85.0	70.0	70.0	11.3±1.69	9.0	15.0	10.0	11.0

\* **Media** ± desviación estándar.

**Cuadro14. Características microscópicas de esporas e hifas del píleo y del estípite de los especímenes afines a *Boletus ornatipes* recolectados en Guatemala**

ESPÉCIMEN	HIFAS PÍLEO					HIFAS ESTÍPITE				
	Diámetro*	Min	Max	Moda	Mediana	Diámetro*	Min	Max	Moda	Mediana
MICG-2442	6.7 ± 2.1	4.0	12.0	7.0	7.0	5.4± 1.5	3.0	10.0	5.0	5.0
MICG-2446	6.3± 1.2	4.0	9.0	6.0	6.0	7.3±2.3	4.0	14.0	8.0	7.0
MICG-2442(2)	5.8± 1.2	4.0	9.0	5.0	5.5	6.5± 1.2	4.0	8.0	6.0	6.0

\* **Media** ± desviación estándar.

***Boletus variipes var fagicola***

**Cuadro15. Dimensiones de esporas de especímenes identificados como *Boletus affvariipes var fagicola* recolectados en Guatemala.**

ESPÉCIMEN	Largo*	Min	Max	Moda	Mediana	Ancho*	Min	Max	Moda	Mediana	Qm
MICG-2447	11.9 ± 0.8	10.0	13.0	12.0	12.0	4.8 ± 0.4	4.0	5.0	5.0	5.0	2.51
MICG-2445	13.6 ± 1.1	11.0	16.0	13.0	13.5	5.3 ± 0.4	5.0	6.0	5.0	5.0	2.59
MICG-2447(2)	11.9 ± 0.8	10.0	13.0	12.0	12.0	4.8 ± 0.4	4.0	5.0	5.0	5.0	2.51

\* Media ± desviación estándar.

**Cuadro16. Dimensiones de basidios y esterigmas de especímenes identificados como *Boletus affvariipes var fagicola* recolectados en Guatemala.**

ESPÉCIMEN	Largo*	Min	Max	Moda	Mediana	Ancho*	Min	Max	Moda	Mediana	No. Esterigmas	Long
MICG-2447	25.3 ± 2.7	19.0	30.0	25.0	25.0	9.6 ± 1.1	8.0	11.0	10.0	10.0	2-4	3.2 ± 1.1
MICG-2445	27.3 ± 2.9	22.0	32.0	28.0	27.5	9.9 ± 0.6	9.0	11.0	10.0	10.0	4	3.9 ± 0.6
MICG-2447(2)	25.3 ± 2.7	19.0	30.0	25.0	25.0	9.6 ± 1.1	8.0	11.0	10.0	10.0	2-4	3.2 ± 0.5

\* Media ± desviación estándar.

**Cuadro17. Dimensiones de basidiolos de especímenes identificados como *Boletus affvariipes var fagicola* recolectados en Guatemala.**

ESPÉCIMEN	Largo*	Min	Max	Moda	Mediana	Ancho*	Min	Max	Moda	Mediana
MICG-2447	19.9 ± 2.4	15.0	23.0	23.0	20.0	8.8 ± 0.8	7.0	10.0	9.0	9.0
MICG-2445	19.0 ± 2.2	15.0	22.0	19.0	19.0	7.8 ± 1.1	6.0	9.0	8.0	8.0
MICG-2447(2)	19.9 ± 2.4	15.0	23.0	23.0	20.0	8.8 ± 0.8	7.0	10.0	9.0	9.0

\* Media ± desviación estándar.

**Cuadro18. Características microscópicas de esporas e hifas del píleo y del estípite de los especímenes afines a *Boletus variipes var fagicola* recolectados en Guatemala**

ESPÉCIMEN	HIFAS PÍLEO					HIFAS ESTÍPITE				
	Díámetro*	Min	Max	Moda	Mediana	Díámetro*	Min	Max	Moda	Mediana
MICG-2447	5.4 ± 1.1	4.0	8.0	5.0	5.0	6.7 ± 2.4	4.0	12.0	6.0	6.0
MICG-2445	6.8 ± 1.2	5.0	10.0	6.0	7.0	5.9 ± 1.9	3.0	9.0	4.0	6.0
MICG-2447(2)	5.4 ± 1.1	4.0	8.0	5.0	5.0	6.7 ± 2.4	4.0	12.0	6.0	6.0

\* Media ± desviación estándar.



