

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS**  
**ESCUELA DE BIOLOGÍA**

**ENTOLOMATACEAE (AGARICALES, BASIDIOMYCOTA) DE BOSQUES  
PROTEGIDOS DE TIERRAS ALTAS, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ, PANAMÁ**

**ESTUDIANTE**

**JOSÉ I. RODRÍGUEZ CEDEÑO**

**4 756 938**

**ASESORES**

**Dra. TINA A. HOFMANN**

**M.Sc. ROSA V. VILLARREAL**

**M.Sc. MARITZA VEGA**

**SOMETIDO A LA CONSIDERACION DE LA COMISIÓN DE TESIS DE LA  
ESCUELA DE BIÓLOGÍA PARA OBTAR POR EL GRADO DE LICENCIADO  
EN BIOLOGÍA**

**CHIRIQUÍ, PANAMÁ 2015-2016**

## DEDICATORIA

---

Dedicado a Dios por permitirme alcanzar esta meta  
y en memoria de mi Abuela María E. Correa que  
tanto amo y extraño.

*“Una meta es un faro. Quien tenga una meta clara jamás será  
alcanzado por la noche de la indecisión”*

*-Andrew Corentt*

RJST 800

## **AGRADECIMIENTOS**

---

Agradezco al Ministerio de Ambiente (MiAmbiente) por los permisos de colecta requeridos para trabajar en las áreas protegidas.

Al Herbario (UCH) por brindarme sus instalaciones, el equipo y la literatura.

A mi asesora la Dra. Tina A. Hofmann por su enseñanzas, orientación, revisiones y el tiempo dedicado para este estudio.

A la Profa. Rosa V. Villarreal por tiempo para las revisiones, consejos y apoyo,

A la Profa. Maritza Vega por las revisiones y correcciones del borrador de la tesis.

A la Dra. Meike Piepenbring y Mag. Pharm. Hermine Lotz-Winter de la Universidad Goethe en Frankfurt am Main, Alemania por brindar ayuda con literatura especializada y los análisis moleculares.

Al Dr. Timothy Baroni de la State University of New York College en Cortland, Estados Unidos, por su apoyo con la confirmación de las especies identificadas.

A mis amigos y compañeros Calixto Rodríguez, Nikelly Guerra, Rubén Valdés, Sofía Cáceres, Yuliani Sánchez, Zabdy Samudio, Zuleika Serracín por el apoyo brindado en las giras de campo y el ambiente amigable para trabajar en el Herbario (UCH).

Agradezco a mi familia por el apoyo incondicional que me brindaron durante mis estudios y trabajo de graduación, en particular a mi Madre Glenis Cedeño, a mi Abuelo Aurelio Cedeño por sus esfuerzos innegable, por hacer de mi un hombre de bien y apoyarme para alcanzar mis metas.

A Liliana Arauz por su cariño, apoyo incondicional y por resistir los momentos difíciles estando conmigo aún en la distancia.

A todas las personas que contribuyeron de alguna u otra forma al desarrollo de este estudio.

A la Vicerrectoría de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Chiriquí por financiar parcialmente esta investigación, a través del Programa de Subsidios a la Investigación 2015.

# INDICE GENERAL

---

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
INDICE GENERAL.....	IV
INDICE DE FIGURAS .....	VI
LISTA DE CUADROS .....	VII
RESUMEN.....	VIII
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 ENTOLOMATACEAE .....	1
1.2 HISTORIA DE LA FAMILIA ENTOLOMATACEAE.....	5
1.3 ESTUDIOS MOLECULARES .....	5
1.4 CLASIFICACIÓN ADOPTADA.....	6
1.5 ENTOLOMATACEAE EN PANAMÁ.....	6
<b>2. MATERIALES Y MÉTODO .....</b>	<b>8</b>
2.1. ÁREA DE ESTUDIO .....	8
2.2. PARQUE INTERNACIONAL LA AMISTAD (PILA) .....	8
2.3. PARQUE NACIONAL VOLCÁN BARÚ (PNVB).....	8
2.4. COLECCIÓN DE MUESTRAS.....	9
2.5. ANÁLISIS DEL MATERIAL EN EL LABORATORIO.....	12
2.5.1. Macromorfología.....	13
2.5.2. Micromorfología.....	13
2.5.3. Identificación taxonómica .....	13
2.6 ANÁLISIS MOLECULAR.....	14
2.7 PRESERVACIÓN Y DEPÓSITO DE MUESTRAS FÚNGICAS .....	15
2.8 DIBUJOS E ILUSTRACIONES .....	15
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>16</b>
3.1. RESULTADOS .....	16
3.1.1. COLECTAS .....	16
3.1.2. TAXONOMÍA, MORFOLOGÍA Y NOTAS DE LAS ESPECIES.....	17
1. <i>Alboleptonia sericella</i> .....	20
2. <i>Entoloma bloxamii</i> .....	21
3. <i>Entoloma aff. incanum</i> .....	23
4. <i>Entoloma cf. politum</i> .....	25
5. <i>Entoloma cf. quadratum</i> .....	27

6 <i>Entoloma</i> aff. <i>rhodopolium</i> .....	29
7 <i>Entoloma serrulatum</i> .....	31
8 <i>Inocephalus murrayi</i> .....	33
9 <i>Entoloma</i> sp. 1 .....	34
10 <i>Entoloma</i> sp. 2 .....	36
11 <i>Entoloma</i> sp. 3 .....	37
12 <i>Entoloma</i> sp. 4 .....	39
13 <i>Entoloma</i> sp. 5 .....	40
3.2. DISCUSIÓN .....	45
3.2.1. DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN .....	45
3.2.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS .....	48
3.2.2.1. Tipo de hábitos .....	48
3.2.2.2. Píleo .....	48
3.2.2.3. Lamelas .....	49
3.2.2.4. Estípite .....	50
3.2.2.5. Basidiosporas .....	50
3.2.2.6. Fíbulas .....	50
3.2.2.7. Basidios .....	51
3.2.2.8. Queilocistidios .....	51
3.2.2.9. Pileipellis .....	52
3.2.2.10. Análisis micromorfológico de Entolomataceae .....	52
3.2.2.11. Identificación de Entolomataceae basada en caracteres morfológicos y moleculares .....	53
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>54</b>
4.1. CONCLUSIONES .....	54
4.2. RECOMENDACIONES .....	55
<b>5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>57</b>

## INDICE DE FIGURAS

---

FIGURA 1: TIPOS DE CUERPOS FRUCTÍFEROS EN ENTOLOMATACEAE. ....	2
FIGURA 2: PRINCIPALES TIPOS DE SUPERFICIES PILEAR EN ENTOLOMATACEAE. ....	3
FIGURA 3: BASIDIOSPORAS DE ENTOLOMATACEAE.....	4
FIGURA 4: MAPA DE LOS SITIO DE COLECTA. ....	10
FIGURA 5: UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE COLECTA. ....	11
FIGURA 6: <i>ALBOLEPTONIA SERICELLA</i> (JR 60, JR 66) .....	21
FIGURA 7: <i>ENTOLOMA BLOXAMII</i> (JR 59).....	23
FIGURA 8: <i>ENTOLOMA</i> AFF. <i>INCANUM</i> (PA 891).....	25
FIGURA 9: <i>ENTOLOMA</i> CF. <i>POLITUM</i> (PA 638).....	27
FIGURA 10: <i>ENTOLOMA</i> CF. <i>QUADRATUM</i> (JR 62).....	29
FIGURA 11: <i>ENTOLOMA</i> CF. <i>RHODOPOLIUM</i> . (PA 637).....	31
FIGURA 12: <i>ENTOLOMA SERRULATUM</i> (PA 726) .....	33
FIGURA 13: <i>INOCEPHALUS MURRAYI</i> (PAN 623) .....	34
FIGURA 14: <i>ENTOLOMA</i> SP. 1 (PA 860) .....	36
FIGURA 15: <i>ENTOLOMA</i> SP 2. (JR 63).....	37
FIGURA 16: <i>ENTOLOMA</i> SP. 3 (PA 167) .....	39
FIGURA 17: <i>ENTOLOMA</i> SP. 4 (PAN 596).....	40
FIGURA 18: <i>ENTOLOMA</i> SP 5. (JR 64).....	42
FIGURA 19: ESPECIES DE ENTOLOMATACEAE EN ESTE ESTUDIO.....	43
FIGURA 20: MORFOESPECIES DE ENTOLOMATACEAE EN ESTE ESTUDIO .....	44

## LISTA DE CUADROS

---

CUADRO 1: SITIOS DE COLECTA UBICADOS EN EL PILA Y PNVB CON EL TIPO DE VEGETACIÓN Y ALTITUD.....	12
CUADRO 2: ESPECÍMENES DE ENTOLOMATACEAE DE PANAMÁ UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MOLECULAR. ....	14
CUADRO 3: ESPECIES DE ENTOLOMATACEAE ANALIZADAS EN ESTE ESTUDIO.....	16
CUADRO 4: DIFERENTES TIPOS DE BOSQUE REPORTADOS PARA LAS ESPECIES DE ENTOLOMATACEAE DE ESTE ESTUDIO. ....	47
CUADRO 5: TIPOS DE HÁBITOS ENCONTRADOS EN LAS ESPECIES DE ENTOLOMATACEAE DE PANAMÁ.....	49

## RESUMEN

---

La familia Entolomataceae (Agaricales, Basidiomycota) cuenta con aproximadamente 1 500 especies de macrohongos distribuidas geográficamente desde los trópicos hasta las regiones árticas, desarrollándose en casi todos los tipos de vegetación y suelos. Estos hongos en su mayoría son saprótrofos, y algunos parásitos o ectomicorrícicos. Especies de Entolomataceae poseen características macro- y microscópicas muy variables entre las que se destacan diferentes tipos de basidiocarpos agaricoides (collibioide, micenoide, omphalloide, pleurotoide, tricolomatoide), secotioides y gasteroides. Especies de Entolomataceae se distinguen de las demás familias de Agaricales especialmente por presentar esporas angulares nodulosas o longitudinalmente surcadas. Este grupo de hongos no se ha estudiado extensivamente en Panamá y actualmente se reportan para el país cuatro especies de Entolomataceae. Por ello la finalidad de este estudio fue realizar por primera vez un trabajo de referencia sobre la familia Entolomataceae en Panamá, documentando la diversidad existente en bosques protegidos de Tierras Altas, Chiriquí. Se realizaron extensivos muestreos en el Parque Nacional Volcán Barú y en el Parque Internacional La Amistad. Fueron colectados 27 especímenes de Entolomataceae, todos identificados hasta nivel de género, ocho hasta nivel de especies y cinco no se lograron identificar hasta especies. Los especímenes encontrados pertenecen a los géneros *Alboleptonia*, *Entoloma* e *Inocephalus*. Siendo *Entoloma* el género con 11 especímenes diferentes colectado. Con el presente trabajo el número de especies de Entolomataceae conocidas para Panamá aumenta de cuatro a 12 especies. Las ocho especies encontradas representan nuevos reportes para el país. Sin embargo, hace falta confirmar la identidad de las muestras identificadas a nivel de género y de los cinco especímenes de *Entoloma* utilizando literatura especializada y análisis moleculares. Es necesario realizar más exploraciones para documentar en detalle la diversidad existente de estos hongos en la zona y conocer los roles ecológicos que juegan las Entolomataceae en este ecosistema en particular.

**Palabras clave:** Hongos, esporas angulares, nuevos reportes, *Entoloma*, Panamá

# 1. INTRODUCCIÓN

---

El reino Fungi es el segundo grupo más grande y diverso dentro del Dominio Eukaryota (Martin et al. 2011; Müller et al. 2007). El cual se compone de organismos unicelulares y multicelulares heterotróficos que desempeñan un papel muy importante en el ecosistema en muchos aspectos (Stamets 2005). Donde encontramos organismos saprótrofos que ayudan con la descomposición de materia orgánica muerta, transformándola en sustancias de reserva para otros organismos vivos. Desarrollan interacciones simbióticas como las micorrizas, que permiten el buen desarrollo de algunas plantas y algunos actúan como patógenos (Angelini et al. 2015; Guzmán 1998).

La biodiversidad de este grupo a nivel mundial según Hawksworth (1991, 2001) es aproximadamente de 1.5 millones de especies de hongos, de los cuales solo el 5-10 % han sido descubiertas y descritas (Zervakis & Venturella 2007). Para el caso de los macrohongos (visible a simple vista) según Müller et al. (2007), a nivel mundial se han descrito 21 679 especies de las cuales hoy en día se estima que deberían de existir entre 53 000 a 110 000 especies. Demostrando así, que existe un gran vacío en los estudios fúngicos a nivel mundial.

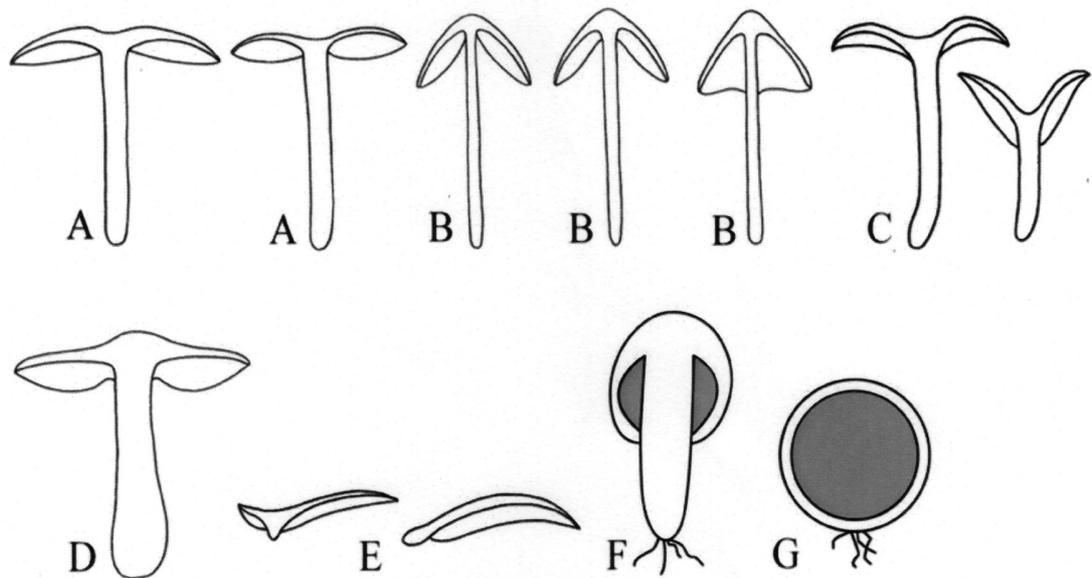
## 1.1 Entolomataceae

A nivel mundial la familia Entolomataceae Kotl. & Pouzar (Agaricales, Basidiomycota), es una de las más ricas en especies (Co-David et al. 2009) con aproximadamente 1 500 especies descritas (Baroni et al. 2011). Entre ellos se destaca el género *Entoloma* (Fr.) P. Kumm s.l. con aproximadamente 1 000 taxones (Moncalvo et al. 2002; Kirk et al. 2008). Los organismos pertenecientes a esta familia tienen una amplia distribución geográfica desde el ártico, hasta las zonas tropicales (Horak 1980, 2008; Baroni 1981; Largent 1994; Noordeloos 2004; Gates & Noordeloos 2007) y son capaces de desarrollarse en casi todos los tipos de vegetación y suelos (Co-David et al. 2009; Noordeloos & Gates 2012). Existen especies saprótrofas que crecen en suelo, madera o parásitos sobre otros hongos o plantas; o son especies ectomicorrícicas que forman una asociación mutualista con las raíces de ciertas plantas superiores (Agerer & Waller 1993; Kobayashi & Hatano 2001; Montecchio et al. 2006; Noordeloos 2004).

Las especies de Entolomataceae son muy variables en características macro- y micromorfológicas. Entre las especies de la familia el crecimiento agaricoide

## Introducción

(*Entoloma s.l.*) es el más predominante. Según Noordeloos & Gates (2012) el tipo de crecimiento agaricoides se subdivide en el esporocarpio tipo **colibioide**, que se parece a un cuerpo fructífero de una especie de *Collybia* con píleo convexo o plano convexo con un romo o centro ligeramente deprimido y lamelas adnadas-emarginadas o casi libres (Figura 1 A). El esporocarpio **micenoide** parece como de una especie de *Mycena* con forma cónica píleo campanulado, estípite largo y delgado y lamelas libres o adnadas (Figura 1 B). El esporocarpio **omphaloide** parece a una especie de *Omphalia* o *Clitocybe* con un píleo deprimido infundibuliforme y lamelas decurrentes (Figura 1 C). El esporocarpio **tricolomatoide** parece una especie de *Tricholoma* con píleo convexo-umbonado, un estípite relativamente grueso y lamelas adnatas emarginadas a libres (Figura 1 D). El cuerpo fructífero **pleurotoide** parece una pequeña especie de *Pleurotus* o *Crepidotus* con estípite lateral el cual está a menudo reducido o ausente (Figura 1 E). Los hábitos secotioides (Figura 1 F) y gasteroides (Figura 1 G) son los menos frecuentes (Baroni & Matheny 2011).



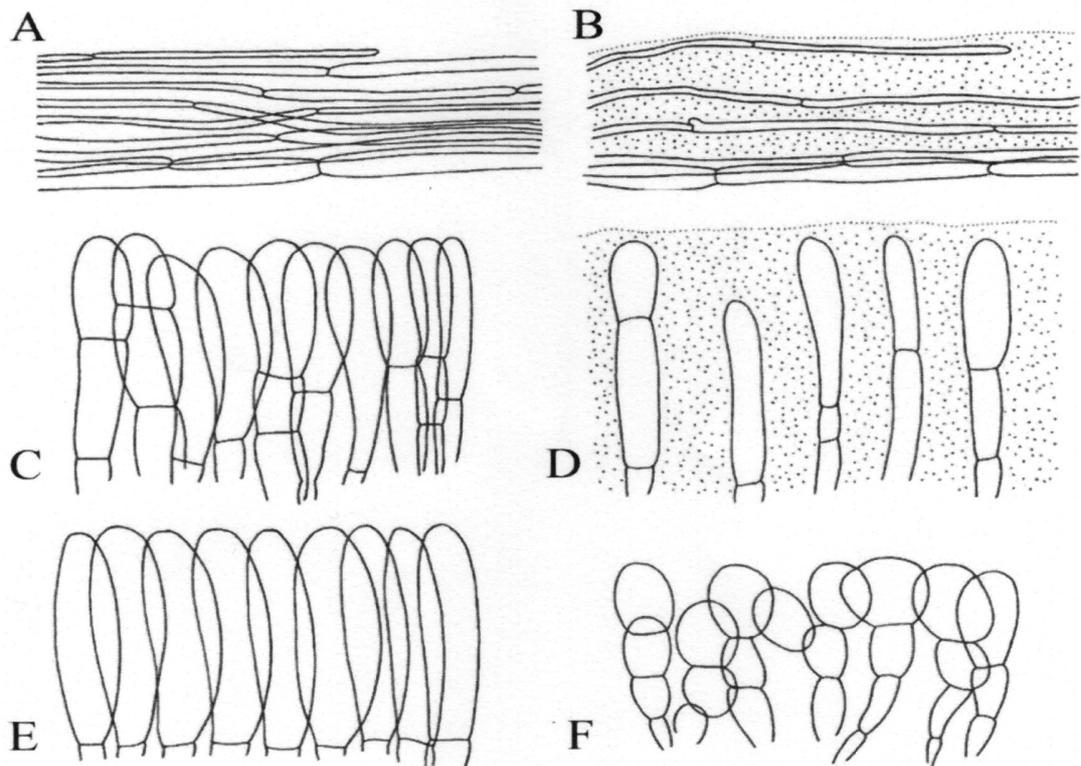
**Figura 1: Tipos de cuerpos fructíferos en Entolomataceae.** A. colibioide. B. micenoide. C. omphaloide. D. tricolomatoide. E. pleurotoide. F. secotioides. G. gasteróides. Fuente: Modificado de Noordeloos & Gates (2012).

La familia Entolomataceae posee características morfológicas distintivas a nivel de los cuerpos fructíferos, como por ejemplo un píleo con superficie glabra, fibrilosa o escamosa, de textura frágil o carnosa. Las lamelas pueden ser decurrentes, sinuosas, adheridas, en algunas excepciones libres y presentan una coloración blancuzca a rosada. Tienen un estípite cilíndrico mayormente, también pueden ser clavado de posición central, en algunas especies de la familia es ausente, como en *Claudopus* y *Paraecilia* (Kotlaba & Pouzar 1972; Largent 1994;

## Introducción

Pegler 1983; Singer 1986). Poseen una esporada de color rosa principalmente, café-rosáceo o gris rosáceo.

Según Largent (1994), la disposición de las hifas en el píleo es una característica importante a nivel microscópico para la diferenciación entre algunos géneros de la familia. La superficie del píleo puede variar desde **cutis** (Figura 2 A), con hifas dispuestas radialmente; **ixocutis** (Figura 2 B), cuando las hifas se encuentran dentro de una capa gelatinosa; **tricodermis** (Figura 2 C), los elementos de esta pileipelis son erectos y septados, no se originan en el mismo nivel; **ixotricodermis** (Figura 2 D), cuando los elementos de la tricodermis están incrustado en una capa gelatinosa. La **himenidermis** (Figura 2 E), son hifas cilíndricas, clavadas o globosas dispuestas en capas que se originan en el mismo nivel, con una disposición parecida a de los basidios en el himenio. La pileipelis tipo **epitelio** (Figura 2 F), está compuesta por cadena de hifas erectas y globosas (Noordeloos & Gates 2012).



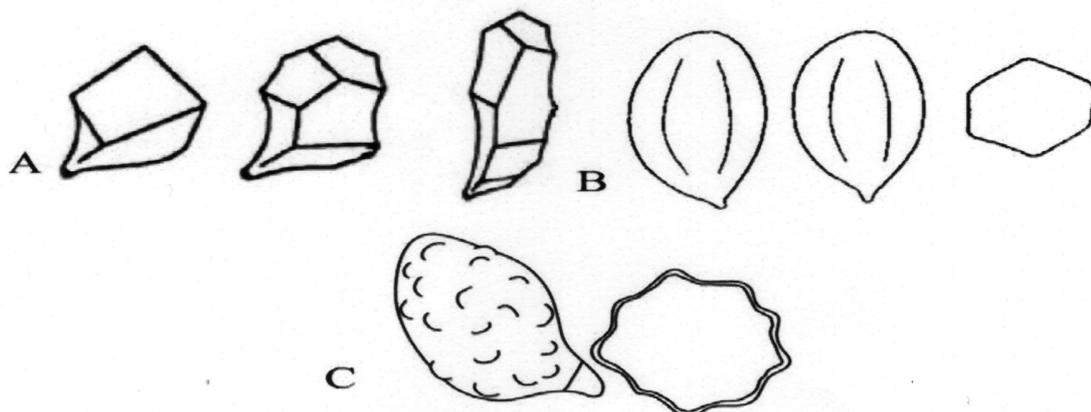
**Figura 2: Principales tipos de superficies pilear en Entolomataceae.** A. Cutis. B. Ixocutis. C. Tricodermis. D. Ixotricodermis. E. Himenidermis. F. Epitelio. Fuente: Noordeloos & Gates 2012.

Los basidios tienen de 2 a 4 esterigmas, son generalmente claviformes y algunas veces presentan pigmentos intracelulares. Los cistidios en

## Introducción

Entolomataceae, son un criterio taxonómico muy importante en la determinación de especies (Noordeloos & Gates 2012), encontrándose en las lamelas (pleurocistidios y queilocistidios), en el estípite (caulocistidios) y sobre el píleo (píleocistidios). También la presencia o ausencia de fíbulas, más la localización de la mismas, es una característica que ayuda en la distinción de algunos géneros (Horak 1980; Largent 1994).

Las basidiosporas tienen en su mayoría una forma angular muy característica, sin embargo, algunos géneros presentan basidiosporas angulares rugosas o longitudinalmente surcadas (Figura 3). La forma y ornamentación particular de las basidiosporas de especies de Entolomataceae distinguen la familia de los demás Agaricales (Noordeloos & Gates, 2012). Aparte del color de la esporada y la forma de las basidiosporas, existe otra característica típica de Entolomataceae: una capa interna en la pared de la basidiospora llamada epicorium, la cual causa la apariencia angular de la espora (Co-David et al. 2009; Cléménçon 2012). Las especies de Entolomataceae presentan tres tipos de basidiosporas. Basidiosporas **entolomatoides** (Figura 3 A) tienen caras interconectadas que forman ángulos distintivos en todas las vistas, características para los géneros *Entoloma*, *Rhodocybella* T.J. Baroni & R.H. Petersen, *Rhodogaster* E. Horak y *Richoniella* Costantin & L.M. Dufour. Basidiosporas del tipo **clitopiloides** (Figura 3 B) desarrollan surcos y bordes longitudinales que dan una apariencia angular sólo en vista polar y son característicos para especies del género *Clitopilus* (Fr. ex Rabenh.) P. Kumm. Basidiosporas **rodociboides** (Figura 3 C) presentan verrugas o protuberancias que dan una apariencia finamente angular en todas las vistas, las cuales son típicas en especies del género *Rhodocybe* Maire (Singer 1986; Largent & Baroni 1988; Co-David et al. 2009).



**Figura 3: Basidiosporas de Entolomataceae.** A. Entolomatoides (angulares en vista polar). B. Clitopiloides (longitudinalmente sulcadas en vista lateral). C. Rodociboides (rugosas o nodulosas-anguladas en vista lateral). Fuente: Modificado de Noordeloos & Gates (2012).

## 1.2 Historia de la Familia Entolomataceae

Linnaeus (1753) realizó el primer registro de una especie de Entolomataceae con el nombre *Agaricus clypeatus* L. (sinónimo de *Entoloma clypeatum* (L.) P. Kumm). El primer autor en separar especies de hongos con esporada rosada dentro del género *Agaricus* fue Fries (1821), el cual reunió bajo la serie *Hyporhodium* cinco tribus, basándose en la forma del píleo, lamelas y tamaño del estípote: *Clitopilus*, *Eccilia*, *Leptonia*, *Nolaena*.

Fries (1836) modificó la clasificación e incluyó a especies que presentaban un velo universal en la tribu *Volvaria* (Fr.) P. Kumm, y otras dos nuevas tribus, *Entoloma* y *Pluteus* (Fr.) en *Agaricus* serie *Hyporhodium*. Kummer (1871 citado por Pennycook 2002), elevó las tribus propuestas por Fries a géneros, donde *Pluteus* y *Volvaria* (*Volvariella* Speg.) fueron ubicados en la familia Pluteaceae.

Quelét (1886) creó un nuevo género *Rhodophyllus*, agrupando todas aquellas especies que presentaban lamelas rosadas, adnatas u onduladas y esporas angulares, incluyendo a las mismas especies que Fries agrupó en la serie *Hyporhodium*. Siendo esta clasificación invalidada por ser superflua a la que Fries propuso en 1821. Según McNeill et al. (2011), el código Internacional de Nomenclatura de Algas, Hongos y Plantas, define en el artículo 11 que el nombre correcto para cualquier taxón de familia a género será el más antiguo dentro del mismo nivel y de tal modo se invalidó el género creado por Quelét.

Donk (1949) agrupó todos los géneros publicados por Kummer (1871) en un único género nombrado *Entoloma*. Singer (1949) propuso agrupar en una sola familia llamada *Rhodophyllaceae* aquellas especies con esporada rosa y esporas angulares, observadas por Quelét (1886), además de los géneros *Clitopilus* y *Rhodocybe*. Singer propuso a *Rhodophyllus* como género tipo, y debido a la invalidez del nombre genérico, *Rhodophyllaceae* no se podía utilizar (Karstedt 2010). Kotlaba & Pouzar (1972) propusieron el nombre de Entolomataceae y a *Entoloma* como el género tipo de la familia, resolviendo la problemática de la nomenclatura de este grupo.

## 1.3 Estudios Moleculares

La clasificación de especies de Entolomataceae ha sido una fuente de debates entre los micólogos. La familia tradicionalmente fue aceptada como una agrupación monofilética dentro de los Agaricales, debido a las características morfológicas distintivas que presentan las basidiosporas (Pegler & Young 1979; Singer 1986). Moncalvo et al. (2002) analizaron el ADN nuclear (LSU) de 43 especies de Agaricales con esporas entolomatoides y demostraron la segregación

## Introducción

de especies de Entolomataceae en dos clados: el clado entolomatoide con especies con basidiosporas con caras interconectadas que forman ángulos distintivos en todas las vistas y el clado rodociboide con especies con basidiosporas verrugosas o con protuberancias que dan una apariencia angular en todas las vistas. Sin embargo, el estudio contó con poco apoyo estadístico. Matheny et al. (2006) corroboró con un análisis multigénico (18S, 25S, 5.8S rADN, RPB1, RPB2) de ocho especies de Entolomataceae la presencia de los dos subclados. Co-David et al. (2009) presentaron un análisis filogenético de 70 especies de Entolomataceae utilizando tres genes (LSU, RPB2, mtSSU). El estudio apoyo significativamente la monofilia de la familia Entolomataceae y corrobora la segregación de los mismos en dos clados.

### 1.4 Clasificación adoptada

Existe una diferencia entre autores en la clasificación que se debe adoptar en Entolomataceae. Algunos de ellos consideran que aquellas especies con basidiosporas angulares no presentan características suficientes para ser agrupadas en más de un solo género, ubicando a todas dentro de *Entoloma s.l.*, con subgéneros (Hesler 1967; Horak 1980, 2008; Singer 1986; Noordeloos 1992; Manimohan et al. 2006; Noordeloos & Gates 2012). Por otro lado, otros autores aseguran que especies de la familia Entolomataceae poseen caracteres suficientes para la separación en géneros independientes (Dennis 1970; Baroni 1990; Largent 1994; Baroni & Lodge 1998; Baroni et al. 2012.).

En el presente trabajo se utilizó la clasificación propuesta por Largent (1994), en la cual el autor postula que la familia posee diferencias significativas en la estructura de las hifas en la superficie pilear. De tal forma, Largent (1994) divide las especies entolomatoide (con basidioma agaricoide y esporas angulares) en 13 géneros: *Alboleptonia* Largent & Benedict, *Calliderma* (Romagn.) Largent, *Claudopus* Gillet, *Clitopiloides* (Romagn.) Largent, *Entoloma s.str.* (Fr.) P. Kumm., *Fibropilus* (Noordel.) Largent, *Inocephalus* (Noordel.) P.D. Orton, *Leptonia* (Fr.) P. Kumm., *Nolanea* (Fr.) P. Kumm., *Paraeccilia* Largent, *Paraleptonia* (Romagn. ex Noordel.) P.D. Orton, *Pouzarella* Mazzer e *Trichopilus* (Romagn.) P.D. Orton. y también reconoce géneros con especies que presentan hábito tipo secotioide (*Rhodogaster*), cifeloide (*Rhodocybella*), gasteroide (*Richoniella*) y *Rhodocybe*.

### 1.5 Entolomataceae en Panamá

Los registros de especies de Entolomataceae para América del Norte, América Central y América de Sur, se encuentran distribuidas en diversas publicaciones de Agaricales, monografías o listas de verificaciones regionales de macrohongos. Los Estados Unidos posee la mayor cantidad de trabajos realizados

## Introducción

en América, donde sobresalen los estudios de Baroni (1990), Hesler (1967), Largent (1974, 1977, 1994), Largent & Thiers (1972), Noordeloos (1988, 2008a) y Smith & Hesler (1940). En América Central destacan los trabajos de Baroni et al. (2008), Baroni & Halling (2000), Baroni & Ortiz (2002), Ovrebo & Baroni (2007) y Largent et al. (2008). Trabajos realizados en Sudamérica son de Aime et al. (2010), Coimbra et al. (2013), Dennis (1953, 1961, 1970), Horak (1982), Karstedt & Capelari (2010, 2013), Singer (1969) y Pegler (1997).

Para Panamá el estudio de Entolomataceae ha sido muy limitado y pocos registros de este grupo de hongos fueron proporcionados por Guzmán & Piepenbring (2011), Ovrebo & Baroni (2007), Piepenbring (2006) y Zuck (1946). Las especies de Entolomataceae reportadas para Panamá son: *Alboleptonia cylindrocapitata* T.J. Baroni & Ovrebo, *Claudopus variabilis* (Pers) Fr., *Rhodocybe densifolia* T.J. Baroni & Ovrebo, *Rhodocybe luteocinnamomea* T.J. Baroni & Ovrebo, todos son reportes para la provincia de Panamá, Isla Barro Colorado (Coimbra 2014).

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

---

### **2.1. Área de Estudio**

La provincia de Chiriquí se encuentra ubicada en la región oeste de Panamá limitado en el norte por la provincia de Bocas del Toro y la comarca Ngäbe-Buglé, en el oeste por la República de Costa Rica, en el este por la Provincia de Veraguas y en el sur por el océano Pacífico. El Volcán Barú (3474 m s.n.m.) es la mayor elevación del país y se encuentra en la zona protegida del Parque Nacional Volcán Barú. La provincia cuenta con tres tipos de clima: tropical oceánico de montaña baja, tropical de montaña baja, tropical de montaña media y alta (ANAM 2010). En el área se presentan dos estaciones: la estación seca (diciembre hasta marzo) y la estación lluviosa (agosto hasta noviembre) en la cual se presenta mayor precipitación (Correa et al. 2004).

### **2.2. Parque Internacional La Amistad (PILA)**

El PILA es un área protegida de 207 000 hectáreas ubicada en la Cordillera de Talamanca entre la frontera de Costa Rica y Panamá. En Panamá el PILA incluye las provincias de Bocas del Toro y Chiriquí (Figura 4). El parque presenta un clima tropical húmedo con variaciones que van desde los 24 °C a los 15 °C en zonas más altas (ANAM 2004). En esta región se pueden encontrar siete zonas de vidas según Holdridge (1979), de las cuales cuatro están ubicadas en las laderas del Caribe Oriental (bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo tropical, bosque muy húmedo premontano, bosque pluvial premontano), tres en las pendientes con orientación al Pacífico (bosque húmedo montano bajo, bosque muy húmedo montano bajo, bosque montano muy húmedo) y dos zonas representativas de mayor altitudes en el cerro Fábrega que se consideran como páramo pluvial sub-alpino Holdridge (1979).

### **2.3. Parque Nacional Volcán Barú (PNVB)**

El PNVB cuenta con una extensión de 14 322 hectáreas y toda su extensión se encuentra en la provincia de Chiriquí en la vertiente del Pacífico (Figura 4). El Volcán Barú ubicado en las proximidades de la Cordillera de Talamanca, es el punto de mayor elevación del país (3 474 m s.n.m.) con temperaturas medias anuales que fluctúan entre los 20 °C en las zonas bajas hasta menos 10 °C en su cumbre (ANAM 2004). Este parque presenta una precipitación media anual en sus zonas bajas de 4 000 mm, mientras que en las zonas altas es de 6 000 mm (ANAM

## Materiales y Métodos

2004). Las zonas de vida que se registran en el parque son: bosque húmedo montano bajo, bosque muy húmedo montano bajo, bosque pluvial montano bajo, bosque pluvial montano, bosque muy húmedo montano bajo, bosque pluvial premontano (ANAM 2010).

### **2.4. Colección de muestras**

Las muestras de Entolomataceae fueron colectadas durante varias giras de campo, en algunos de los senderos en el PILA y caminos de acceso a la cima del Volcán Barú en el PNVB, en diferentes tipos de vegetación y gradientes altitudinales (Cuadro 1). Las colectas se realizaron entre abril y diciembre del 2015.

Los especímenes fueron colectados al azar en las laderas de los caminos tomando en cuenta diferentes sustratos (suelo, hojarasca, madera). Durante la colecta se documentó en un cuaderno el sustrato, el color, el olor, la forma y tamaño del cuerpo fructífero y el tipo de hábito. La posición y altitud exacta de cada muestra fue determinada con un GPS Garmin Etrex 10. Además, se registraron datos del tipo de vegetación que rodeaba el espécimen (Guzmán & Piepenbring 2011). Para la colecta se utilizó una cuchilla o puñal, para extraer los basidiocarpos enteros con una porción pequeña del sustrato en su base. En la medida de lo posible se colectaron especímenes tanto jóvenes como maduros. Los basidiomas frescos fueron fotografiados en campo o más tardar en el laboratorio del Herbario (UCH) para registrar en estado fresco todos los caracteres morfológicos importantes para su posterior determinación. Los hongos recolectados se colocaron en papel aluminio o bolsas de papel manila, de manera que se pudieran cerrar los extremos sin ocasionar daños a las muestras (Mata et al. 2009). El traslado de los basidiocarpos desde el campo al laboratorio del Herbario (UCH), se realizó en cajas plásticas, para evitar así el deterioro de las muestras (Lodge et al. 2004).

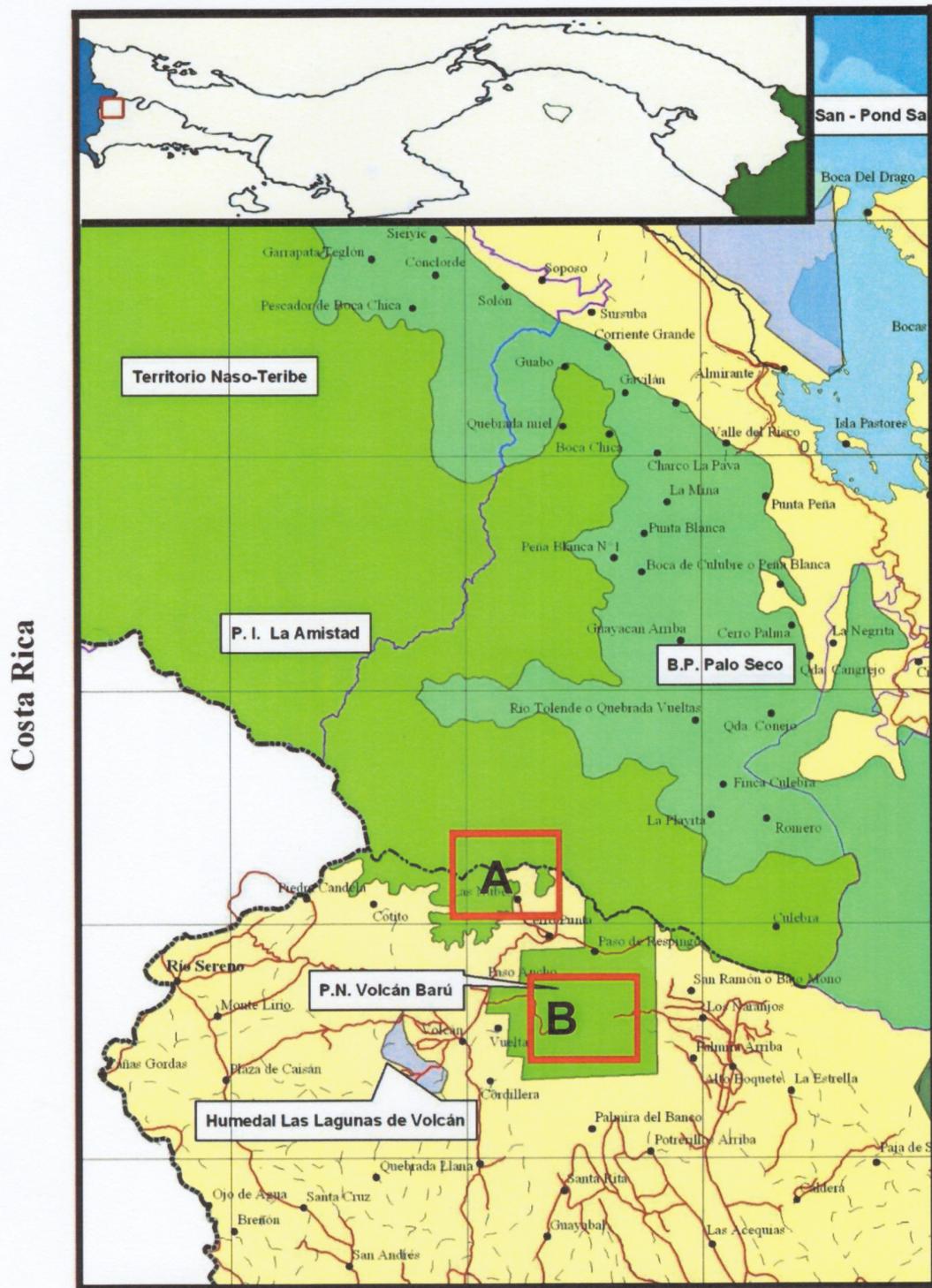
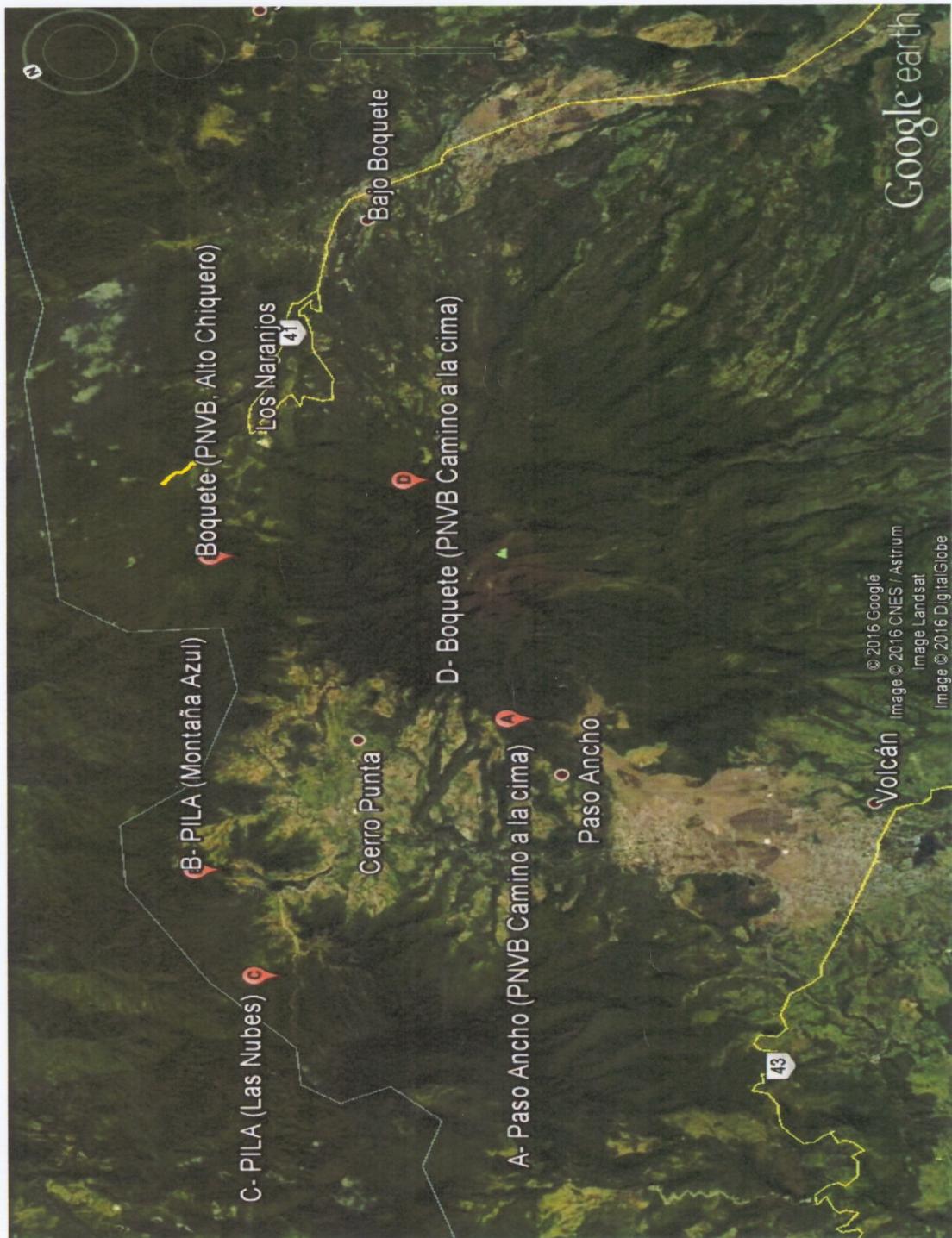