### ***Boletинellus rompelii***

**Cuadro19. Dimensiones de esporas (µm) de especímenes identificados como *Boletинellus aff rompelii* recolectados en Guatemala.**

ESPÉCIMEN	Largo*	Min	Max	Moda	Mediana	Ancho*	Min	Max	Moda	Mediana	Qm
MICG-1571	8.1±0.8	7.0	9.0	8.0	8.0	7.4±0.7	7.0	9.0	7.0	7.0	1.10
MICG-2712	8.2±0.7	7.0	10.0	8.0	8.0	6.7±0.7	6.0	8.0	6.0	7.0	1.23

\* Media ± desviación estándar.

**Cuadro20. Dimensión de basidios y esterigmas (µm) de los especímenes identificados como *Boletинellus rompelii* recolectados en Guatemala**

ESPÉCIMEN	Largo*	Min	Max	Moda	Mediana	Ancho*	Min	Max	Moda	Mediana	No. Esterigmas	Long
MICG-1571	28.3 ± 4.1	21.0	35.0	32.0	28.0	9.7 ± 1.2	8.0	12.0	10.0	9.5	2-4	4.5±2.4
MICG-2712	31.7 ±4.4	22.0	45.0	30.0	31.0	8.2±1.1	7.0	10.0	10.0	9.5	2-4	3.8 ±1.9

\* Media ± desviación estándar.

**Cuadro 21. Dimensión de cistidios (µm) de los especímenes identificados como *Boletинellus rompelii* recolectados en Guatemala.**

ESPÉCIMEN	Largo*	Min	Max	Moda	Mediana	Ancho*	Min	Max	Moda	Mediana
MICG-1571	22.9±2.5	19.0	28.0	24.0	23.0	8.9± 0.9	7.0	11.0	9.0	9.0
MICG-2712	24.8±3.2	19.0	30.0	24.0	24.5	7.7 ± 0.8	6.0	9.0	8.0	8.0

\* Media ± desviación estándar.

**Cuadro 22. Características microscópicas hifas del píleo y del estípite de los *Boletинellus aff rompelii* recolectados en Guatemala**

ESPÉCIMEN	HIFAS PÍLEO					HIFAS ESTÍPITE				
	Diámetro*	Min	Max	Moda	Mediana	Diámetro*	Min	Max	Moda	Mediana
MICG-1571	7.4 ± 1.5	4.0	10.0	7.0	7.0	4.8 ± 0.8	4.0	6.0	4.0	5.0
MICG-2712	6.5 ± 1.2	5.0	10.0	6.0	6.0	5.0± 0.8	4.0	6.0	5.0	5.0

\* Media ± desviación estándar.

## *Phlebopus sp*

**Cuadro 23. Dimensiones de esporas ( $\mu\text{m}$ ) de especímenes identificados como *Phlebopus sp* recolectados en Guatemala.**

ESPÉCIMEN	Largo*	Min	Max	Moda	Mediana	Ancho*	Min	Max	Moda	Mediana	Qm
MICG-ND	7.7 $\pm$ 0.6	6.0	8.0	8.0	8.0	7.0 $\pm$ 0.5	6.0	8.0	7.0	7.0	1.1
MICG-2661	5.9 $\pm$ 0.5	5.0	7.0	6.0	6.0	4.9 $\pm$ 0.3	4.0	5.0	5.0	5.0	1.21
MICG-2664	8.0 $\pm$ 0.6	7.0	9.0	8.0	8.0	6.8 $\pm$ 0.5	6.0	8.0	7.0	7.0	1.17
MICG-2665	8.9 $\pm$ 0.5	8.0	10.0	9.0	9.0	6.9 $\pm$ 0.2	6.0	7.0	7.0	7.0	1.28

\* Media  $\pm$  desviación estándar.

**Cuadro 24. Dimensiones de basidios y esterigmas ( $\mu\text{m}$ ) de especímenes identificados como *Phlebopus sp* recolectados en Guatemala.**

ESPÉCIMEN	Largo*	Min	Max	Moda	Mediana	Ancho*	Min	Max	Moda	Mediana	No. Esterigmas	Long
MICG-ND	32.2 $\pm$ 3.5	27.0	39.0	30.0	31.5	10.0 $\pm$ 1.3	8.0	12.0	10.0	10.0	2-4	4.7 $\pm$ 0.9
MICG-2661	26.6 $\pm$ 3.2	20.0	30.0	29.0	27.0	9.2 $\pm$ 1.1	8.0	11.0	8.0	9.5	2-4	3.3 $\pm$ 1.5
MICG-2664	29.8 $\pm$ 2.8	25.0	36.0	28.0	29.5	9.3 $\pm$ 0.6	8.0	10.0	9.0	9.0	2-4	3.5 $\pm$ 0.9
MICG-2665	29.5 $\pm$ 2.8	24.0	34.0	28.0	29.0	9.5 $\pm$ 0.6	8.0	10.0	9.0	9.0	2-4	3.5 $\pm$ 0.9

\* Media  $\pm$  desviación estándar.

**Cuadro 25. Dimensiones de hifas del píleo y estípite ( $\mu\text{m}$ ) de especímenes identificados como *Phlebopus sp* recolectados en Guatemala.**

ESPÉCIMEN	HIFAS PÍLEO					HIFAS ESTÍPITE				
	Diámetro*	Min	Max	Moda	Mediana	Diámetro*	Min	Max	Moda	Mediana
MICG-ND	8.4 $\pm$ 1.8	6.0	12.0	7.0	8.0	11.9 $\pm$ 2.69	8.0	18.0	12.0	12.0
MICG-2661	6.5 $\pm$ 1.2	5.0	9.0	7.0	6.5	4.9 $\pm$ 1.0	3.0	7.0	4.0	5.0
MICG-2664	6.0 $\pm$ 1.1	4.0	8.0	6.0	6.0	10.2 $\pm$ 3.6	5.0	15.0	10.0	10.0
MICG-2665	6.0 $\pm$ 1.1	5.0	8.0	5.0	5.5	10.0 $\pm$ 2.5	8.0	15.0	10.0	11.0

\* Media  $\pm$  desviación estándar.

### ***Boletellus sp* (MICG-2448)**

**Cuadro 26. Dimensiones de esporas, basidios, cistidios e hifas cuticulares ( $\mu\text{m}$ ) de especímenes identificados como *Boletellus sp* recolectados en Guatemala.**

	Largo*	Min	Max	Moda	Mediana	Ancho*	Min	Max	Moda	Mediana	
<b>Esporas</b>	10.9 $\pm$ 0.7	10.0	12.0	11.0	11.0	4.5 $\pm$ 0.5	4.0	5.0	4.0	4.0	Qm=2.44
<b>Basidios</b>	23.4 $\pm$ 3.6	18.0	27.0	18.0	25.0	7.2 $\pm$ 0.7	6.0	8.0	7.0	7.0	2-4 esterigmas
<b>Cistidios</b>	27.2 $\pm$ 2.8	24.0	34.0	29.0	28.0	7.2 $\pm$ 0.7	6.0	8.0	7.0	7.0	
<b>Hifas estípites**</b>	---	---	---	---	---	7.5 $\pm$ 1.5	6.0	11.0	6.0	7.0	
<b>Hifas píleo**</b>	---	---	---	---	---	4.4 $\pm$ 0.8	3.0	5.0	5.0	4.5	

\*Media  $\pm$  desviación estándar

\*\*Diámetro

### ***Boletus quercophilus* (MICG-2443)**

**Cuadro 27. Dimensiones de esporas, basidios, cistidios e hifas cuticulares ( $\mu\text{m}$ ) de especímenes identificados como *Boletus quercophilus* recolectados en Guatemala.**

	Largo*	Min	Max	Moda	Mediana	Ancho*	Min	Max	Moda	Mediana	
<b>Esporas</b>	12.0 $\pm$ 0.9	9.0	13.0	12.0	12.0	4.2 $\pm$ 0.5	3.0	5.0	4.0	4.0	Qm=2.89
<b>Basidios</b>	34.0 $\pm$ 3.2	29.0	40.0	36.0	34.0	9.1 $\pm$ 1.1	6.0	10.0	10.0	9.0	2-4 esterigmas
<b>Cistidios</b>	39.4 $\pm$ 2.7	36.0	42.0	41.0	41.0	4.4 $\pm$ 1.1	3.0	6.0	4.0	4.0	
<b>Hifas estípites**</b>	---	---	---	---	---	4.4 $\pm$ 0.5	4.0	5.0	4.0	4.0	
<b>Hifas píleo**</b>	---	---	---	---	---	6.0 $\pm$ 1.3	4.0	8.0	5.0	6.0	

\*Media  $\pm$  desviación estándar

\*\*Diámetro

### ***Gyrodon lividus* (MICG-1570)**

**Cuadro 28. Dimensiones de esporas, basidios, cistidios e hifas cuticulares ( $\mu\text{m}$ ) de especímenes identificados como *Gyrodon lividus* recolectados en Guatemala.**