Figura 4: Mapa de los sitios de colecta. A: Parque Internacional La Amistad (PILA). B: Parque Nacional Volcán Barú. (PNVB). Fuente: ANAM (2010).



**Figura 5: Ubicación de los sitios de colecta. A:** Paso Ancho (PNVB). **B:** Montaña Azul. (PILA). **C.** Las Nubes (PILA). **D.** Boquete, camino a la cima (PNVB). **E.** Boquete, Alto Chiquero (PNVB). Fuente: Google Earth. 2016.

**Cuadro 1. Sitios de colecta ubicados en el PILA y PNVB con el tipo de vegetación y altitud.** Los sitios de colecta fueron enlistados en orden alfabético. Los tipos de vegetación son definidos según ANAM (2010). Las estimaciones altitudinales son indicadas en m s.n.m.

Sitios de colectas	Tipo de vegetación	Altitud
<b>Parque Internacional La Amistad</b>		
<b>Entre Ríos, Montaña Azul</b>	Bosque perennifolio ombrófilo tropical, latifoliado nuboso, poco intervenido, se desarrolla ganadería en los límites del bosque.	2 340
<b>Sendero a La Cascada</b>	Bosque perennifolio ombrófilo tropical, latifoliado nuboso, no intervenido.	2 416
<b>Sendero Panamá Verde</b>	Bosque perennifolio ombrófilo tropical, latifoliado altimontano, presenta actividad antropogénica de senderismo.	2 180
<b>Parque Nacional Volcán Barú</b>		
<b>Boquete, Alto Chiquero</b>	Bosque perennifolio ombrófilo tropical, latifoliado montano, bastante intervenido, propiedades privadas desarrollando la ganadería.	1 875
<b>Boquete, camino a la cima del Volcán Barú</b>	Bosque perennifolio ombrófilo tropical, latifoliado altimontano, presenta actividad antropogénica de senderismo.	1 800-2 042
<b>Volcán, Paso Ancho, camino a la cima del Volcán Barú.</b>	Bosque perennifolio ombrófilo tropical, latifoliado nuboso, presenta actividad antropogénica de senderismo, acceso en auto, intervenido.	2 432

## 2.5. Análisis del material en el laboratorio

La documentación morfológica e identificación de las muestras se realizó en el laboratorio del Herbario (UCH) de la Universidad Autónoma de Chiriquí. Si las

## Materiales y Métodos

muestras no se podían procesar inmediatamente, se almacenaban en una refrigeradora a 4 °C durante un máximo de tres días.

### 2.5.1. Macromorfología

Para cada basidiocarpo colectado (jóvenes y maduros) se registró el diámetro y la altura total del píleo y el estípite, las características del píleo (tamaño, forma, coloración, textura de la superficie y margen), de las lamelas (color, tipo de unión al estípite, margen y forma), del estípite (tamaño, forma, color, textura de la superficie y forma de la base) y la coloración de la esporada.

### 2.5.2. Micromorfología

Se realizaron cortes con la ayuda de un estereoscopio Carl Zeiss stemi DV4 y una navaja de afeitar de las siguientes estructuras: píleo donde se observó tipo de pileipellis (cutis, ixocutis, tricolorado), cortes transversales a las lamelas para observar el himenio y la trama (Largent et al. 1977). Los cortes fueron hidratados con una solución de KOH 5 % y se utilizó azul de algodón o una solución de rojo Congo en concentrado de NH<sub>3</sub> 10 % para teñirlos y así favorecer la visualización de las estructuras hialinas (muestras secas y frescas). Con la ayuda de un microscopio de luz Carl Zeiss Primo Star, se documentaron las estructuras microscópicas como los basidios (tamaño, forma, coloración, paredes y número de esporas), basidiosporas (tamaño, coloración, simetría, número de ángulos), cistidios (tipo, tamaño, forma, coloración) y la trama (coloración, hifas), fíbulas (presencia o ausencia y ubicación).

Para cada estructura fueron realizadas como mínimo 30 mediciones, tomando las medidas de ancho y largo en los basidios y cistidios, de igual forma en las basidiosporas sin incluir el apículo. Cuando no se lograron tomar 30 medidas, se indicó en paréntesis (n = X) la cantidad de las medidas tomadas.

La terminología y nomenclatura utilizada se basó, principalmente, en los trabajos de Largent et al. (1977), Largent (1994), Noordeloos (1992, 2004) y Noordeloos & Gates (2012).

### 2.5.3. Identificación taxonómica

Las especies se determinaron con las claves de identificación y literatura especializada de Baroni & Halling (2000), Horak (1980, 2008), Ovrebo & Baroni (2007), Noordeloos (1992, 2004), Noordeloos & Gates (2012) y Zuck (1946).

## 2.6 Análisis Molecular

Para la confirmación de la identificación morfológica de especies colectadas, se extrajo ADN de las muestras secas (Cuadro 2) las cuales fueron enviadas a los laboratorios del Departamento de Micología de la Universidad de Goethe Frankfurt am Main, Alemania. La extracción, purificación, amplificación y secuenciación del ADN de la región del espaciador transcribible interno (ITS) se realizó en colaboración con el Complejo de Laboratorios del BiK-F (Centro de Investigación de Biodiversidad y Clima Senckenberg).

La extracción, purificación, amplificación del ADN se realizó con un BioSprint 96 Workstation (Quiagen, Hilden, Germany) con un protocolo modificado utilizando el BioSprint 96 DNA Plant Kit (Quiagen). La secuenciación de ADN se realizó según el método Sanger con la ayuda ABI PRISM 3730 DNA Analyzer (Applied Biosystems) utilizando protocolos estandarizados.

**Cuadro 2. Especímenes de Entolomataceae de Panamá utilizados para el análisis molecular.**

Espécimen	Nº colecta	Tejido extraído	Secuenciación	Calidad de la secuencia
<i>Alboleptonia sericella</i>	JR 60, JR 66	Píleo y lamela	Exitosa	Buena
<i>Entoloma bloxamii</i>	JR 59	Trama	No exitosa	--
<i>Entoloma rhodopolium</i> aff.	PA 165	Lamela	Exitosa	Buena
<i>Entoloma rhodopolium</i> aff.	PA 637	Lamela	Exitosa	Buena
<i>Entoloma quadratum</i>	JR 62	Lamela	Exitosa	Regular
<i>Entoloma</i> sp. 2	JR 63	Lamela	No exitosa	--
<i>Entoloma</i> sp. 5	JR 64	Lamela	Exitosa	Regular
<i>Entoloma</i> sp. 3	PA 167	Lamela	Exitosa	Mala
<i>Entoloma</i> cf. <i>politum</i>	PA 638	Lamela	Exitosa	Mala

## **2.7 Preservación y depósito de muestras fúngicas**

Los especímenes frescos se colocaron en una secadora marca Stöckli Dörrex a temperatura entre 30-40 °C durante varias horas. Dependiendo del grosor y la consistencia del hongo (Mata et al. 2009), las muestras se secaron durante 1 a 3 días. Los especímenes completamente secos se colocaron en bolsas herméticas con silica gel, en sobres de papel etiquetados. Las muestras debidamente identificadas se depositaron en el Herbario de la Universidad Autónoma de Chiriquí (UCH) y duplicados en el Herbario de la Universidad de Panamá (PMA).

## **2.8 Dibujos e Ilustraciones**

Los dibujos científicos se realizaron a escala utilizando papel cuadriculado. Los dibujos se trazaron con plumas de tinta Rotring Rapidograph 0.5 mm de ancho en papel plano (50g) y fueron escaneados con un escáner fotográfico Canon MP280 como ilustraciones en blanco y negro con una resolución de 600 dpi. Las ilustraciones y fotografías fueron digitalizadas con Adobe Illustrator Lite® Portable y se elaboraron láminas con Adobe Photoshop CS6, la cuales se guardaron en formato JPEG. Las figuras fueron importadas a Microsoft Word 2010 y se elaboraron las respectivas leyendas.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. RESULTADOS

#### 3.1.1. Colectas

Se colectaron un total de 27 especímenes de hongos de la familia Entolomataceae (cuadro 3). Las 27 muestras fueron identificadas hasta nivel de género, ocho hasta nivel de especie y cinco no se lograron identificar a nivel de especie (cuadro 3). Los Entolomataceae encontrados pertenecen a tres géneros *Alboleptonia*, *Entoloma* e *Inocephalus* y un total de 13 especies (cuadro 3). El género *Entoloma* fue el más diverso con un total de 11 especies, seguido por *Alboleptonia* e *Inocephalus* con una especie respectivamente (cuadro 3).

**Cuadro 3: Especies de Entolomataceae analizadas en este estudio.** Especies de hongos enlistadas con su respectivo número y sitio de colecta.

Especies	Nº Colecta	Sitios de colectas
<i>Alboleptonia sericella</i>	JR 60, JR 66	Alto Chiquero (Boquete), PILA (Las Nubes, Cerro Punta).
<i>Entoloma bloxamii</i>	JR 59	PILA (Las Nubes, Cerro Punta).
<i>Entoloma</i> aff. <i>incanum</i>	PA 8	Paso Ancho (PNVB).
<i>Entoloma</i> aff. <i>rhodopolium</i>	PA 111, PA 165, PA 237, PA 637, PA 696, PA 727, PA 864	Paso Ancho (PNVB).
<i>Entoloma quadratum</i>	JR 62	PILA (Montaña Azul, Cerro Punta).
<i>Entoloma serrulatum</i>	JR 67, PA 671, PA 726	Paso Ancho y Boquete (PNVB).
<i>Entoloma</i> cf. <i>politum</i>	PA 638, PA 709	Paso Ancho (PNVB).
<i>Entoloma</i> sp. 1	PA 187, PA, 643, PA 860	Paso Ancho (PNVB).

## Resultados y Discusión

<i>Entoloma</i> sp. 2	JR 63	PILA (Montaña Azul, Cerro Punta).
<i>Entoloma</i> sp. 3	PA 59, PA 167	Paso Ancho (PNVB).
<i>Entoloma</i> sp. 4	PAN 596	Sendero el Musgo, Jaramillo (Boquete).
<i>Entoloma</i> sp. 5	JR 64	Paso Ancho (PNVB).
<i>Inocephalus murrayi</i>	PAN 623	Sendero Culebra (Boquete).

---

### 3.1.2. Taxonomía, morfología y notas de las especies

#### Claves dicotómicas para especies de Entolomataceae en Tierras Altas, Chiriquí, Panamá.

Propongo una clave para las especies de la familia Entolomataceae descritas en este proyecto, para facilitar el estudio de estos hongos a futuro en Panamá. Ya que no existía para Panamá claves donde se agruparan especies de este taxón.

1 Basidiosporas cuboides (Figura 3) en vista lateral ..... **Clave 1**

1 Basidiosporas no cuboides, 5 o más ángulos (Figura 3.) en vista lateral.. **Clave 2**

#### Clave 1

(Basidiosporas cuboides en vista lateral)

1 Píleo cónico, cónico-campanulado a convexo, de color naranja, naranja-claro, naranja rojizo.....2

2 Hábito tipo micenoide, con píleo cónico o campanulado con una papila, de color naranja claro con descoloración verdosa hacia la papila, lamelas libres a angostas..... ***Entoloma quadratum*** (5)

2 Hábito tipo micenoide, con píleo cónico-convexo, campanulado a plano con la edad, velutinoso-aterciopelado, de color naranja rojizo, pileipellis tipo cutis con pigmento intracelular naranja..... ***Entoloma* sp. 2** (10)

## Resultados y Discusión

### 1 Basidiocarpos de color amarillo.....3

3 Hábito tipo micenoide, con píleo cónico a campanulado y una papila muy alargada, lamelas adnatas a decurrentes, queilocistidios cilíndricos a subclavados formando un borde laminar estéril.....***Inocephalus murrayi*** (8)

3 Hábito tipo micenoide robusto, píleo cónico, traslúcido estriado, finamente escumuloso hacia el margen, margen rimoso-agrietado, caulocistidios cilíndricos entre 20-30 × 4-5 µm.....***Entoloma sp. 4*** (12)

### Clave 2

(Basidiosporas no cuboides, 5 o más ángulos en vista lateral)

### 1 Hábito colibioide o micenoide.....2

2 Basidiocarpos blancos a crema amarillento, hábito tipo colibioide con un píleo ampliamente parabólico a convexo hemisférico, queilocistidios clavados entre 30-42 × 8-13 µm, fíbulas presentes.....***Alboleptonia sericella*** (1)

### 2 Basidiocarpos de otro color.....3

3 Basidiocarpos con píleo o estípote azul grisáceo, pueden presentar descoloración con la edad a marrón claro.....4

4 Borde laminar estéril de color azul a negro, hábito tipo colibioide, píleo convexo hemisférico, moderadamente hundido, radialmente fibriloso a glabro, escumuloso hacia el centro, pileipellis tipo cutis, queilocistidios presentes, basidiosporas fuertemente angulares de 5-6 ángulos en vista lateral.....***Entoloma serrulatum*** (7)

4 Píleo azul oscuro a marrón rojizo con la edad puede tornarse crema marrón a marrón amarillento, lamelas blancas a cremas con borde de color marrón, queilocistidios cilíndricos septados, pileipellis tipo cutis con pigmento marrón claro, fíbulas ausentes.....***Entoloma sp. 1*** (9)

3 Basidiocarpos no azules, con píleos de color marrón grisáceo, marrón amarillento, con tonalidades verde olivas a amarillentas.....5

5 Basidiocarpos micenoide, píleo cónico o campanulado, radialmente fibriloso, de color verde oliva-amarillento, pileipellis tipo cutis, queilocistidios ausentes, fíbulas ausentes.....***Entoloma aff. incanum*** (3)

## Resultados y Discusión

- 5 Basidiocarpos higrófanos, margen traslúcido estriado, basidiosporas isodiamétricas a subisodiamétricas, queilocistidios ausentes, fíbulas presentes.....6
- 6 Basidiocarpos pequeños, píleo ampliamente convexo a plano, depreso con una papila oscura hacia el disco central, higrófono, margen traslúcido estriado más arriba de la mitad del píleo, de color marrón oscuro. Pileipellis con pigmento intracelular de color marrón, queilocistidios ausentes, fíbulas presentes, estípíte ligeramente comprimido.....**Entoloma cf. politum** (4)
- 6 Basidiocarpos medianos a grandes, píleo ampliamente convexo a campanulado, algunas veces levemente umbonado, higrófono, margen traslúcido estriado, de color marrón oscuro a marrón amarillento. Pileipellis tipo cutis, fíbulas presentes.....**Entoloma aff. rhodopolium** (6)
- 1 Hábito tipo tricolomatoide.....7
- 7 Basidiocarpos con píleo marrón oscuro a marrón grisáceo.....8
- 7 Basidiocarpos de color azul con píleo ampliamente convexo, rugoso, no estriado, estípíte claviforme de consistencia similar a una *Russula* o *Tricholoma*, fíbulas presentes.....**Entoloma bloxamii** (2)
- 8 Píleo convexo hemisférico, ligeramente umbonado, margen no traslúcido, glabro, de color marrón oscuro con margen más claro a blanco, estípíte levemente fibriloso, fíbulas ausentes.....**Entoloma sp. 3** (11)
- 8 Basidiocarpo tricolomatoide esbelto, píleo umbonado, levemente fibriloso, pileipellis tipo cutis con pigmento marrón e hifas oleíferas, queilocistidios ausentes, fíbulas presentes.....**Entoloma sp. 5** (13)

**1. *Alboleptonia sericella* (Fr.) Largent & R.G. Benedict, Mycologia 62: 446 (1970). Fig.6**

**Basidiocarpos** pequeños a medianos, 1-5 cm (n=6) de longitud, hábito tipo colibioide. **Píleo** ampliamente parabólico a convexo hemisférico, glabro, margen no estriado, 1-2 cm de diámetro y 0.5-1 cm de alto (n=6), blanco a crema. **Pileipellis** tipo cutis con hifas oleíferas. **Lamelas** angostas a libres, margen parejo, blancas a rosado claro, poco abundantes, lamélulas de 2 a 3 hileras. **Estípite** central, parejo, inserto, glabro, 3-4 × 0.3 cm (n=6), color parecido al del píleo. **Queilocistidios** clavados, (30)33-42 × (8)-9-11(13) μm (n=50). **Basidios** clavados, bi-tetraesporados, (33)35-43(46) × 9-11(13) μm, hialinos. **Basidiosporas** heterodiamétricas de 5-7 ángulos en vista lateral, (6)7-10 × 6-7 (9) μm (n=60), (Q= 1.28-1.31 Q<sub>m</sub>= 1.29), hialinas. **Fíbulas** presentes.

**Ecología y Distribución:** Saprótrofo, crece sobre suelo y hojarasca, solitario, gregario o cespitoso (Baroni & Lodge 1998). Reportado para América del Norte, Estados Unidos, América del Sur, Brasil, Venezuela, Europa, Oceanía, Las Pampas-Nueva Guinea y Nueva Zelanda (Dennis 1961, Hesler 1967, Horak 2008, Karstedt & Capelari 2010, Noordeloos 1992).

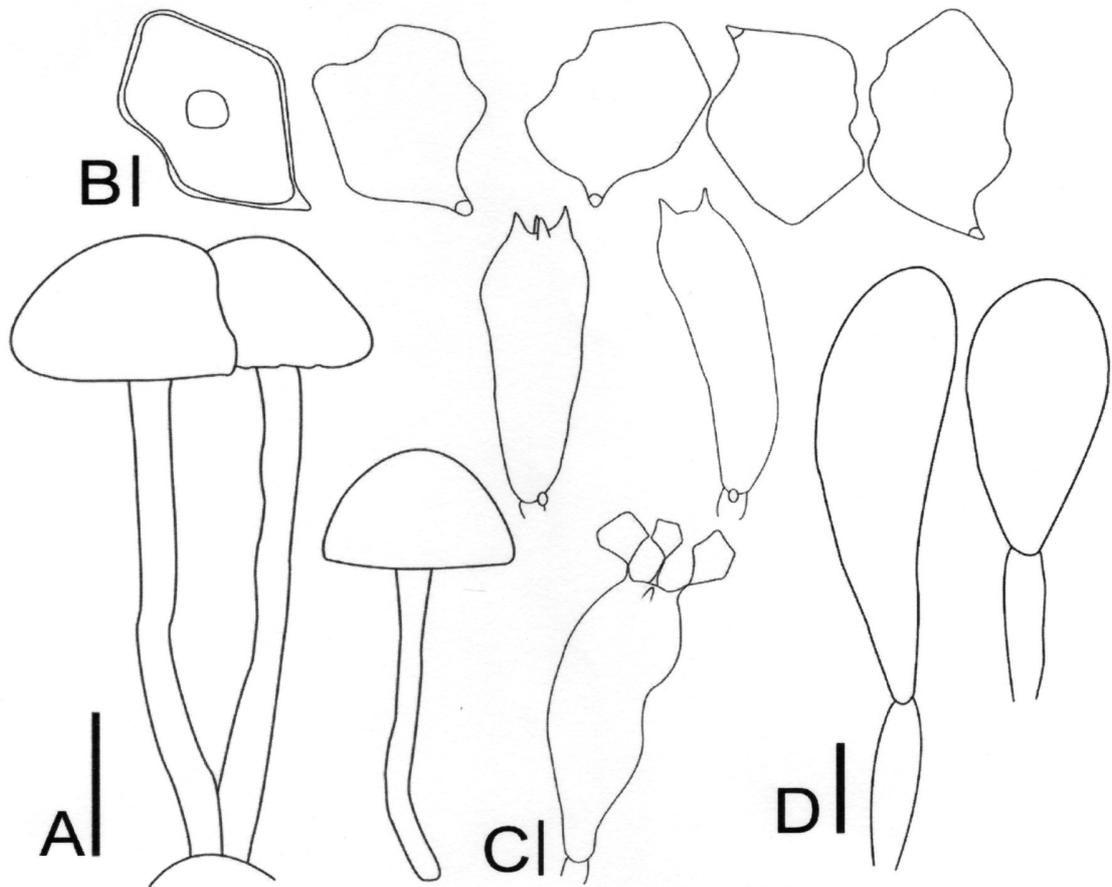
Esta especie representa un nuevo reporte para Panamá y ocurre en bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado nuboso, con las siguientes especies de plantas dominantes: *Alnus acuminata* (Betulaceae), *Chusquea longifolia* (Poaceae) y *Quercus* spp. (Fagaceae).

**Material estudiado:** Panamá, Chiriquí, Boquete, Alto Chiquero, N08°50'49.5" W082° 30' 29.8" ± 8 m, 1875 m s.n.m., 23/7/15, leg. J. Rodríguez & H. Lotz-Winter JR 60 (UCH). Panamá, Chiriquí, Parque Internacional La Amistad (PILA), sendero Panamá Verde, N08°53'35.3" W082°36'49.6" ± 20m, 2180 m s.n.m., 29/9/15, leg. J. Rodríguez & N. Guerra JR 66 (UCH).

**Nota:** Los especímenes examinados son morfológicamente similar a *Alboleptonia aripoana* (Dennis) Pegler. Ésta última especie se distingue de *A. sericella* en el tamaño de las basidiosporas con 9.5-11.8 × 6.9-8.4 μm y por los 6-7 ángulos de las esporas en vista polar (Baroni & Lodge 1998). Algunos autores difirieron en la descripción de *A. sericella*, en el tamaño de las basidiosporas y en el número de ángulos, en la presencia de queilocistidios (Hesler 1967, Horak 2008, Noordeloos 1992, Noordeloos & Gulden 1989) o la ausencia de los mismos (Dennis 1961, Fries 1818, Horak 1980). Según Karstedt & Capelari (2010), estas diferencias morfológicas se deben a la amplia distribución geográfica de la especie. La secuencia generada de JR 60 con 692 nucleótidos, demuestra una identidad

## Resultados y Discusión

máxima de 96% con una secuencia de *A. sericella* depositada en Genbank (GenBank ID KP965765.1, Karich *et al.* 2015).



**Figura 6:** *Alboleptonia sericella* (JR 60, JR 66): A. Basidiocarpos. Escala = 1 cm. B. Basidiosporas heterodiametricas. Escala = 1  $\mu$ m. C. Basidios. Escala = 6  $\mu$ m. D. Queilocistidios. Escala = 6  $\mu$ m.

**2. *Entoloma bloxamii*** (Berk. & Broome) Sacc. [as 'bloxami'], Syll. fung. (Abellini) 5: 684 (1887). Fig. 7

**Basidiocarpo** grande, 7 cm (n=1), de longitud, hábito tipo tricolomatoide. **Píleo** convexo a ampliamente convexo, glabro, rugoso, seco, no estriado, de 9 de diámetro, 2 de grosor cm (n=1), de color azul oscuro, azul grisáceo, con tonalidades blancas hacia el centro. **Pileipellis** tipo trichodermis. **Lamelas** libres a angostas, márgenes parejos a erosionados, 1 cm de ancho, de color blanco a crema, rosadas cuando están maduros, lamélulas en 3 hileras. **Estípite** claviforme, hinchado hacia la base, hueco, central, consistencia similar a una

## Resultados y Discusión

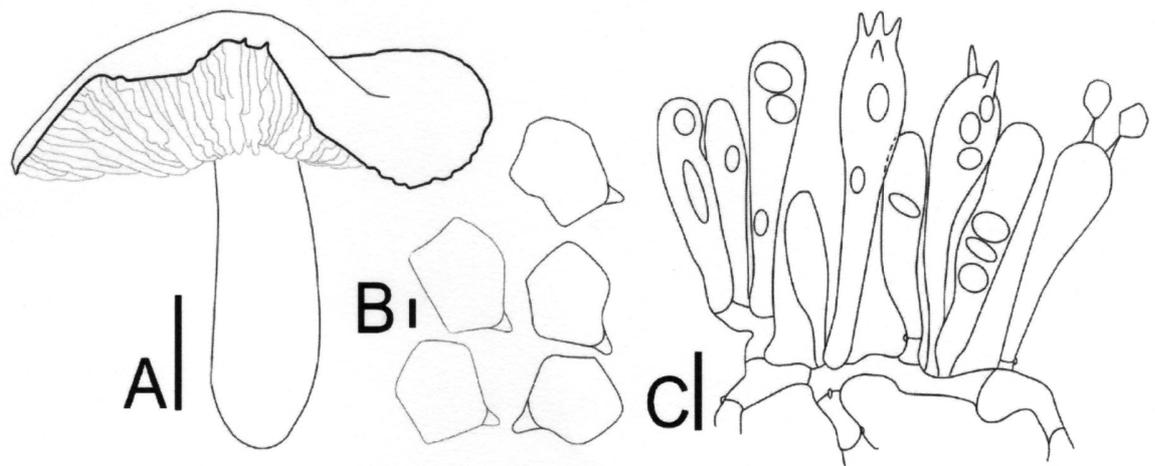
*Russula* o *Tricholoma*, de 6 cm de largo y 2 cm grosor (n=1), seco, contexto blanco, de color azul-grisáceo más claro que del píleo, con tonalidades blancas desde el ápice hasta la base. **Queilocistidios** ausentes. **Basidios** clavados, bi-tetraesporados, (45) 49-56 (60) × (8) 9-11.5 (13) μm, hialinos. **Basidiosporas** heterodiamétricas de 5-6 ángulos en vista lateral (6) 7-9 × (5) 6-7 μm (Q= 1,23), hialinas. **Fíbulas** presentes.

**Ecología y Distribución:** Saprótrofo, crece en suelo, solitario disperso o gregario bajo maderas duras o en bosques mixtos, con coníferas, generalmente en zonas húmedas. Taxón raro o muy poco frecuente (Noordeloos 2008b). Ampliamente distribuido en Europa, Sudeste de América del Norte, Norte de California, Noroeste del Pacífico (Kuo 2014a).

Esta especie representa un nuevo reporte para Panamá y ocurre en bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado nuboso, no intervenido, donde dominan las siguientes especies de plantas: *Alnus acuminata* (Betulaceae), *Chusquea longifolia* (Poaceae), *Podocarpus* spp. (Podocarpaceae) y *Quercus* spp. (Fagaceae).

**Material estudiado:** Panamá, Chiriquí, Parque Internacional La Amistad (PILA), Cerro Punta, en el sendero La Cascada, bajo un *Podocarpus* sp., N08°53'56.6" W082°37'11.4", ± 8 m, 2416 m s.n.m., 7/8/15, leg. Y. castillo *et al.* JR 59 (UCH).

**Notas:** Esta especie se puede confundir con *E. caesiolamellatum* (Wölfel & Noordel.) Noordel. & Morgado, la cual tiene los elementos de la pileipelis más cortas, en comparación con los de *E. bloxamii*. También puede ser confundida con *E. nitidum* Quel. la cual tiene esporas de (6) 6.5-9 × (6) 6.5-7.5 (8) μm, subsodiamétricas, 6-8 ángulos en vista lateral y con fructificaciones más pequeñas y delgadas, con lamelas menos densas (kuyper & Noordeloos 1988). *Entoloma bloxamii* se caracteriza por crecer asociada a coníferas y en suelos ácidos (Pérez Puente 2012).



**Figura 7: *Entoloma bloxamii* (JR 59):** A. Basidiocarp. Escala = 3 cm. B. Basidiosporas heterodiamétricas. Escala = 1  $\mu$ m. C. Himenio con basidios jóvenes y maduros. Escala = 2  $\mu$ m.

**3. *Entoloma* aff. *incanum* (Fr.) Hesler, Beih. Nova Hedwigia 23: 147 (1967). Fig.8**

**Basidiocarpos** pequeños de 1.5-2.3 (n=2) cm de longitud, hábito tipo micenoide. **Pileo** cónico a campanulado, radialmente fibriloso, 0.5-2 cm de diámetro y 0.8-1.5 cm (n=2) de alto, seco; margen estriado, de color verde oliva con algunas tonalidades amarillas. **Pileipellis** tipo cutis, hifas hialinas y algunas con tonalidades marrón claros, 15-19  $\mu$ m de ancho. **Lamelas** libre, 2 mm de ancho, margen parejo, 2 hileras de lamélulas, de color grisáceo a rosa cuando están maduros. **Estípite** cilíndrico, parejo, relleno, céntrico, liso, 1.2-1.8  $\times$  0.2 cm (n=2), de color parecido al del pileo y con una almohadilla de micelio hacia la base. **Queilocistidios** ausentes. **Basidios** subclavados a clavados bi-tetraesporados, (30)32-36  $\times$  9-10(11)  $\mu$ m, hialinos. **Basidiosporas** heterodiamétricas de 5-6 ángulos no tan marcados en vista lateral, 8-10(11)  $\times$  5-7  $\mu$ m (Q= 1.56), hialinas. **Fíbulas** ausentes.

**Ecología y Distribución:** Saprótrofo, crece solitario disperso o gregario en tronco en descomposición y suelo en bosques con coníferas, bosques húmedos o en áreas cubiertas por hierbas, musgos u hojarasca (Kuo 2014b). Reportado para países de América: Argentina, Brasil, Estados Unidos, Jamaica (Coimbra 2014), de igual forma para Asia, Japón y Europa (Horak 1977).

La especie representa un nuevo reporte para Panamá y ocurren en bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado nuboso, con las siguientes especies de plantas dominantes: *Alnus acuminata* (Betulaceae), *Arctostaphylos arbutoides*

## Resultados y Discusión

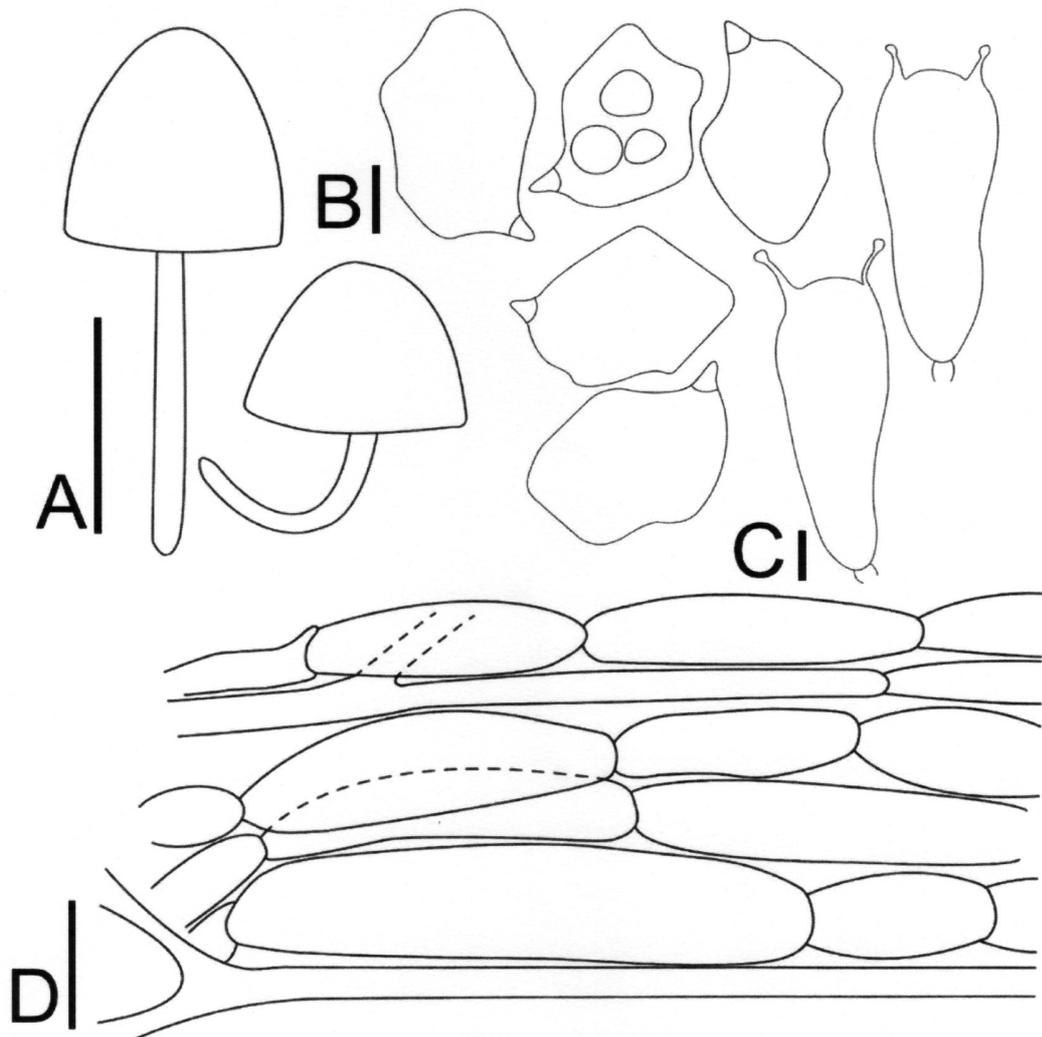
(Ericaceae), *Chusquea longifolia* (Poaceae), *Quercus benthamii* y *Quercus salicifolia* (Fagaceae).

**Material estudiado:** Panamá, Chiriquí, Parque Nacional Volcán Barú (PNVB), Paso Ancho, N08°48'55.1" W082°34'42.6" ± 19 m, 2001 m s.n.m., 26/10/2016, leg. T.A. Hofmann *et al.* PA 891 (UCH).

**Notas:** El espécimen estudiado de Panamá se caracteriza por tener una pileipelis tipo cutis con hifas de 15-19 µm de ancho, un posible pigmento celular de color marrón y no presenta fíbulas ni queilocistidios. El material de Panamá difiere del espécimen descrito por Noordeloos (2008b), ya que este último posee una pileopelis tipo tricotodermis y basidiosporas heterodiamétricas de 10-14 × 7.5-10 µm con 6-9 ángulos en vista lateral.

*E. incanum* es una especie con una amplia distribución geográfica y según diferentes autores presenta variaciones morfológicas considerables, por ejemplo en el tipo de pileopelis y el número de ángulos en las basidiosporas (comparar Horak 1977, Noordeloos 2008b). En el protólogo de *E. incanum* no se encuentra un análisis detallado de la micromorfología (Hesler 1967) y es posible que se trate de un complejo de especies.

Hace falta coleccionar más especímenes en otras áreas de Panamá para obtener una identificación definitiva del material observado, complementados con datos moleculares.



**Figura 8: *Entoloma* aff. *incanum* (PA 891):** A. Basidiocarpos. Escala = 1 cm. B. Basidiosporas heterodiamétricas. Escala = 2 µm. C. Basidios. Escala = 3 µm. D. Pileipellis tipo cutis. Escala = 5 µm.

**4. *Entoloma* cf. *politum* (Pers.; Fr.) Donk in Bull. Bot. Gardens Buitenzorg 18: 158 (1949). Fig.9**

**Basidiocarpos** pequeños. 2-5 cm (n=3) de longitud, hábito tipo colibioide. **Píleo** ampliamente convexo a plano, depresso con una papila en el centro, higrófono, margen traslúcido estriado casi hasta la mitad del píleo, 2-4 cm de diámetro, 0.4 cm de alto (n=3), de color marrón oscuro y la papila negra. **Pileipellis** tipo cutis, hifas cilíndricas de 5-7 µm de ancho, con pigmento intracelular granular marrón, el tejido bajo la cutis no distinguible. **Lamelas** sinuadas, margen parejo, 3 mm de anchos, de color blancas-crema a rosadas, lamélulas de 3 hileras. **Estípite** cilíndrico a ligeramente comprimido, levemente ondulado, céntrico, glabro a

## Resultados y Discusión

ligeramente fibriloso, seco, inserto, 1.5-3 × 0.3 cm (n=3), de color marrón más claro que del píleo, hacia el ápice y la base presenta una coloración más pálida a blanca. **Queilocistidios** ausentes. **Basidios** claviformes a clavados estrechamente, bi-tetraesporados, (40)44-57(65) × (9)11-15(18) μm, hialinos. **Basidiosporas** isodiamétricas de 5-6 ángulos en vista lateral, 7-8(9) × 6-8 μm (Q= 1,13), hialina. **Fíbulas** presentes.

**Ecología:** Crece gregario en suelo y madera descompuesta. Reportado para países de América: Argentina, Estados Unidos, México (Coimbra 2014, Montañez 2013), de igual forma para Europa (Noordeloos 1992).

La especie representa un nuevo reporte para Panamá y ocurre en bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado nuboso, con las siguientes especies de plantas dominantes: *Alnus acuminata* (Betulaceae), *Arctostaphylos arbutoides* (Ericaceae), *Chusquea longifolia* (Poaceae), *Quercus benthamii* y *Quercus salicifolia* (Fagaceae).