	Largo*	Min	Max	Moda	Mediana	Ancho*	Min	Max	Moda	Mediana	
<b>Esporas</b>	6.6 $\pm$ 0.5	6.0	7.0	7.0	7.0	4.2 $\pm$ 0.4	4.0	5.0	4.0	4.0	Qm=1.56
<b>Basidios</b>	29.7 $\pm$ 2.5	26.0	35.0	30.0	29.0	6.9 $\pm$ 0.8	6.0	9.0	7.0	7.0	2-4 esterigmas
<b>Cistidios</b>	51.0 $\pm$ 1.4	50.0	52.0	51.0	51.0	6.5 $\pm$ 0.7	6.0	7.0	6.0	6.0	
<b>Hifas estípites**</b>	---	---	---	---	---	8.6 $\pm$ 2.0	5.0	12.0	7.0	8.5	
<b>Hifas píleo**</b>	---	---	---	---	---	8.0 $\pm$ 1.3	5.0	10.0	9.0	8.0	

\*Media  $\pm$  desviación estándar

\*\*Diámetro

### ***Gyrodon monticola* (MICG-1572)**

**Cuadro 29. Dimensiones de esporas, basidios e hifas cuticulares ( $\mu\text{m}$ ) de especímenes identificados como *Gyrodon monticola* recolectados en Guatemala.**

	Largo*	Min	Max	Moda	Mediana	Ancho*	Min	Max	Moda	Mediana	
<b>Esporas</b>	5.8 $\pm$ 0.4	5.0	6.0	6.0	6.0	4.2 $\pm$ 0.4	4.0	5.0	4.0	4.0	Qm=1.40
<b>Basidios</b>	23.8 $\pm$ 1.8	22.0	27.0	22.0	22.0	8.3 $\pm$ 0.5	8.0	9.0	8.0	8.0	4 esterigmas
<b>Hifas estípites**</b>	---	---	---	---	---	7.1 $\pm$ 0.8	5.0	9.0	7.0	7.0	
<b>Hifas píleo**</b>	---	---	---	---	---	6.5 $\pm$ 0.8	5.0	8.0	6.0	6.0	

\*Media  $\pm$  desviación estándar

\*\*Diámetro

## Anexo 5

### Descripciones de algunos especímenes depositados en la Micoteca “Rubén Mayorga Peralta MICG”

#### *Boletus variipes* var *fagicola* A.H. Smith & Thiers



Procedencia: El Roble, zona 11 Guatemala

Recolectado y descrito por: R. Flores

**Píleo:** convexo a plano convexo, de 80-180mm diámetro. Margen decurvado a recto, borde entero, ondulado y ligeramente apendiculado entero, de 1mm o menos. Superficie tomentosa de color ladrillo  $S_{26}O_{50}Y_{50}$ , con tonos más oscuros  $S_{50}O_{70}Y_{80}$ , sobre un fondo beige-pajizo  $S_{11}O_{33}Y_{50}$  a beige claro. Superficie untuosa en húmedo y elástica en seco. Claramente areolada, especialmente en el centro y el borde. Contexto expuesto blanco en fresco y beige después de varios días. Algunas áreas del borde con un tono rosado-naranja. La superficie puede mancharse de púrpura a la presión. Contexto blanco, esponjoso, con una franja de color beige sobre el himenio y otra bajo la cutícula, pero más pálida. No hay cambio de color al corte. Restos larvales de color beige blanquecino.

**Himeno:** Sinuado, de color verde oliváceo, incluso en ejemplares jóvenes. Poros redondeados a angulares, de 1mm diámetro, alargados hacia el pie, manchados de rojizo; dentelados, no laberintiformes, con agujeros profundos.

Tubos de hasta 20 mm de longitud y 1-1.2mm diámetro, de color verde oliváceo, separables totalmente pero unidos un poco hacia los poros y se manchan de café rojizo al dañarse. Esporada café-verde oliváceo, abundante, que se ve incluso en los sombreros vecinos.

**Estípite:** algo atenuado hacia el ápice, de 20-25mm o más de diámetro; algo comprimido lateralmente, de 30 x 25mm diámetro. Superficie finamente tomentosa, de color café oscuro, especialmente en el ápice  $S_{50}O_{50}Y_{26}$  con un retículo fino y oscuro, que se extiende hasta  $\frac{3}{4}$  o la mitad del pie. La base es de color blanco-amarillenta, con micelio y gruesos rizomorfos blancos.

En la unión base-parte media se observa un cambio de color, como moteaduras café oscuro con beige. Contexto blanco, lleno, fibriloso, de olor fúngico afrutado, un poco a ajo. Canales larvales sin cambio de color del contexto. Las hormigas (zompopos rojos) se comen la cutícula dejando ver el contexto beige-blanquecino.

**Olor:** fúngico, un poco almendrado, sin cortarlo. Después del corte y exposición al aire, el olor es fuerte y algo desagradable, un poco nauseoso.

**Sabor:** suave y agradable, un poco afrutado y de ajo en fresco.

**Hábitat:** Crece solo o en pequeños grupos, con una base unida o individual. Se trata de una especie claramente asociada a encinos, poco frecuente y perteneciente al grupo de *Boletus edulis* en América.