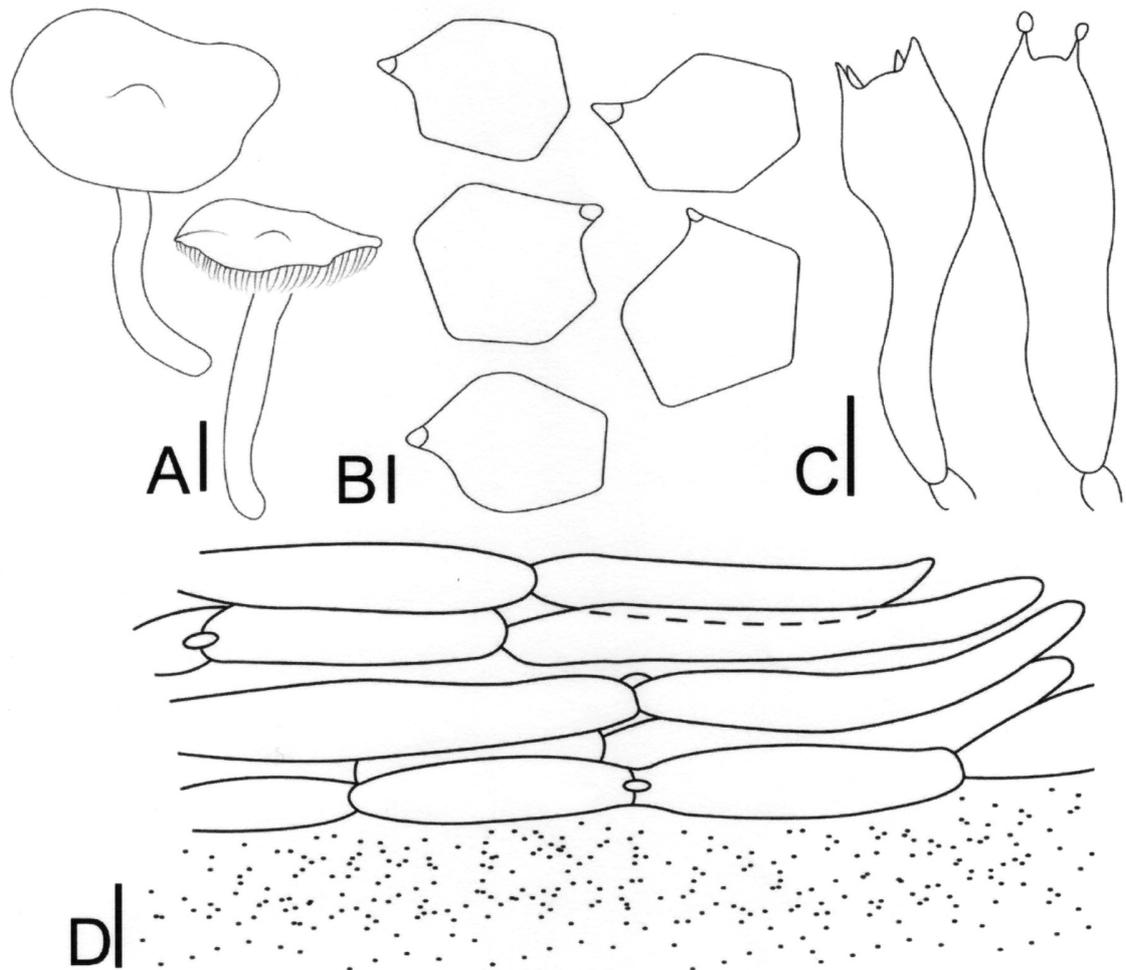
**Material estudiado:** Panamá, Chiriquí, Parque Nacional Volcán Barú (PNVB), Paso Ancho, Camino de acceso a la cima del Volcán Barú, N08°45'55.0" W082°34'44.54" ± 13 m, 1976 m s.n.m., 19/10/15, leg. J. Rodríguez *et al.* PA 638 (UCH); misma localidad, N08°45'55.0" W082°34'44.54" ± 13 m, 1976 m s.n.m., 09/11/15, leg. T.A. Hofmann *et al.* PA 709 (UCH).

**Notas:** El material de Panamá es morfológicamente muy similar a *Entoloma politum* en la forma del píleo, que puede ir desde convexo hemisférico ha aplanado con la edad, depreso o presentando una pequeña papila, algunas veces con ambos, margen traslúcido estriado hasta más arriba de la mitad, basidiosporas isodiamétricas a subisodiamétricas de 5-6 ángulos en vista lateral y con una pileipellis ixocutis con pigmento intracelular marrón (kuyper & Noordeloos 1988). Según Largent (1994), se distingue dentro de la sección *Polita* Noordel. porque presenta un olor nitroso o fragante recién colectado y con un píleo traslúcido estriado. Igualmente dentro de esta sección hay dos especies muy cercanas a *E. politum*: *Entoloma caccabus* (Kühner) Noordel. difiere en el tamaño de las basidiosporas que son más elongadas y un olor farináceo (kuyper & Noordeloos 1988) y *Entoloma bisporigerum* (P.D.Orton) Noordel. presenta un fuerte olor rancio farináceo y una pileipellis tipo cutis con abundante pigmento intracelular sin incrustaciones, aunque en algunas ocasiones las hifas presentan estas incrustaciones (Kokkonen 2015).

Estas especies similares son reportadas para Europa desde tierras bajas hasta zonas subalpinas en bosques deciduos de *Alnus* spp., *Fraxinus* spp. y *Salix* spp. (Kokkonen 2015; Noordeloos 1992, 2004; kuyper & Noordeloos 1988). Para

## Resultados y Discusión

América, Largent (1994) reporta en Estados Unidos esta especie con algunas variaciones morfológicas como tamaño, forma, coloración del píleo y olor creciendo en bosques de *Quercus* spp., al igual como Montañez (2013) que reporta la especie en México en el mismo tipo de bosque. Los especímenes de Panamá fueron colectados principalmente en bosques de *Quercus*, por lo cual existe una alta probabilidad de que se trata de *E. politum* o de otra especie.



**Figura 9: *Entoloma* cf. *politum* (PA 638):** A. Basidiocarpus. Escala = 1 cm. B. Basidiosporas isodiamétricas. Escala = 1  $\mu$ m. C. Basidios. Escala = 6  $\mu$ m. D. Pileipellis. Escala = 10  $\mu$ m.

**5. *Entoloma* cf. *quadratum*** (Berk. & M.A. Curtis.) E. Horak, Sydowia 28: 190 (1975). Fig.10.

**Basidiocarpus** grande, 7.5-10.5 cm (n=4) de longitud, hábito tipo micenoide. **Píleo** cónico o campanulado con una papila, brillante, translúcido estriado, margen no estriado, 2-3 cm de diámetro, 1.5-2 cm de alto, de color naranja claro y verdoso

## Resultados y Discusión

hacia la papila. **Pileipellis** tipo cutis con pigmento intracelular. **Lamelas** libres a angostas, 3.5 mm de anchos, márgenes parejo, naranjas, lamélulas en 3 hileras. **Estípite** cilíndrico, central, parejo, hueco, inserto, 6-9 × 0.4-0.5 cm (n=4), color parecido al píleo. **Queilocistidios** no observados, si presentes, indistinguibles de los basidios. **Basidios** clavados, tetraesporados, (57)60-69(73) × 10-12(13) μm, con pigmentos intracelulares naranjas. **Basidiosporas** cuboides en vista lateral, 9-12 μm, hialinas. **Fíbulas** no observadas.

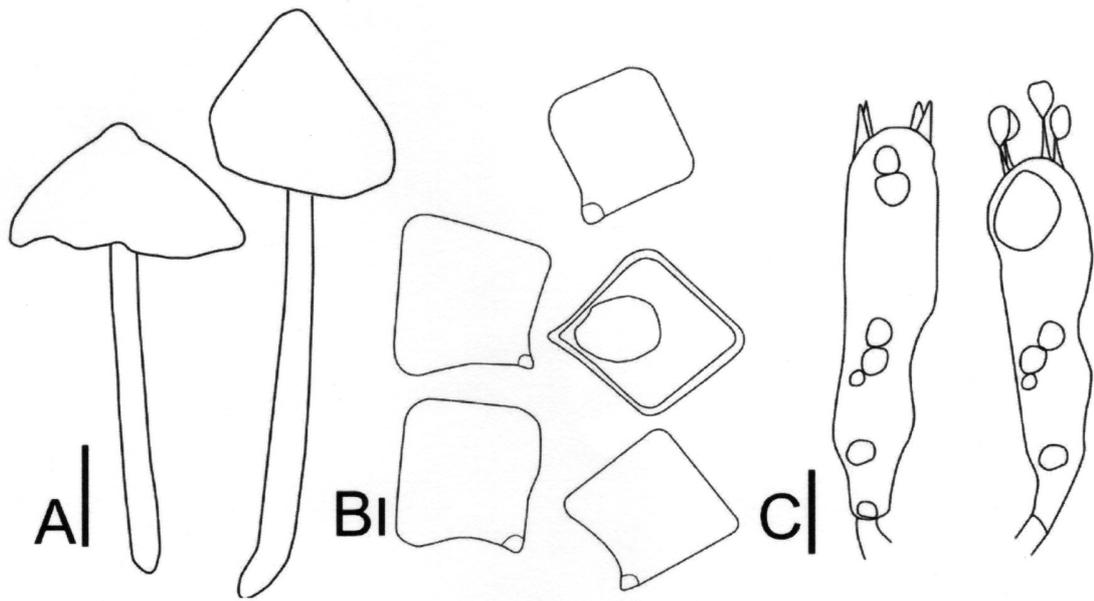
**Ecología y Distribución:** Saprótrofo, creciendo en suelo y humus, sólo a disperso, generalmente en bosques de coníferas (Noordeloos & Morozova, 2010). Se reporta para Asia, Japón, América del Norte y América Central, Costa Rica (Baroni & Halling 2000, Noordeloos & Hausknecht 2007).

Esta especie representa un nuevo reporte para Panamá y ocurre en bosque perennifolio ombrófilo tropical, latifoliado nuboso, poco intervenido, con las especies de plantas dominantes *Alnus* spp. (Betulaceae) y *Quercus* spp. (Fagaceae).

**Material estudiado:** Panamá, Chiriquí, Parque Internacional La Amistad (PILA), Entre Ríos, Cerro Punta, Montaña Azul, N08 53'39.2" W082°34'57.7" ± 7 m, 2340 m s.n.m., 28/7/2015, leg. J. Rodríguez *et al.* JR 62 (UCH).

**Notas:** Esta especie se puede confundir con *Inocephalus murrayi* (Berk. & M.A. Curtis) Rutter & Watling. Cuando los basidiocarpos son viejos, tienen las mismas formas y muestran una coloración amarilla similar. *Inocephalus murrayi* tiene un píleo con una papila alargada (Baroni & Halling 2000), mientras que *E. quadratum* tiene queilocistidios no distinguibles, o difícil de observar, o cuando están presentes se observan agrupados y una pileipellis tipo cutis con células cilíndricas y pigmento intracelular. A diferencia de *I. murrayi*, *E. quadratum* cuenta con una ixocutis sin células pigmentadas (Noordeloos & Morozova 2010).

El espécimen de Panamá posiblemente no es *E. quadratum*, ya que la descoloración verde que presenta en el disco central del píleo no es característico para la especie (Baroni com. pers., 19 de julio 2016). Además *E. quadratum* presenta queilocistidios cilíndricos o estrechamente clavados (Baroni com. pers., 19 de julio 2016).



**Figura 10: *Entoloma cf. quadratum* (JR 62):** A. Basidiocarpo. Escala = 2 cm. B. Basidiosporas cuboides. Escala = 1  $\mu$ m. C. Basidios con pigmentos intracelulares de color naranja claro. Escala = 2  $\mu$ m.

**6. *Entoloma aff. rhodopolium* (Fr) P. Kumm., FÜhr. Pilzk. (Zerbst): 98 (1871). Fig.11**

**Basidiocarpos** medianos a grandes de 4-9 cm (n=10) de longitud, hábito tipo colibioide. **Píleo** ampliamente convexo a campanulado, levemente umbonado, cuando joven convexo hemisférico, glabro, higrófono, margen translúcido estriado, 2-6 cm de diámetro y 0.5-2 cm de alto (n=10), de color marrón oscuro a marrón amarillento con la edad, con tonalidades oscuras hacia el disco central. **Pileipellis** tipo cutis con hifas cilíndricas de 8-10  $\mu$ m de ancho. **Lamelas** adnatas a decurrentes, margen parejo, 1-5 mm de ancho, de color blancas a rosadas, lamélulas de 2 hileras. **Estípite** cilíndrico, céntrico, hueco, glabro a levemente fibroso, seco, inserto, 4-6  $\times$  0.5-0.8 cm (n=10), de color marrón grisáceo a blanco más claro que del píleo. **Queilocistidios** ausentes. **Basidios** cilíndricos a claviformes, bi-tetraesporados, (22)32-43(52)  $\times$  (5)7-8(10)  $\mu$ m, hialinos. **Basidiosporas** isodiamétricas de 5-6 ángulos en vista lateral, 6-8(10)  $\times$  6-7(9)  $\mu$ m (Q= 1.14-1.18 Q<sub>m</sub>= 1.15), hialinas. **Fíbulas** presentes.

**Ecología:** Saprótrofo, creciendo disperso a gregario en madera en descomposición y humus. Reportado para países de América: Estados Unidos, México (Coimbra 2014, Montañez 2013), de igual forma para Europa (Noordeloos 1992, Noordeloos 2004).

## Resultados y Discusión

La especie representa un nuevo reporte para Panamá y ocurre en bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado nuboso, con las siguientes especies de plantas dominantes: *Alnus acuminata* (Betulaceae), *Arctostaphylos arbutoides* (Ericaceae), *Chusquea longifolia* (Poaceae), *Quercus benthamii* y *Quercus salicifolia* (Fagaceae).

**Material estudiado:** Panamá, Chiriquí, Parque Nacional Volcán Barú (PNVB), Paso Ancho, Camino de acceso a la cima del Volcán Barú, N08°48'52.9" W082°34'47.2" ± 8 m, 1942 m s.n.m., 01/09/14, leg. T.A. Hofmann *et al.* PA 111 (UCH); misma localidad, N08°48'55.3" W082°34'43.5" ± 7 m, 2000 m s.n.m., 28/09/14, leg. T.A. Hofmann *et al.* PA 165 (UCH); misma localidad, N08°48'53.7" W082°34'47.7" ± 8 m, 1954 m s.n.m., 27/10/2014, leg. T.A. Hofmann *et al.* PA 237 (UCH); misma localidad, N08°48'53.1" W082°34'47.8" ± 19 m, 1941 m s.n.m., 20/09/15, leg. J. Rodríguez *et al.* PA 637 (UCH); misma localidad, N08°48'53.8" W082°34'47.7" ± 26 m, 1948 m s.n.m., 19/10/15, leg. T.A. Hofmann *et al.* PA 670 (UCH); misma localidad, N08°48'53.4" W082°34'48.0" ± 18 m, 1959 m s.n.m., 9/11/15, leg. T.A. Hofmann *et al.* PA 696 (UCH); misma localidad, N08°48'55.4" W082°34'47.1" ± 25 m, 1973 m s.n.m., 19/11/15, leg. T.A. Hofmann *et al.* PA 727 (UCH); misma localidad, N08°48'52.9" W082°34'47.7" ± 13 m, 1923 m s.n.m., 11/09/16, leg. T.A. Hofmann *et al.* PA 864 (UCH).

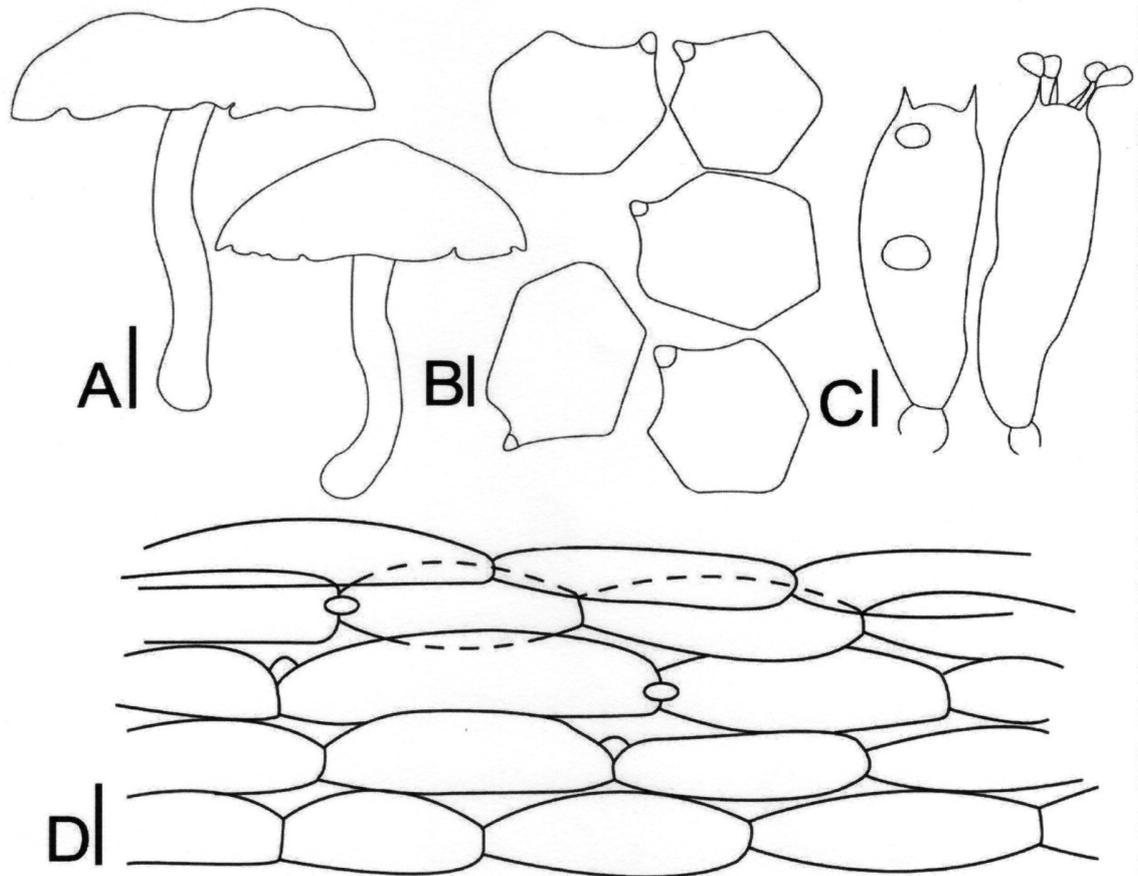
**Nota:** El material de Panamá es morfológicamente muy similar a *E. rhodopolium*, pero presenta algunas variaciones en la forma del píleo, en la coloración marrón a marrón amarillenta y por la superficie del píleo de tipo cutis. Según Kokkonen (2015) y Montañez (2013), *E. rhodopolium* es una especie que presenta mucha variabilidad en forma, tamaño y color del píleo.

Los especímenes de Panamá presentan un hábito tipo colibioide, lo cual difiere de las descripciones de la especie hechas por Largent (1994) y Noordeloos (1992, 2004). Los autores anteriores mencionan que la especie muestra un hábito tipo tricolomatoide esbelto. También aseveran, que este taxón pertenece a un complejo de especies dentro de la Sección *Rhodopolia* (Fr.) Noordel. o Sección *Polita* Noordel., las cuales son muy difíciles de diferenciar morfológicamente. Por lo tanto, es urgente obtener datos moleculares para determinar la identidad de los especímenes panameños.

Noordeloos (2004) reporta que *E. rhodopolium* tiene una amplia distribución en Europa y crece en bosques mixtos deciduos, caducifolio con especies dominantes de *Alnus* spp., *Fraxinus* spp. y *Salix* spp. Además, la especie ha sido reportada para América de Norte en bosques con *Quercus* spp. (Largent 1994). Es posible que la especie desarrolle asociaciones micorrizógenas con los árboles

## Resultados y Discusión

mencionados anteriormente. Por lo tanto existe la posibilidad de que el espécimen estudiado de Panamá sea *E. rhodopolium*.



**Figura 11: *Entoloma cf. rhodopolium*. (PA 637):** A. Basidiocarpo. Escala = 2 cm. B. Basidiosporas isodiamétricas. Escala = 1  $\mu$ m. C. Basidios. Escala = 6  $\mu$ m. D. Pileipellis. Escala = 10  $\mu$ m.