***Boletus variipes* var *fagicola*** A.H. Smith & Thiers



Procedencia: El Cuje, Santa Rosa

Recolectado y descrito por: R. Flores

**Píleo:** plano convexo a un poco deprimido al centro, de 80-120mm diámetro. Superficie seca, tomentosa aterciopelada en los ejemplares más jóvenes que al ir madurando y exponiéndose al sol se va alveolando, agrietando hasta dejar toda la superficie claramente

areolada. (Dos ejemplares que crecían juntos se guardan juntos, en refrigeración en papel parafinado y el más agrietado se manchó de púrpura pálido en la zona de adhesión al otro, como menciona B. Dentinger). Margen ondulado a recto, levemente apendiculado y excedente de color café oscuro-rojizo muy notorio respecto al resto del píleo. Color naranja salmón  $N_{20}Y_{60}M_{50}$ , con tonos más rojizo-café  $N_{30}Y_{70}M_{70}$ .

**Himenio:** Claramente sinuado, separado del pe, de color amarillo oliváceo en los más jóvenes que va cambiando a verde oliváceo en la madurez y se va manchando de rojizo en los poros. Poros pequeños de 1-2/mm, hexagonal, pero llama la atención que el ejemplar de El Roble y estos muestran grandes agujeros donde se agrupan y se separan con tubos.

**Estípite:** un poco torcido en la parte media y un poco atenuado en el ápice. Superficie seca de color café bien definido, cubierto por un retículo inicialmente beige-blancuecino y finalmente a un poco más claro que llega hasta 2/3 de la longitud del pie o un poco más abajo. La base enterrada, blanca tomentosa y

algunas manchas de color mostaza y naranja. Micelio basal y rizomorfos blancos. En un ejemplar es pálido con color púrpura en la base, y en otro muestra ligero tono púrpura en el contexto expuesto.



***Boletinellus rompelii*** (Pat. & Rick) Singer



Procedencia: El Roble, zona 11 Guatemala

Recolectado y descrito por: R. Flores

**Píleo:** plano convexo con centro deprimido, más bien lateral, margen levemente decurvado, borde ondulado y lobado. Superficie subviscosa en húmeda o seca. Superficie tomentosa, areolado en el centro y algunas áreas del margen, brillante en algunas zonas del borde. Color café oscuro  $S_{80}O_{26}Y_{15}$  con tonos cafés rojizos  $S_{80}O_{50}Y_{15}$  con centro amarillento y algunas manchas tomentosas café rojizo oscuro. Contexto que se tiñe levemente de azul y luego blanquea o permanece con tono amarillento.

**Himenio:** Boletinoide, decurrente de color amarillo oliváceo, amarillo intenso en el borde, luego más verdoso oliváceo. Poros grandes 1-2 mm cada uno laberintiformes, dentelados, amarillos, que se manchan de azul al tacto. Poros angulares a alargados, tubos cortos de 4-6mm de longitud por 1 mm de diámetro. Esporada verde olivo.

**Estípite:** corto, cilíndrico, con parte de retículo teñido de rojo y naranja. Ápice color naranja, la parte media es rojo vino o cereza y el resto hacia la base de color café cuero, igual al píleo. Se mancha de azul índigo a la presión. Micelio basal de color café claro.

**Olor** fúngico, al principio un poco fuerte y amargo al corte.

**Sabor** fúngico un poco a tierra.

## *Phlebopus* sp nov 1 (Heim) Singer



Procedencia: Aeropuerto La Aurora, zona 13 Guatemala

Recolectado y descrito por: R. Flores

**Píleo:** plano convexo a cóncavo, con centro notoriamente deprimido, superficie inicialmente tomentosa en los más jóvenes y después casi lisa, excepto en el centro y algunas áreas laterales donde quedan finas areolas fibrilosas, a veces a modo de punteaduras. Superficie seca, brillante en los márgenes y áreas sin escamas. Margen decurvado a recto, borde ondulado. Color café-rojizo oscuro (N<sub>70</sub>Y<sub>80</sub>M<sub>70</sub>) en los más jóvenes, pero con grandes áreas de color café-oliváceo (N<sub>60</sub>Y<sub>80</sub>M<sub>50</sub>) y color café-pajizo (N<sub>40</sub>Y<sub>60</sub>M<sub>40</sub>) en los carpóforos más grandes. Las zonas tomentosas y en ejemplares jóvenes es café-oliváceo (N<sub>70</sub>Y<sub>60</sub>M<sub>40</sub>). Diámetro de 200-400mm (extraordinariamente grandes!).

El contexto es amarillento pálido, que al corte cambia a rojizo-vináceo bajo la cutícula y en casi toda la extensión del contexto, que poco a poco va cambiando a naranja pálido, luego beige y finalmente con algunas manchas grisáceas. La zona adherida al himenio, de color grisáceo, cambia a azulado y luego gris al corte. En ejemplares rotos desde hace días, se observan manchas rojas sobre el punto de adhesión de los tubos. Grosor: hasta 50mm, carnosos-algodonoso, un tanto seco, muy diferente a *Suillus* o *Boletus*.

**Himenio:** claramente decurrente, con poros de hasta de 3mm de diámetro, hexagonales, dentelados, multilaberintiformes (los más grandes contienen hasta 3 tubos en su interior). Inicialmente de color amarillo-oliváceo que va cambiando a verde-oliváceo (N<sub>30</sub>Y<sub>90</sub>M<sub>30-40</sub>), que al madurar cambia a café-rojizo (N<sub>50</sub>Y<sub>70</sub>M<sub>60-70</sub>). Se ven áreas rojizas y también áreas dañadas un poco azuladas. Los tubos miden hasta 12mm de longitud y hasta 1.5mm diámetro máximo, amarillo-oliváceo, que se manchan de gris-azulado al dañarse y también de rojizo, probablemente después de algún tiempo (visto en ejemplares rotos y sin manipulación).

**Estípite:** central o excéntrico, corto, un poco comprimido lateralmente, de hasta 40-50mm diámetro, y 35-50mm de longitud. Superficie de color rojo intenso, que se extiende en la inserción a los tubos pero no es tan fuerte como en los ejemplares de El Roble. La parte basal es lisa, de color beige-grisáceo y con abundante micelio tomentoso beige-amarillento. Contexto beige-naranja que al corte cambia a rojo vináceo, como de carne fresca.

**Olor:** fúngico

**Sabor:** fúngico, de moho, poco apreciable, ligeramente amargo

**Hábitat:** En esta recolecta bajo árboles de praxinus, en grandes y notorios grupos, con cuerpos fructíferos muy grandes, no comidos por larvas como en El Roble. Posiblemente fueron pateados porque muchos estaban volteados, incluso ejemplares jóvenes, con el himenio ya café-verdoso.

**Nota:** es la segunda recolecta de esta especie pero con cambio de hábitat y de probable hospedero si se trata de un hongo micorrícico.

*Phlebopus sp nov 2* (Heim) Singer



Procedencia: Campus zona 12, USAC

Recolectado y descrito por: R. Flores

**Píleo:** plano convexo a cóncavo, con centro deprimido, margen incurvado en los más jóvenes a recto en los adultos; borde entero, ondulado a lobado. Superficie seca, claramente tomentosa de color café negruzco, gruesa en los más jóvenes y luego café rojizo, ladrillo, areolada en los adultos, con escamas fibrilosas café oscuro más gruesas en el centro. Contexto amarillo oliváceo, más amarillo-beige hacia la cutícula. Contexto lleno pero esponjoso. Al masticarlo y escupirlo se mancha de azul.

**Himenio:** decurrente, boletinoide con poros angulares, dentelados, laberintiformes, alargados de hasta 20mm longitud por 3mm de diámetro, de color amarillo a verde oliváceo, que se mancha de verde-café con la presión, los bordes de los poros se manchan de café-rojizo. Esporada café rojizo. Algunas manchas rojo púrpura, posibles restos larvales en la incisión y el píleo, que se nota una franja gruesa cartilaginosa de 2 mm. Los tubos se manchan de azul al corte.

**Estípite:** corto, de hasta 50mm longitud, atenuado en la basa, de 20-25mm de diámetro en el ápice, que es la parte más ancha. Superficie reticulada parcialmente y luego lisa a fibrilosa, se color rojo guinda a café rojizo. Se

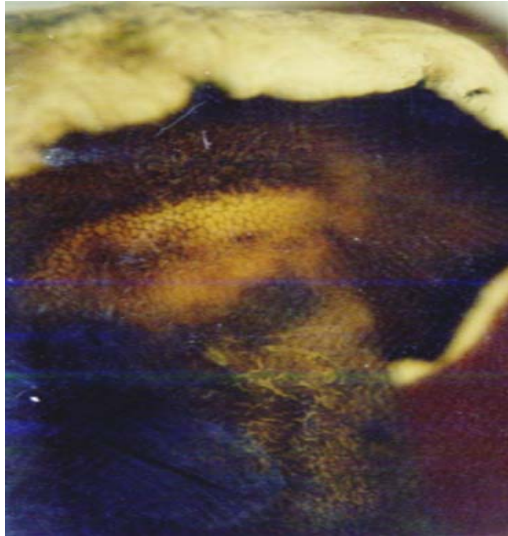
mancha de negruzco al tacto. Micelio blanquecino tomentoso en la base. Contexto lleno-fibroso, café rojizo y se mancha de púrpura a negruzco al corte.