### 7. *Entoloma serrulatum* (Fr.) Hesler, Beih. Nova Hedwigia 21: 140 (1967). Fig.12

**Basidiocarpos** pequeños a medianos, 4-7.5 cm (n=4) de longitud, hábito tipo colibioide. **Píleo** convexo hemisférico, moderadamente hundido a plano, ligeramente hundido, glabro o radialmente fibriloso, finamente escumuloso hacia el centro, 1.5-3 cm de diámetro y 0.5-1 cm de alto (n=3), de color azul oscuro a gris claro hacia el margen. **Pileipellis** tipo cutis. **Lamelas** adnatas a decurrentes, 6 mm de anchos, cremas a rosadas cuando maduras, margen negro, lamélulas de 2 a 3 hileras. **Estípite** cilíndrico, central, inserto, hueco, más ancho hacia la base, 3-7  $\times$  0.2-0.4 cm (n=4), color parecido al del píleo, glabro, con micelio basal. **Queilocistidios** cilíndricos a clavados, (80)87-127(150)  $\times$  (18)19-23(25)  $\mu$ m,

## Resultados y Discusión

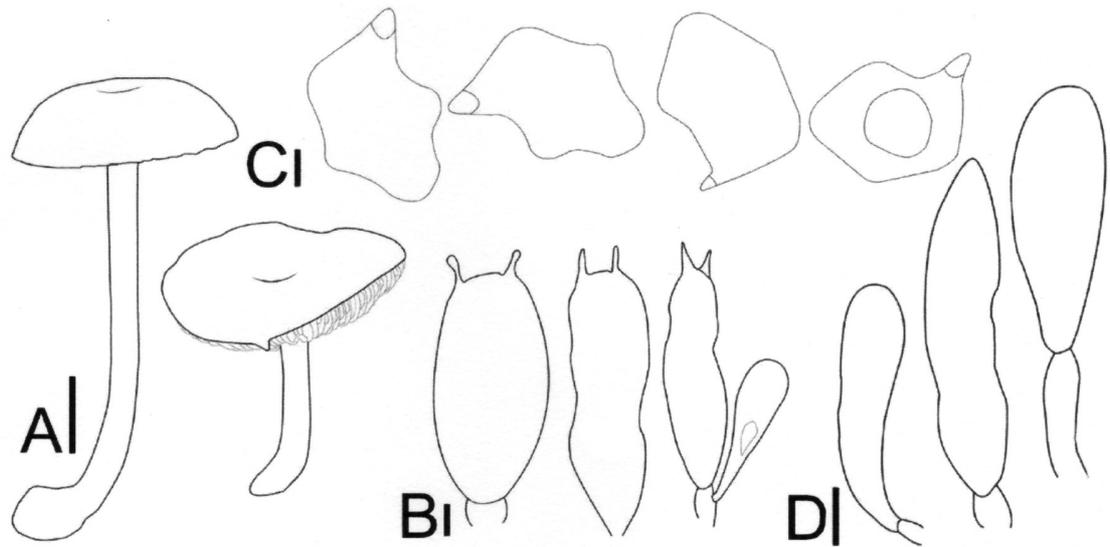
hialinos. **Basidios** cilíndricos a subclavados biesporados, (25)29-41(55) × (7)8-10(12) μm n=50, hialinos. **Basidiosporas** heterodiamétricas fuertemente angulares, con 5-6 ángulos en vista lateral, (7)8-9(10) × (5)6-8 μm n=60 (Q= 1.24-1.39, Q<sub>m</sub>= 1.33), hialinas. **Fíbulas** ausentes.

**Ecología y Distribución:** Saprótrofo, crece solitario a disperso o gregario en el suelo y humus (Noordeloos 2008a). Según Kuo (2014d) puede crecer sobre madera o madera recubierta de musgos en zonas muy húmedas. Tiene una amplia distribución desde América del Norte, Estados Unidos (Largent 1994, Noordeloos 2008) hasta América del Sur, Brasil, Venezuela (Dennis 1961, Horak 1977), Asia (Horak 1980) y Europa (Noordeloos 1992).

La especie representa un nuevo reporte para Panamá y ocurre en bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado nuboso, con las especies de plantas dominantes *Alnus acuminata* (Betulaceae), *Arctostaphylos arbutoides* (Ericaceae), *Chusquea longifolia* (Poaceae), *Quercus benthamii* y *Quercus salicifolia* (Fagaceae).

**Material estudiado:** Panamá, Chiriquí, Parque Nacional Volcán Barú (PNVB), Paso Ancho, N08°48'53.9" W082°34'48.3" ± 7 m, 1919 m s.n.m., 19/10/2015, leg. J. Rodríguez *et al.* PA 671 (UCH); misma localidad, N08°48'55.2" W082°34'42.2" ± 7 m, 1900 m s.n.m., 9/11/2015, leg. J. Rodríguez *et al.* PA 726 (UCH); misma localidad, N08°48'55.1" W082°34'42.6" ± 19 m, 2001 m s.n.m., 26/10/2016, leg. T.A. Hofmann *et al.* PA 910 (UCH). Boquete, Camino a la cima del Volcán Barú, N08°48'8.9" W082°31'13.18" ± 4 m, 2000 m s.n.m., 13/10/15, leg. J. Rodríguez *et al.* JR 67 (UCH).

**Notas:** Esta especie es reconocida principalmente por la superficie escumulosa en el centro del píleo y la coloración azul a negro oscuro en el margen de las lamelas (Hesler 1967). El borde laminar es estéril y tiene frecuentemente elementos terminales llamados queilocistidios. Sin embargo, Noordeloos & Gates (2012) no aseguran que éstas estructuras terminales son homólogas a queilocistidios. Kuyper & Noordeloos (1988) estudiaron un espécimen de *E. serrulatum* con una pileipellis de tipo cutis con pigmentos intracelular azulados. *E. serrulatum* es considerada una especie común en Europa en zonas bajas a subalpinas y ocurre también en Norte América creciendo frecuentemente en zonas boscosas (Largent 1994).



**Figura 12: *Entoloma serrulatum* (PA 726):** A. Basidiocarpos. Escala = 2 cm. B. Basidios. Escala = 1 µm. C. Basidiosporas heterodiamétricas. Escala = 2 µm. D. Queilocistidios. Escala = 20 µm.

**8. *Inocephalus murrayi*** (Berk. & M.A. Curtis) Rutter & Watling, Malay. Nat. J. 50: 231 (1997). Fig.13

**Basidiocarpo** grande, 10-12 cm (n=3), de longitud, hábito tipo micenoide. **Píleo** cónico o campanulado con una papila alargada, 1-3 cm de diámetro y 1-4 cm de alto, radialmente fibriloso, seco, brillante, margen parejo a serrado, de color amarillo y que se puede ir descolorando a un amarillo más claro. **Pileipellis** tipo cutis. **Lamelas** adnatas a decurrentes, 3 mm de anchos, márgenes parejos, del mismo color que el píleo, lamélulas en 2 a 3 hileras. **Estípite** cilíndrico, ligeramente fibriloso, central, parejo o atenuado hacia la base, hueco, inserto, 8-10 × 0.2-0.3 cm (n=3), color parecido al píleo y con un micelio blanco hacia la base. **Queilocistidios** cilíndricos a subclavados, (60)75-96(98) × 9-11 µm, hialinos, forman un borde laminar estéril. **Basidios** clavados, tetra-esporados, (40)44-52(55) × (10)12-16(19) µm, hialinos. **Basidiosporas** cuboides en vista lateral, 9-12 µm, hialinas. **Fíbulas** presentes.

**Ecología y Distribución:** Crece disperso a gregario en suelo, bajo bosques de coníferas, boques húmedos y lugares pantanosos (Kuo 2014d). Reportado para países de América: Costa Rica, Brasil, Estados Unidos, Puerto Rico, República Dominicana (Baroni & Halling, Coimbra 2014), Asia, Japón y Europa (Horak 1977).

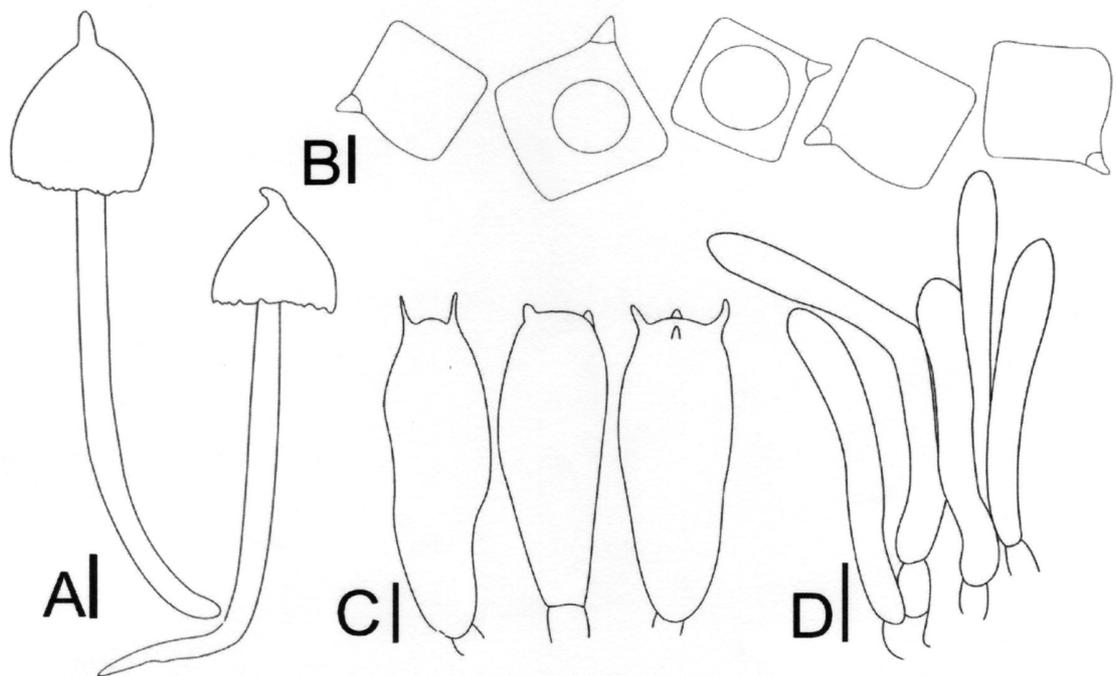
Esta especie es un nuevo reporte para Panamá y ocurre en bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado nuboso en conjunto con las especies de plantas

## Resultados y Discusión

dominantes *Alnus acuminata* (Betulaceae), *Chusquea longifolia* (Poaceae) y *Quercus* spp. (Fagaceae).

**Material estudiado:** Panamá, Chiriquí, Boquete, Sendero Culebra, 17/7/2016, leg. T.A Hofmann & H. Lotz-Winter PAN 623 (UCH).

**Notas:** Esta especie se puede confundir con *Entoloma luteum* Peck, ya que en las características microscópicas no existe una diferencia entre las dos especies (Horak 1976). *Entoloma luteum* difiere por tener un píleo convexo, sin la papila alargada. *Inocephalus murrayi* se puede confundir también con basidiocarpos de *Entoloma quadratum* las cuales se han desteñidos en su madurez y que presentan tonalidades amarillentas.



**Figura 13: *Inocephalus murrayi* (PAN 623):** A. Basidiocarpos. Escala = 1 cm. B. Basidiosporas cuboides. Escala = 2  $\mu$ m. C. Basidios. Escala = 6  $\mu$ m. D. Queilocistidios. Escala = 12  $\mu$ m.

### 9. *Entoloma* sp. 1 Fig.14

**Basidiocarpos** medianos de 4.5-5 cm (n=4) de longitud, hábito tipo colibioide. **Píleo** convexo hemisférico, ampliamente convexo a convexo aplanado, levemente a moderadamente hundido, glabro y finamente escamosa de color oscuro hacia el centro, seco, levemente traslúcido estriado, margen enrollado, 3-4.8 cm de diámetro y 0.3-0.5 cm de alto (n=4), de color azul oscuro a marrón-rojizo, con la edad más color crema a marrón amarillento. **Pileipellis** tipo cutis con pigmentos

## Resultados y Discusión

intracelulares de color marrón. **Lamelas** adnatas, adnatas con dientes a decurrentes, 2 mm de ancho, de color blanco a crema, amarillas cuando viejas y hacia el margen de color marrón, lamélulas de una hilera. **Estípite** cilíndrico, parejo, céntrico; inserto, glabro a fibriloso, algunas veces pruinoso hacia la base, 3-4.8 × 0.3-0.5 cm (n=4), de color azul intenso brillante a gris oscuro. **Queilocistidios** cilíndricos septados, (28)33-42(48) × 5-8(9). **Basidios** claviformes a cilíndricos, bi-tetraesporados, (20)24-35(45) × (5)6-9(10) μm (n=54), hialinos. **Basidiosporas** heterodiamétricas de 5-6 ángulos en vista lateral, 7-9(10) × 5-7 (8) μm (Q= 1.25-149 Q<sub>m</sub>= 1.35), hialinas. **Fibulas** ausentes.

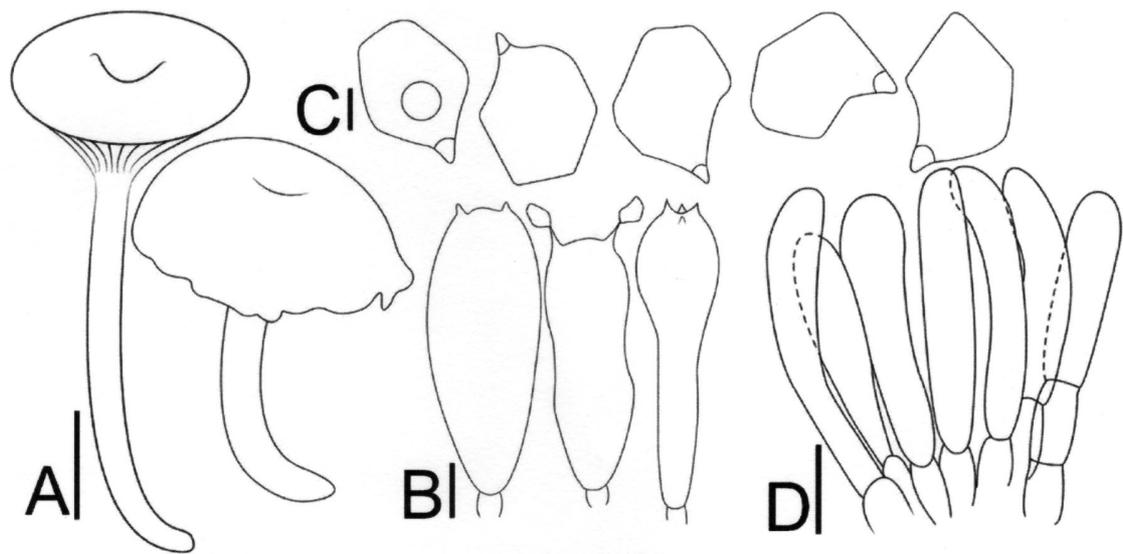
**Ecología:** Saprótrofo, creciendo en solitario a disperso en suelo y hojarasca.

La especie ocurre en Panamá en bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado nuboso, con las especies de plantas dominantes *Alnus acuminata* (Betulaceae), *Arctostaphylos arbutoides* (Ericaceae), *Chusquea longifolia* (Poaceae), *Quercus benthamii* y *Quercus salicifolia* (Fagaceae).

**Espécimen estudiado:** Panamá, Chiriquí, Parque Nacional Volcán Barú (PNVB), Paso Ancho, camino de acceso a la cima del Volcán Barú, N08°48'55.0" W082°34'42.9" ± 7 m, 2014 m s.n.m., 28/09/14, leg. T.A. Hofmann *et al.* PA 187 (UCH); misma localidad, N08°48'53.1" W082°34'47.8" ± 19 m, 1941 m s.n.m., 20/09/15, leg. T.A. Hofmann *et al.* PA 643 (UCH); misma localidad, N08°48'53.0" W082°34'48.2" ± 8 m, 1925 m s.n.m., 11/08/16, leg. T.A. Hofmann *et al.* PA 860 (UCH).

**Notas:** Este hongo presenta queilocistidios cilíndricos septados y una pileipellis tipo cutis con pigmentos intracelulares marrones. A nivel macroscópico se distingue fácilmente por tener un estípite de coloración azul intenso a un gris oscuro, con un píleo que puede variar su coloración entre un azul, crema a marrón amarillento.

Este espécimen posiblemente está dentro de un grupo de hongos que pertenece a la "stirpe *Asprellum*" de la sección *Cyanula* según Noordeloos (2004), los cuales se caracterizan por tener un estípite azul y lamelas blancas a cremas como *Entoloma lividocyanulum* (Kuhner) Noordel y *Entoloma huijsmanii* Noordel. (Breitenbach & Kränzlin 1995), pero el espécimen de Panamá difiere de las dos primeras especies porque éstas no presentan queilocistidios.



**Figura 14: *Entoloma* sp. 1 (PA 860):** A. Basidiocarpos. Escala = 1 cm. B. Basidios. Escala = 1  $\mu$ m. C. Basidiosporas heterodiamétricas. Escala = 5  $\mu$ m. D. Queilocistidios. Escala = 10  $\mu$ m.

#### 10. *Entoloma* sp. 2 Fig.15

**Basidiocarpo** grande, 6.5-7.5 cm (n=2), de longitud, hábito tipo micenoide. **Píleo** cónico-convexo o campanulado a plano cuando viejo, velutinoso-aterciopelado, seco, margen no estriado, 3.5-5 cm de diámetro y 0.7-1.5 cm de alto, de color anaranjado claro a naranja rojizo. **Pileipelis** tipo cutis con pigmento intracelular naranja. **Lamelas** adnatas a sinuadas, 3 mm de ancho, márgenes parejos a ondulados, del mismo color que el píleo, lamélulas en 2 a 3 hileras. **Estípite** cilíndrico, central, parejo, hueco, cespitoso, 5.5-5.8 cm de largo y 0.4-0.6 cm de grosor (n=2), color parecido al píleo. **Queilocistidios** no observados, si presentes, indistinguibles de los basidios. **Basidios** clavados, tetra-esporados, (44)47-63(68)  $\times$  12-15(16)  $\mu$ m, hialinos. **Basidiosporas** cuboides en vista lateral, 10-13  $\mu$ m, hialinas. **Fíbulas** no observadas.

**Ecología:** Saprótrofo, cespitoso, creciendo en el suelo y hojarasca.

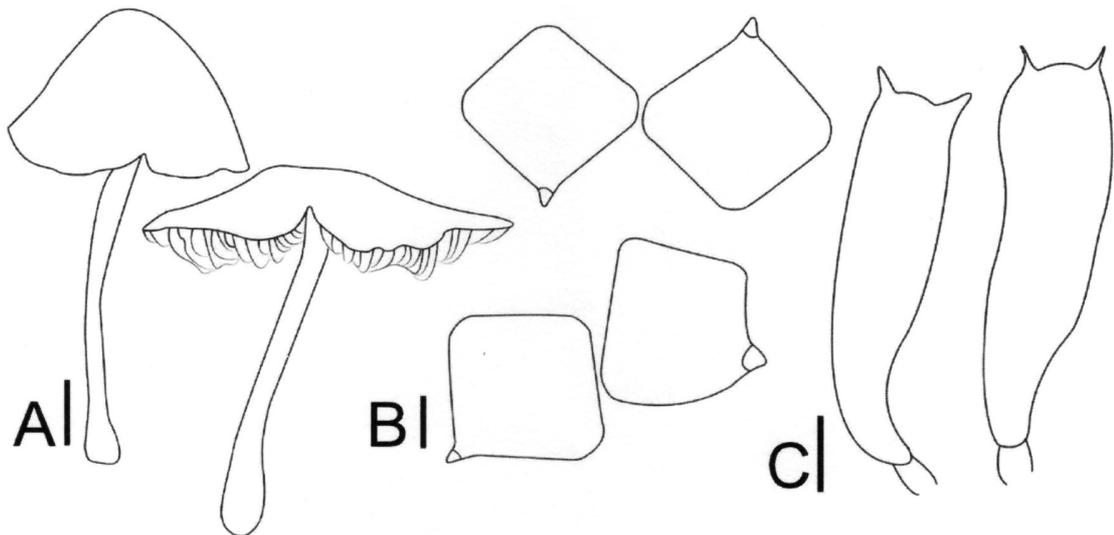
Esta especie ocurre en Panamá en bosque perennifolio ombrófilo tropical, latifoliado nuboso, poco intervenido, con especies de plantas dominantes *Alnus* spp. (Betulaceae) y *Quercus* spp. (Fagaceae).

**Especimen estudiado:** Panamá, Chiriquí, Parque Internacional La Amistad (PILA), Entre Ríos, Cerro Punta, Montaña Azul, N08°53'39.2" W082°34'57.7"  $\pm$  7 m, 2340 m s.n.m., 28/7/2015, leg. J. Rodríguez *et al.* JR 63 (UCH).

## Resultados y Discusión

**Notas:** La presente especie es morfológicamente muy similar a *Entoloma* cf. *quadratum* (JR 62), en cuanto a tamaño de las basidiosporas cuboides de 9-12  $\mu\text{m}$  y en el pileipellis tipo cutis. Espécimen JR 63 difiere de *Entoloma* cf. *quadratum* (JR 62) por tener un píleo más convexo a cónico-convexo, con un color más rojo como un tomate y no naranja (Baroni com. pers., 19 de julio 2016). El color a tomate sugiere similitud con *Entoloma lycopersicum* Horak & Singer (Baroni com. pers., 19 de julio 2016), pero esta especie tiene basidiosporas más pequeñas con 6-10  $\mu\text{m}$  y un píleo higrófono, glabro y una superficie pilear tipo cutis.

Hace falta coleccionar más basidiocarpos de esta especie para una revisión más detallada de las características microscópicas (presencia o ausencia de queilocistidios y fíbulas) y el análisis molecular.



**Figura 15: *Entoloma* sp 2. (JR 63):** A. Basidiocarpo. Escala = 2 cm. B. Basidiosporas cuboides. Escala = 1  $\mu\text{m}$ . C. Basidios. Escala = 2  $\mu\text{m}$ .

### 11. *Entoloma* sp. 3 Fig.16

**Basidiocarpos** grandes de 9 cm (n=1) de longitud, hábito tipo tricolomatoide. **Píleo** convexo hemisférico con una papila a umbonado, glabro, seco, margen no estriado, 4.7 cm diámetro y 2.4 cm de alto (n=1), de color marrón oscuro y el margen de color blanco. **Pileipellis** no distinguida. **Lamelas** adnatas, margen ondulado, 1 mm de ancho, de color blanco, lamélulas de 3 hileras. **Estípite** cilíndrico, céntrico, levemente fibriloso, inserto, no hueco, 7 x 1.3 cm (n=1), de color grisáceo a un marrón claro. **Queilocistidios** no observados, si presentes, indistinguibles de los basidios. **Basidios** claviformes biesporados, (30)35-45(48)

## Resultados y Discusión

× 7-9(10)  $\mu\text{m}$ , hialinos. **Basidiosporas** isodiamétricas de 5-6 ángulos en vista lateral, 7-9(10) × 6-8  $\mu\text{m}$  (Q= 1,19), hialinas. **Fíbulas** ausentes.

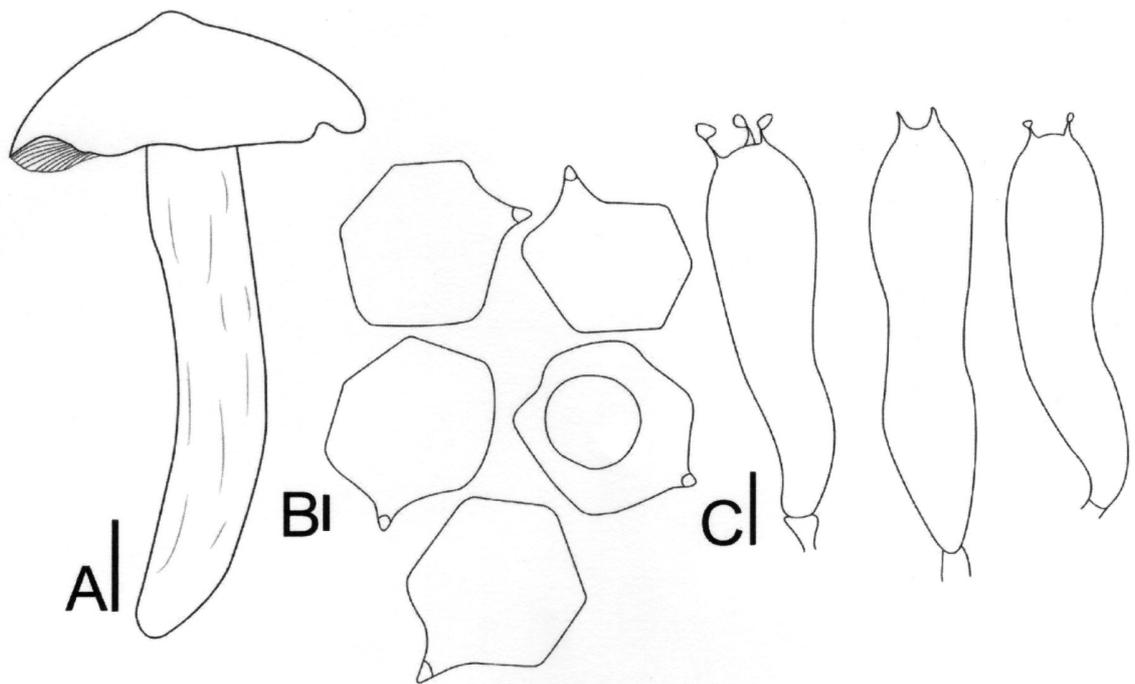
**Ecología:** Saprótrofo, creciendo solitario sobre suelo.

La especie ocurre en Panamá en bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado nuboso, con las especies de plantas dominantes *Alnus acuminata* (Betulaceae), *Arctostaphylos arbutoides* (Ericaceae), *Chusquea longifolia* (Poaceae), *Quercus benthamii* y *Quercus salicifolia* (Fagaceae).

**Espécimen estudiado:** Panamá, Chiriquí, Parque Nacional Volcán Barú (PNVB), Paso Ancho, camino de acceso a la cima del Volcán Barú, N08°48'55.8" W082°34'44.9" ± 5 m, 1984 m s.n.m., 06/08/14, leg. T.A. Hofmann *et al.* PA 59 (UCH); misma localidad, N08°48'55.0" W082°34'46.8" ± 6 m, 1985 m s.n.m., 28/09/14, leg. T.A. Hofmann *et al.* PA 167 (UCH).

**Notas:** Esta especie tiene un cuerpo fructífero robusto con hábito tricolomatoide y un estípite con una base alargada similar a los estípites de especies de *Xerula*. Según las claves de identificación de Noordeloos (2008b) los especímenes de Panamá se asemeja a *Entoloma myrmecophilum* (Romagn.) M.M. Moser, la cual posee basidiosporas isodiamétricas un poco más grandes con 8-11 × 7-8.5  $\mu\text{m}$  y una ixocutis con incrustaciones y pigmento intracelular. Esta última especie crece en bosques deciduos y raramente en bosques boreales. El material de Panamá posiblemente pertenezca al "grupo *Rhodopolium*" sección *Rhodopolia* Noordeloos (2004), un complejo de especies el cual puede ser altamente variable morfológicamente y genéticamente. Largent (1994) reporta especies de éste complejo con características morfológicas similares para el oeste de Estados Unidos en cuatro diferentes secciones: *Lividoalbum* Largent, *Rhodopolia*, *Subsaundersii* Largent, *Typodochoa* Largent.

Hace falta coleccionar más basidiocarpos de la especie para una revisión más detallada de las características microscópicas (presencia o ausencia de queiloscleridios, fíbulas) y el análisis molecular de las muestras. La secuencia generada de PA 167 con 695 nucleótidos no mostró similitud por arriba del 88 % de identidad máxima con secuencias depositadas en GenBank.



**Figura 16:** *Entoloma* sp. 3 (PA 167): A. Basidiocarpio. Escala = 1 cm. B. Basidiosporas isodiamétricas. Escala = 1  $\mu$ m. C. Basidios. Escala = 3  $\mu$ m.

## 12. *Entoloma* sp. 4 Fig.17

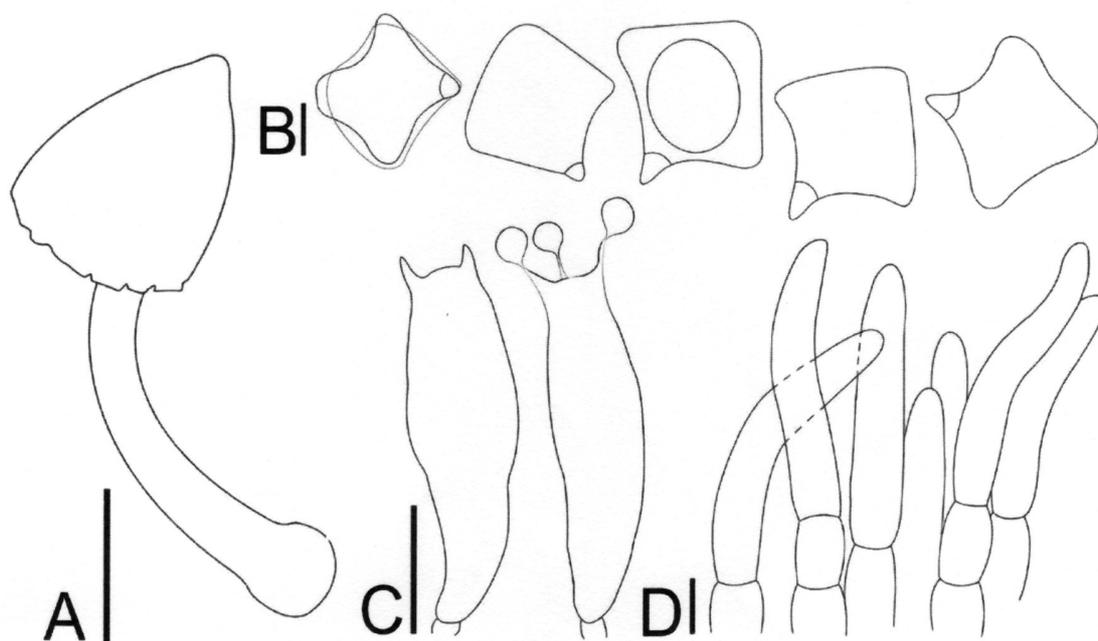
**Basidiocarpio** mediano de 4 cm (n=1) de longitud, hábito tipo micenoide. **Pileo** cónico, traslúcido estriado, finamente escuamuloso hacia el margen, margen rimoso agrietado, 1 cm diámetro y 2 cm de alto (n=1), de color amarillo con tonalidades blancuzcas hacia el ápice. **Pileipellis** no distinguible. **Lamelas** libres a angostas, margen parejo, 2-3 mm de anchos, de color amarillo, lamélulas de dos hileras. **Estípite** cilíndrico, céntrico, escuamuloso a prurinoso, 4.2  $\times$  0.4 cm, de color amarillo blancuzco, con caulocistidios cilíndricos septados de 20-30  $\times$  4-5  $\mu$ m. **Queilocistidios** ausentes **Basidios** bi-tetraesporados, claviformes con pigmentación granular intracelular, (43)48-61(67)  $\times$  (14)15-17(18)  $\mu$ m, hialinos. **Basidiosporas** cuboide en vista lateral, 9-12  $\mu$ m, hialinas. **Fibulas** ausentes.

**Ecología:** Saprótrofo, creciendo solo en suelo entre musgos.

Esta especie ocurre en Panamá en bosques perennifolios ombrófilos tropicales latifoliados altimontano, con las especies de plantas dominantes *Alnus* spp. (Betulaceae), *Chusquea longifolia* (Poaceae) y *Quercus* spp. (Fagaceae).

**Especimen estudiado:** Panamá, Chiriquí, Boquete, Jaramillo, Sendero el Musgo 15/7/2016, leg. T.A. Hofmann H. Lotz-Winter PAN 596 (UCH).

**Notas:** El espécimen de Panamá no muestra similitud morfológica con ninguna de las especies de Entolomataceae descritas con basidiosporas cuboide en las claves taxonómicas de Horak (1976, 1982) y Largent (1994). De igual manera, no muestra similitud con las especies tratadas en este estudio que presentan basidiocarpo de color amarillo en algunos de sus estados juveniles o maduros, como por ejemplo *Entoloma quadratum* (JR 62) e *Inocephalus murrayii* (PAN 623). *Entoloma* sp. 4 difiere de éstas últimas dos especies principalmente por presentar un hábito micenoide más robusto. Hace falta realizar más colectas de ésta especie en Panamá para revisar más detalladamente los caracteres micromorfológicos como por ejemplo el tipo de pileipellis y la presencia o ausencia de queilocistidios y fíbulas. Además, urge complementar los datos morfológicos con pruebas moleculares que pueden ayudar a confirmar la identidad de este espécimen.



**Figura 17: *Entoloma* sp. 4 (PAN 596):** A. Basidiocarpo. Escala = 1 cm. B. Basidiosporas cuboide. Escala = 2  $\mu$ m. C. Basidios. Escala = 15  $\mu$ m. D. Caulocistidios septados. Escala = 4  $\mu$ m.

### 13. *Entoloma* sp. 5 Fig.18

**Basidiocarpos** grandes de 9 cm (n=1) de longitud, hábito tipo colibioide a tricolomatoide esbelto. **Píleo** convexo a levemente umbonado, ligeramente fibriloso, seco, margen rimoso agrietado, 4 cm de diámetro y 1.5 cm de alto (n=1), marrón a grisáceo. **Pileipellis** tipo cutis con hifas septadas cortas de 9-18  $\mu$ m de ancho, con pigmentos intracelulares de color marrón e hifas oleíferas en la trama

## Resultados y Discusión

píleo. **Lamelas** sinuadas, margen parejo, 3 mm de ancho, de color rosadas, lamélulas de 2 hileras. **Estípites** cilíndrico, céntrico, fibrilloso, inserto, parejo hacia el centro y arqueado en la base, hueco, 8.3 × 0.6 cm (n=1), marrón más claro a grisáceo que el píleo. **Queilocistidios** ausentes. **Basidios** claviformes, bitetraesporados, (30)33-43(46) × (7)8-10(11) μm, hialinos. **Basidiosporas** isodiamétricas de 5-6 ángulos en vista lateral, 7-9(10) × 6-8(9) μm (Q= 1,18), hialina. **Fíbulas** presentes.

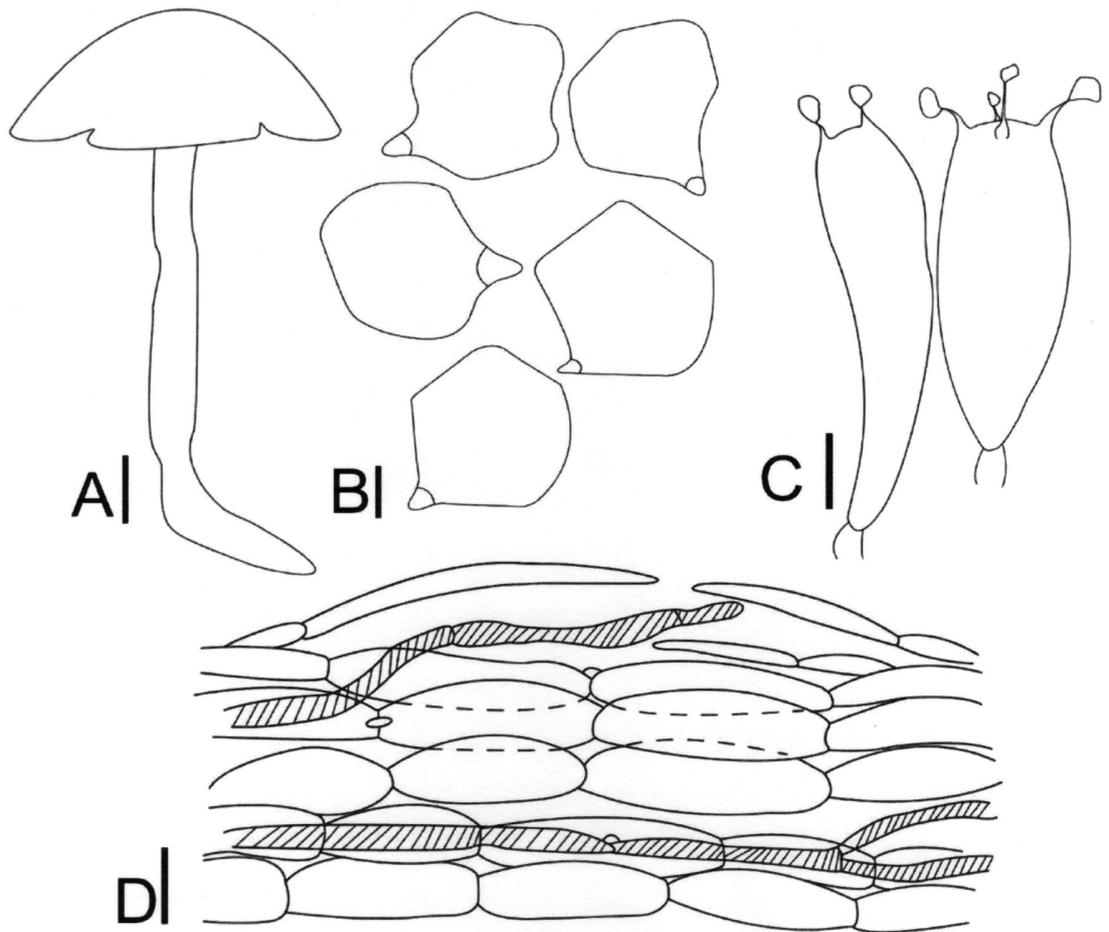
**Ecología:** Saprótrofo, creciendo solitario sobre suelo.

La especie ocurre en Panamá en bosques perennifolios ombrófilos tropicales latifoliados nubosos, con las especies de plantas dominantes *Alnus acuminata* (Betulaceae), *Arctostaphylos arbutoides* (Ericaceae), *Chusquea longifolia* (Poaceae), *Quercus benthamii* y *Quercus salicifolia* (Fagaceae).

**Espécimen estudiado:** Panamá, Chiriquí, Parque Nacional Volcán Barú (PNVB), Paso Ancho, Camino de acceso a la cima del Volcán Barú, N08°48'57.1" W082°24'35.2" ± 5 m, 2042 m s.n.m., 01/08/15, leg. J.Rodríguez *et al.* JR 64 (UCH).

**Notas:** Esta especie posiblemente se ubica dentro del complejo de especies "*Rhodopodium*" en el subgénero *Rhodopolia* (Fr.) Noordel. ex Kokkonen ya que presenta algunas similitudes morfológicas por el tipo de hábito tricolomatoide esbelto y por la coloración del píleo marrón-amarillento, marrón-grisáceo a marrón oscuro. El material de Panamá se asemeja a *E. rhodopolium* que presenta basidiosporas subisodiamétricas de (7.0) 7.2–9.2 (10.2) × (5.8) 6.2–7.5 (8.4) μm (Q= 1.14-1.21) con 5-6 ángulos en vista lateral (Kokkonen 2015). Pero, *Entoloma* aff. *rhodopolium* presenta un píleo con margen traslúcido estriado, una pileipellis tipo cutis con hifas septadas cortas con pigmento intracelular marrón e hifas oleíferas (Kokkonen 2015).

Resultados y Discusión



**Figura 18: *Entoloma* sp 5. (JR 64):** A. Basidiocarpo. Escala = 1 cm. B. Basidiosporas isodiamétricas. Escala = 1  $\mu$ m. C. Basidios. Escala = 6  $\mu$ m. C. Pileipellis. Escala = 10  $\mu$ m.



**Figura 19: Especies de Entolomataceae en este estudio.** A. *Alboleptonia sericella* B. *Entoloma bloxamii*. C. *Entoloma* aff. *incanum*. D. *Entoloma* cf. *politum*. E *Entoloma quadratum*. F-I. *Entoloma* aff. *rhodopolium* (PA 237, PA 637, PA 696, PA 727) J-K *Entoloma serrulatum*. L. *Inocephalus murrayi*.



**Figura 20: Morfoespecies de Entolomataceae en este estudio. A-B. *Entoloma* sp. 1. C. *Entoloma* sp. 2. D. *Entoloma* sp. 3. E. *Entoloma* sp. 4. F. *Entoloma* sp. 5**

## 3.2. DISCUSIÓN

### 3.2.1. Diversidad y Distribución

En este trabajo se describen ocho nuevos reportes de Entolomataceae para la región occidental del país y Panamá en general. Este es el primer estudio taxonómico de esta familia en el occidente de Panamá, en el cual se recopilan datos morfológicos sobre un total de 13 especies de Entolomataceae. Anteriormente se conocían para Panamá solamente cuatro especies de Entolomataceae en tierras bajas en la Isla Barro Colorado (Ovrebø & Baroni 2007). A nivel de América Central y América del Sur (neotrópico) se han reportado aproximadamente 271 especies de Entolomataceae, lo cual representa un 18% de la diversidad mundial de esta familia (Coimbra 2014). Según Baroni & Lanouëux (2013) esta familia ha sido un poco más estudiada en América del norte donde se conocen aproximadamente 500 especies. Estos datos indican que para el neotrópico hacen falta más estudios morfológicos y moleculares sobre esta familia. Sin embargo, la falta de micólogos especializados, la limitación en cuanto a equipos para el análisis morfológico y molecular, la ausencia de monografías de Entolomataceae neotropicales y la complejidad del grupo como tal, aún representan grandes obstáculos para el estudio profundo de Entolomataceae en países neotropicales. Con el presente estudio el número de especies reportadas para Panamá aumenta de cuatro a 12 especies, divididos entre los géneros *Alboleptonia*, *Claudopus*, *Entoloma*, *Inocephalus* y *Rhodocybe*, siendo *Inocephalus* un nuevo reporte a nivel de género para el país.