**Olor:** fuertemente ferroso

**Sabor:** fúngico-afrutado, luego un poco amargo.

**Hábitat:** crece en grupos. Segunda recolecta en la USAC. La primera fue en 2010.

***Boletus* sp**



Procedencia: Muxbal, Santa Catarina Pinula

Recolectado y descrito por: R. Flores

**Píleo** plano convexo de 280x200 mm de diámetro, margen decurvado a algo recto; borde algo ondulado. Superficie seca muy areolada, color beige cuero (una parte que no parece areolada, es de color beige grisáceo, notoriamente tomentoso-areolada. Cutícula gruesa, aparentemente no desprendible, contexto beige claro que se oscurece con el aire. Cutícula de hasta casi 3 mm de grosor, algunas áreas del borde-margen son café rojo viváceo. Contexto amarillo pálido que se tiñe de azul grisáceo al corte.

**Himenóforo:** subdecurrente, boletinoide, con poros grandes de 1 mm, angulosos, dentelados, amarillentos a oro, que se manchan de azul negruzco con el maltrato; color amarillo oro en las partes jóvenes y menos expuestas, color café rojizo en las partes viejas, sobre todo en el margen. Poros laberintiformes. Tubos cortos de hasta 8 mm longitud y 1 mm de diámetro, de color amarillo oliváceo.

**Estípite** algo torcido hacia la mitad, robusto: 56x38 mm de diámetro y 170 mm de longitud. Retículo en la parte superior, inicialmente amarillo y luego café

rojizo a rojizo oliváceo, luego un área rojiza a manera de aro que continúa a café oliváceo finamente areolado y con áreas pun

teadas. El resto es fibriloso-tomentoso, de color café oliváceo y manchas cafés. La base rota, muestra el contexto amarillo fuerte hacia el cutis y luego rojo vino hacia el centro. Micelio basal beige. Contexto lleno, esponjoso fibriloso, amarillo pálido. Olor fuerte a hongo, sabor algo dulce.

**Reacciones químicas:** Con KOH 5% reacciona a rojo en tubos café vináceo. Con NaOH 5% igual que KOH 5%, pero sucede más rápido y se colorea más café. Con HCl se quita lo azul de los tejidos, y colorea algo café en los tubos. Con Melzer colorea de azul negruzco en los tubos y con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> decolora los tejidos y no se aprecia cambio de color.

***Boletus aff quercophilus*** Halling & G.M. Mueller



Procedencia: Chichicastenango, Quiché

Recolectado y descrito por: R. Flores

**Píleo:** plano convexo de 130 mm de diámetro o mayor aún. Centro deprimido, margen recto, borde apendiculado de 1mm de ancho, se mancha de café a la presión. Superficie finamente tomentosa de color café cuero S<sub>33</sub>O<sub>41</sub>Y<sub>33</sub> a café chocolate S<sub>70</sub>O<sub>41</sub>Y<sub>15</sub> o café negruzco-rojizo en las áreas decurrentes S<sub>80</sub>O<sub>50</sub>Y<sub>07</sub>S<sub>90</sub>)<sub>50</sub>Y<sub>04</sub>; superficie finamente areolada en áreas del margen y algunas del centro. Contexto lleno blanco marfil, con color café bajo la cutícula, higróforo sobre el himenio. Cutícula solo desprendible en el borde dejando color beige bajo ella.

**Himenio:** sinuado, blanquecino en jóvenes, y amarillo ocráceo al madurar. Se mancha algo de rosa-naranja pálido al tacto (S<sub>00</sub>O<sub>20</sub>Y<sub>11</sub>). Poros redondeados, amarillos, laberintiformes; 1/mm. Tubos amarillos, separables, de 1mm de grosos y al menos 1 mm longitud.

**Estípite:** atenuado en el ápice, 25mm diámetro en ápice y 40 mm diámetro en la base. Ápice de color café oscuro oliváceo S<sub>70</sub>O<sub>26</sub>Y<sub>15</sub> cubierto de un fino retículo blanco que se extiende hasta 2/3 de la longitud del pie. La parte media



y basal es blanquecina, y el retículo se agranda, ensancha y se mancha de café oscuro. La base es un poco torcida con micelio tomentoso blanco. Contexto lleno, blanco, esponjoso firme, se mancha algo de grisáceo al corte en la base y parte media, en áreas higróforo, el resto permanece casi intacto.

**Olor** fúngico, fuerte, un tanto molesto que puede marear o dar náusea. Sabor fúngico, un poco astringente al primer contacto (contexto pie), el del píleo es algo ácido pero suave Boletoide. Poco sabor.

**Hábitat:** crece solitario. Lo notorio en esta muestra es el color del pie y su olor, que lo aleja del resto del grupo edulis.

## ***Gyrodon lividus* (Bull.) Saccardo**

Procedencia: Todos Santos Cuchumatán

Recolectado y descrito por: R. Flores (Proyecto de investigación: *Hongos ectomicorrícicos asociados a Abies guatemalensis, Pinus rudis y P. ayacahuite de la Sierra de los Cuchumatanes, Huehuetenango y su aprovechamiento en la producción de planta forestal micorrizada*. 1998)

**Píleo** plano convexo de 56 – 80 mm de diámetro, superficie tomentosa viscosa a subglutinosa en húmedo, de color mostaza con pequeñas fibrillas de color rojizo negruzco y que con el maltrato cambia el color de la superficie a un café violáceo en algunos ejemplares. La coloración es beige rosado hasta un color café carne. Cutícula desprendible. Contexto de color amarillento el cual se mancha a café rojizo oscuro con el aire y maltrato, margen decurvado, borde apenticulado entero de 2 mm de ancho, ondulado a lobulado.

**Himenóforo** decurrente con poros grandes de hasta 2 mm de longitud, alargados laberintiformes, de color amarillo oliváceo a verde oliváceo y finalmente café naranja. Tubos de hasta 2.5 – 3.0 mm de largo, no desprendibles. Se mancha de azul negruzco con el tacto rápidamente.

**Estípite** cilíndrico oblicuo, finamente fibriloso algo tomentoso de color café rojizo y tonos beige, se mancha de café negruzco rojizo con el maltrato. Micelio basal blanquecino, tomentoso y algo amarillento en fresco. Olor afrutado.

**Reacciones químicas:** Con NaOH y KOH reacciona a negro de inmediato en el contexto del estípite, negro purpúreo en los tubos. Con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> colorea el contexto del estípite de naranja, el contexto del píleo naranja claro y los tubos de amarillo verdoso. Con Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> se colorea de negruzco el contexto del estípite, grisáceo el contexto del píleo y los tubos de verde, con FeCl<sub>3</sub> se colorea de púrpura negruzco el contexto del estípite, grisáceo el contexto del píleo y verdoso los tubos.

**Hábitat y distribución geográfica:** Crece en grupos en lugares poco visibles cerca de tocones y puede alcanzar diámetros más grandes de píleo. Se degrada con facilidad y toma color café verdoso.

## ***Gyrodon monticola***Singer

Procedencia:Uspantán, Quiché

Recolectado y descrito por: R. Flores (Proyecto de Investigación: Hongos comestibles de Guatemala: Diversidad, Cultivo y Nomenclatura Vernácula, Fase III, 2003)

**Píleo** plano convexo, superficie fibrilosa gruesa y tomentosa hacia el borde. De 28-50 mm de diámetro o más. Margen decurvado – curvado, borde entero a ondulado. Cutícula no desprendible. Color amarillo pajizo con fibras radiales café oscuro en especímenes jóvenes y casi liso en adultos. Contexto amarillo pálido que se mancha de rojojo al corte.

**Himenóforo** amarillo pálido en especímenes jóvenes a oliváceo. Se mancha de azul al tacto. Poros muy cortos, 1 mm, alargados, boletinoides, claramente decurrente sobre el estípite y marcada delimitación.

**Estípite** atenuado en la base, de color café rojizo pálido pero se mancha de café chocolate con el tacto. Micelio basal amarillo muy pálido a blanquecino. Contexto lleno, color café chocolate rojizo en la base y algunos tonos verde pálido. Olor afrutado y sabor afrutado ácido.

**Reacciones químicas:** Con  $\text{FeSO}_4$  sobre el contexto y tubos se colorea de gris verdoso. Con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  reacciona a color amarillo naranja. El KOH sobre el contexto reacciona dando un color rosado.

**Observaciones:** El ejemplar adulto no presenta píleo fibriloso, pero el himenio es boletinoide, el color del estípite es rojizo y el contexto se mancha de rosado con KOH.

**Lys Mariela Hernández Montufar**  
**Autora**

**Dr. Roberto Flores Arzú**  
**Asesor**

**Licda. María del Carmen Bran**  
**Revisora**

**Dr. Rubén Velásquez**  
**Revisor**

**M.A. María Eugenia Paredes S.**  
**Directora Escuela Química Biológica**

**Dr. Óscar Cobar Pinto**  
**Decano Facultad CCQQ y Farmacia**