Especies de Entolomataceae poseen una amplia distribución geográfica y están limitadas principalmente por el tipo de vegetación al cual están asociadas (Largent 1994, Noordeloos 2008a, Noordeloos & Gate 2012). Noordeloos (1981) indica que hay algunas especies que tienen una distribución principalmente en regiones templadas o en climas fríos, otros pueden llegar a ocurrir tanto en zonas templadas como en zonas tropicales y otras pueden estar restringidas a zonas tropicales o subtropicales. Largent (1994), Noordeloos (1992) y Noordeloos & Gate (2012) reportan Entolomataceae asociados con bosques de tundras, bosque de mesófilos de montaña, bosques tropicales montanos, bosque de coníferas, o en pastizales, potreros y zonas intervenidas. Las especies de Entolomataceae estudiadas en el contexto del presente trabajo se encontraron restringidas a bosques tropicales submontanos o montanos entre 1700 a 2400 m sobre nivel del mar. La vegetación estaba dominada por especies de *Alnus acuminata* (Betulaceae), *Arctostaphylos arbutoides* (Ericaceae), *Chusquea* spp (Poaceae) y *Quercus* spp. (Fagaceae). Mientras que en la Isla Barro Colorado predomina el

## Resultados y Discusión

bosque húmedo tropical siempre verde a aproximadamente 25 m sobre nivel del mar con una vegetación mixta de 58 especies arbóreas dominantes (Croat 1978). Debido a estas diferencias en el tipo de bosque, vegetación y clima no se encontraron ningunas de las especies de Entolomataceae reportadas para Isla Barro Colorado en el Occidente de Panamá. En los estudios de Entolomataceae es necesario registrar el tipo de vegetación que domina en el sitio de colecta, ya que esta información es importante para la identificación taxonómica de las especies. A pesar de que la mayoría de estos hongos son saprótrofos, se conocen algunas especies que pueden desarrollar asociaciones micorrizicas (Largent 1994; Noordeloos 1992, 2004; Singer 1986) o que presentan preferencias por algunos tipos de bosques en específico (Cuadro 4). Para algunos de los hongos colectados en este estudio se conocen las posibles asociaciones con plantas, por ejemplo *Entoloma bloxamii* (*Podocarpus* spp), *Entoloma* cf. *politum* (*Alnus* spp., *Fraxinus* spp. y *Salix* spp), *Entoloma* aff. *rhodopolium* (*Alnus* spp., *Fraxinus* spp. y *Salix* spp) también crecen asociado a *Quercus* spp. (Cuadro 4, Largent 1994, Kokkonen 2015, Noordeloos 1992, 2004, Wkuyper & Noordeloos 1988).

**Cuadro 4: Diferentes tipos de bosque reportados para las especies de Entolomataceae de este estudio. Se enlista las especies y su distribución con las abreviaturas de los países, tipos de bosques en que han sido reportados y las respectivas referencias.**

<b>Especie</b>	<b>Distribución</b>	<b>Tipos de bosques</b>	<b>Referencias</b>
<i>Alboleptonia sericella</i>	BRA, MEX, EUA	Bosques tropicales caducifolios, bosques mesófilos de montaña, bosques de coníferas	Hesler (1967), Karstedt & Capelari (2010), Largent & Benedict (1970), Montañez (2013)
<i>Entoloma bloxamii</i>	BRA, EUA	Bosques mixtos y de madera dura, bosques de coníferas	Hesler (1967), Kuo (2014a), Largent (1994), Meijer (2006)
<i>Entoloma aff. incanum</i>	ARG, BRA, JAM	Bosques mixtos y de madera dura, bosques de coníferas	Baroni et al. (1997), Horak (1977), Naviero & Alberto (2014)
<i>Entoloma aff. rhodopolium</i>	EUA, MEX	Bosques de <i>Acer</i> spp., <i>Alnus</i> spp., <i>Quercus</i> spp., bosques de <i>Pinus-Quercus</i> spp.	Largent (1994), Montañez et al. (2016)
<i>Entoloma quadratum</i>	CR, EUA	Bosques caducifolios, bosques de coníferas	Kuo (2014e), Largent (1994), Montañez (2013)
<i>Entoloma serrulatum</i>	BRA, VEN	Bosques de <i>Pinus-Quercus</i> spp.	Hesler (1967), Montañez (2013)
<i>Entoloma cf. politum</i>	ARG, EUA, MEX	Bosques de <i>Alnus</i> y <i>Cedrus</i> , bosques de <i>Pinus-Quercus</i> spp. con influencia subtropical	Largent (1994), Montañez (2013)
<i>Inocephalus murrayi</i>	BRA, CR, DOM, EUA, MEX, PRI	Bosques caducifolios, bosques de coníferas, bosques de <i>Pinus-Quercus</i> spp	Baroni et al. (1997), Hesler (1967), Montañez (2013)

Abreviaturas: ARG = Argentina; BRA = Brasil; CR = Costa Rica; DOM = República Dominicana; EUA = Estados Unidos; JAM = Jamaica; MEX = México; PRI = Puerto Rico; VEN = Venezuela.

### 3.2.2. Características morfológicas

Las especies de Entolomataceae presentan características macro y micromorfológicas muy variables, desde la forma del basidiocarpo, la superficie pilear, la presencia o ausencia de cistidios y fíbulas, hasta los tipos de basidiosporas y número de ángulos. Las múltiples combinaciones de estas características morfológicas hacen el estudio taxonómico de esta familia de hongos muy complejo (Co-David et al. 2009, Largent 1994, Noordeloos & Gates 2012). Para la identificación de los géneros de Entolomataceae de Panamá, el autor se basó principalmente en la clasificación de Largent (1994), la cual sugiere diferencias significativas en la estructura de las hifas en la superficie pilear. Además, se consideró para la identificación de algunas especies de Panamá la distribución general de taxones ya descritas. Sin embargo, es difícil comprender todas las variaciones morfológicas que pueden desarrollar las especies de Entolomataceae y su clasificación es compleja y a veces contradictoria (ver sección 1.3 y 1.4). Por ejemplo, especies morfológicamente muy variables pueden estar agrupados en un sólo género, específicamente las especies de *Entoloma* s.l. que poseen basidiosporas angulares. Además, los géneros han sido divididos en subgéneros, secciones, subsecciones (Noordeloos 1981, 1992, 2004, Noordeloos & Gates 2012, Co-David et al. 2009, Matheny et al. 2006). Según Montañez (2013) las categorías infragenéricas están limitadas de una forma muy pobre, lo cual hace complicado la ubicación de especies en ellas.

#### 3.2.2.1. Tipo de hábitos

En este estudio se encontraron especies de Entolomataceae con basidiocarpos de tres tipos de hábitos, los cuales son colibioides, micenoides y tricolomatoides (Cuadro 5). En total se reconocen siete tipos de hábitos para las especies de Entolomataceae (colibioide, micenoide, tricolomatoide, omphaloide, pleurotoide, secotioide, gasteroides, ver sección 1.1 Figura 1. Este carácter es de importancia taxonómica para delimitar de géneros y secciones.

#### 3.2.2.2. Píleo

Es necesario tomar en cuenta la forma, el tamaño del píleo y el tipo superficie (glabro, fibriloso, velutinoso y escumuloso) siendo uno de los caracteres más variables. Es muy importante la documentación en fresco de la coloración del píleo, ya que en ocasiones esta puede variar cuando los basidiocarpo son jóvenes o viejos. Algunas especies son hidrófanas y al momento de deshidratarse cambian su color. Largent (1994) y Noordeloos (1981)

## Resultados y Discusión

concuerdan que la presencia o ausencia de un píleo higrófono es una característica diagnóstica a nivel infragenérica si presenta o no esta característica, el píleo puede ser opaco o traslúcido, p.ej. en *Entoloma* cf. *politm*, *Entoloma* aff. *incanum*, *E. quadratum*, *Entoloma* aff. *rhodopolium*.

**Cuadro 5: Tipos de hábitos encontrados en las especies de Entolomataceae de Panamá.** Para cada tipo de hábito se enlistan las especies que desarrollan ese crecimiento.

Tipo de hábito	Especies
<b>Colibioide</b>	<i>Alboleptonia sericella</i> <i>Entoloma</i> cf. <i>politm</i> <i>Entoloma serrulatum</i> <i>Entoloma</i> aff. <i>rhodopolium</i> <i>Entoloma</i> sp. 1
<b>Micenoide</b>	<i>Entoloma</i> aff. <i>incanum</i> <i>Entoloma quadratum</i> <i>Entoloma</i> sp. 2 <i>Entoloma</i> sp. 4 <i>Inocephalus murrayi</i>
<b>Tricolomatoide</b>	<i>Entoloma bloxamii</i> <i>Entoloma</i> sp. 3 <i>Entoloma</i> sp. 5

### 3.2.2.3. Lamelas

Otro carácter que se utiliza para la descripción de especies de Entolomataceae es el tipo de unión lamelar, la cual puede ser muy variable entre especies de esta familia. Mayormente las lamelas son de color rosa cuando están maduras, pero en sus estados juveniles pueden presentar otras coloraciones: blancas, gris, marrones, anaranjadas y azuladas. En algunas ocasiones pueden mantener parte de la coloración del estado juvenil, lo que le da algunos tintes o pigmentos que puede ser utilizado para la diferenciación (Montañez 2013). La estructura del borde lamelar puede ser una buena característica para delimitar algunas especies dentro del subgénero *Entoloma* según Noordeloos (1992). Un borde lamelar fértil está compuesto en su totalidad por basidios maduros y jóvenes, mientras que un borde lamelar infértil está compuesto por queilocistidios que pueden presentar pigmentos intracelulares. En ocasiones algunas especies pueden desarrollar un tipo especial de borde lamelar estéril conocido como tipo *serrulatum*. El mismo está formado por hifas que van desde la unión de la lamela hasta el margen, presentando pigmentos intracelulares de color azul, y es típico para la especie *Entoloma serrulatum* (ver sección 3.2, Figura 12).

## Resultados y Discusión

### 3.2.2.4. Estípite

El estípite de igual forma que el píleo es muy variable. Entre los caracteres más importantes que hay que registrar es la posición (central, lateral y excéntrico), superficie (glabro, fibriloso, prurinoso y escuamuloso) y el color. Según Noordeloos & Gates (2012), la estructura de la superficie del estípite tiene valor diagnóstico en el subgénero *Nolanea* y subgénero *Cyanula*, como es el caso de la morfoespecie *Entoloma* sp. 1 (Figura 20). Esta misma especie posiblemente esté dentro de un complejo de especies que pertenece a la "stirpe *Asprellum*" de la subgénero *Cyanula* y se caracterizan mayormente por tener estípites fibrilosos de color azules (Breitenbach & Kränzlin 1995, Noordeloos 2004).

### 3.2.2.5. Basidiosporas

Especies de Entolomataceae se caracterizan por desarrollar esporadas de color rosa y basidiosporas angulares, las mismas pueden ser de tres tipos: clitopiloides, entolomatoides, rodociboides (Figura 3). El tipo de basidiosporas que presentaban las especies de Entolomataceae en este estudio fue el tipo entolomatoides, las cuales según la relación longitud-ancho (valor Q), también pueden ser clasificadas en isodiamétricas  $Q = 1.0-1.15$ , subisodiamétricas  $Q = 1.15-1.27$ , heterodiamétricas  $Q > 1.28$  (Largent 1994, Noordeloos & Gate 2012). Este valor Q es un carácter que tiene importancia para segregar especies en esta familia (Noordeloos 1981). Según Anil Raj (2015) la mayoría de las basidiosporas pueden variar su formas entre globosas a subglobosas (isodiamétricas), ovoides o elípticas (heterodiamétricas) y algunas especies pueden presentar basidiosporas casi cuadradas o cuadradas (cuboides) como lo muestran *E. quadratum*, *Entoloma* sp. 2, *Entoloma* sp. 4 e *I. murrayi*. La forma cruciforme o estrellada son variaciones de basidiosporas cuboides, que pueden presentar algunas especies de Entolomataceae. Es importante que cuando se hace la revisión de estos caracteres, anotar el tamaño de las basidiosporas sin incluir el apículo, anotar el número de ángulos que presentan las basidiosporas en vista lateral y que están marcados o no.

### 3.2.2.6. Fíbulas

La presencia o ausencia de fíbulas es un carácter muy importante para delimitar Entolomataceae a nivel de género (Largent 1994, Noordeloos & Gate 2012). Es importante considerar la ubicación en el tejido donde se forman las fíbulas ya sea en las hifas de la pileipellis o base de elementos que forman el himenio (basidios, queilocistidios, pleurocistidios, trama del himenio). Algunas

## Resultados y Discusión

especies como las que pertenecen al subgénero *Cyanula* no presentan fíbulas, lo cual fue comprobado en *E. aff. incanum* y *E. serrulatum*. En el caso de *E. quadratum* no se observó fíbulas, sin embargo según Kuo (2014) y Montañez (2013) las fíbulas en estas especies pueden estar ausentes o muy raras. En las morfoespecies *Entoloma* sp. 1, *Entoloma* sp. 2, *Entoloma* sp. 3 y *Entoloma* sp. 4 se colocó que las fíbulas no se distinguían, ya que no se tenía certeza si las fíbulas se habían degenerado. Según Noordeloos & Gates (2012), es más difícil establecer la ausencia de las fíbulas, indicando a que se debe centrar la atención en buscarlas en las bases de los elementos del himenio y en los septos de las hifas de todos los tejidos.

### 3.2.2.7. Basidios

Los basidios en Entolomataceae no tienen mucha importancia taxonómica, pero la adquieren si presenta fíbulas en sus bases. Generalmente son clavados-cilíndricos, bi- a tetraesporados, pero hay especies como *E. bisporigerum* el cual puede ser confundido con *E. politum*, pero se distingue según Kuyper & Noordeloos (1988) por tener dos esterigmas. Kokkonen (2015) considera, basado en estudios moleculares y morfológicos, que la cantidad de esterigmas o cantidad de esporas que se producen, no es un carácter fiable que pueda ser utilizado como criterio para delimitar especies, ya que se trata de un carácter muy variable.

### 3.2.2.8. Queilocistidios

Según Largent (1994) muchas de las especies de Entolomataceae no poseen queilocistidios. Algunos de los especímenes colectados como *A. sericella*, *E. serrulatum*, *I. murrayi* y *Entoloma* sp. 1 si presentan queilocistidios, formando un borde laminar parcialmente o completamente estéril. Mientras que en *E. quadratum* no se distinguieron los queilocistidios, pero según Noordeloos & Hausknecht (2007), si deben estar presentes. Para Largent (1994), Noordeloos (1981) y Noordeloos & Gates (2012) la presencia de queilocistidios, la forma y su pigmentación es un criterio importante para distinguir especies y en algunos casos también para la clasificación infragenérica. Para facilitar la observación de queilocistidios es recomendable utilizar material en estado fresco. Si el material ha sido tratado y secado de una manera adecuada puede usarse rojo Congo en concentrado de  $\text{NH}_3$  al 10% para teñirlos y así favorecer la visualización de las estructuras hialinas. Si la muestra ha sido secada a temperatura muy alta, es difícil de observar queilocistidios. En los casos de *E. quadratum*, *Entoloma* sp. 1, *Entoloma* sp. 2 y *Entoloma* sp. 3, no se logró distinguir queilocistidios de los

## Resultados y Discusión

basidios, ya sea, porque tenían el mismo tamaño que los basidios o porque esas muestras no se secaron de la forma adecuada.

### 3.3.2.9. Pileipellis

Para Largent (1994) la pileipellis es la característica principal que permite la diferenciación de géneros en esta familia. Sin embargo para Noordeloos (1981) su utilización es más importante en la clasificación infragenérica, complementada con el tipo de la superficie pilear (p.e. glabro, fibriloso o escuamuloso) y la ubicación de los pigmentos que pueda presentar. La pileipellis se divide en cinco tipos: cutis, epitelio, himenodermis, ixocutis y tricodermis (Figura 2). Dentro las especies descritas en el estudio, el tipo de pileipellis más observado fue el tipo cutis, solo una especie mostró una pileipellis tipo tricodermis siendo *E. bloxamii*. Para algunas especies observadas como *Entoloma* sp. 3 y *Entoloma* sp. 4 no fue posible distinguir el tipo de pileipellis, ya que la misma estaba totalmente colapsada. Esto puede deberse a la edad avanzada de los basidiocarpos colectados de estas especies. En este estudio el tipo de pileipellis fue uno de los caracteres más importantes en la taxonomía de esta familia y fue un carácter solicitado en las claves de identificación utilizadas. Sin embargo, para poder observar este carácter, se necesita mucha experiencia y destreza para realizar cortes muy finos de una sección radial del centro del píleo. Si se realiza el corte más cerca del margen del píleo, la disposición de las hifas puede variar y de tal forma puede dar la impresión que se trata de otro tipo de pileipellis (Largent 1994, Noordeloos & Gates 2012).

### 3.2.2.10. Análisis micromorfológico de Entolomataceae

Cuando se realiza el análisis micromorfológico de Entolomataceae, es importante trabajar las muestras en estado fresco cuando sea posible, porque esto permite observar los pigmentos y su ubicación. Según Noordeloos & Gate (2012) se deben utilizar soluciones con agua y azúcar o sal, para determinar el tipo de pigmentación (p.e. intracelular, membranal e incrustado). Al trabajar muestras secas, se debe observar los cortes en agua y luego una solución de amoníaco 10% y no teñir con rojo Congo antes de distinguir el tipo de pigmento. Es recomendable hacer anotaciones del tamaño, las formas de las hifas de los elementos terminales que componen la pileipellis, como también la presencia o ausencia de fíbulas en todo el tejido.

## Resultados y Discusión

### 3.2.2.11. Identificación de Entolomataceae basada en caracteres morfológicos y moleculares

Para la gran mayoría de las especies presentadas en este trabajo fue muy difícil la identificación basada en la morfología debido a que no existen monografías ni claves de Entolomataceae para Panamá, América Central y el Neotrópico. Las descripciones de las especies de origen panameño mayormente no encajaron con las descripciones hechas para especies similares descritas de América del norte y/o sur. Además, las muestras de Panamá mostraron en algunos casos grandes diferencias de las descripciones de especies de regiones europeas. En realidad, aún es cuestionable en muchos casos la identidad de las muestras analizadas. Por un lado, puede que las comunidades de Entolomataceae en los trópicos están sujetas a una variabilidad morfológica debido a que habitan otros tipos de bosques en condiciones climáticas diferentes. O se trata en realidad de especies diferentes a las que se han descrito para Europa y América Norte. Según Montañez et al. (2016), casi siempre los especímenes al momento de ser recolectados y dependiendo de la región, pueden mostrar variabilidad en sus caracteres morfológicos, lo que causa subjetividad al momento de determinar si una especie es conocida o nueva para la ciencia. Por lo tanto, es imprescindible complementar el análisis morfológico de especies de Entolomataceae con datos moleculares. Sin embargo, para la mayoría de las especies descritas de Entolomataceae aún no se han extraído secuencias de ADN, o las secuencias no han sido depositadas en repositorios como GenBank, o han sido depositadas pero la identificación taxonómica de las muestras es errónea. En el presente trabajo se obtuvieron exitosamente secuencias de ITS para algunas especies de Entolomataceae, pero aun así fue difícil identificar las muestras ya que este marcador presenta variaciones. La falta de secuencias de ADN de especies de Entolomataceae, sobre todo de material tipo, es un problema para la comparación, especialmente cuando se trabaja con muestras de regiones tropicales que son muy poco representadas en los repositorios genéticos globales.

Por lo tanto, la obtención y utilización de datos moleculares, es importante en el estudio de la familia, ya que ayudan en gran parte en dilucidar las identidades de las especies de esta familia, debido a la complejidad y variabilidad que pueden desarrollar las especies de Entolomataceae dependiendo del ecosistema donde ocurran.

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

### 4.1. Conclusiones

Fueron colectados un total de 27 especímenes de Entolomataceae todos fueron identificados hasta el nivel de género, ocho hasta nivel de especie y cinco no se lograron identificar a nivel de especie. Los especímenes de Entolomataceae encontrados pertenecen a los géneros *Alboleptonia*, *Entoloma* e *Inocephalus*. Siendo el género *Entoloma* el más diverso con 11 especies.

Con este estudio aumentó el número de especies reportadas de Entolomataceae para Panamá, pasando de cuatro a 12 especies, de los cuales ocho especies representaron nuevos reportes de Entolomataceae para el país.

En Paso Ancho, camino a la cima del Volcán Barú (PNVB) se registró la mayor cantidad de especies de Entolomataceae, con un total siete especies. La especie que se encontró con más frecuencia fue *Entoloma* aff. *rhodopolium*.

Los cuerpos fructíferos de especies de Entolomataceae encontrados en las tierras altas de Chiriquí fueron muy variables, pero se distinguieron en campo por presentar lamelas de color rosa y por no tener ni anillo o volva. Caracteres micromorfológicos relevantes para la delimitación de especies fueron las basidiosporas nodulosas-angulares o sulcadas longitudinalmente en vista lateral. Otros caracteres con importancia taxonómica para la delimitación de especies fueron: tipo de hábito, forma y color de píleo y estípote, forma y tamaño de las basidiosporas, tipo de pileipelis y pigmentación, presencia o ausencia y ubicación de fíbulas, presencia o ausencia de los queilocistidios.

Se obtuvieron por primera vez siete secuencias de ADN genómico de la región ITS para un total de 13 especies de Entolomataceae en Panamá. En el caso de *Alboleptonia sericella*, *Entoloma bloxamii*, fue posible corroborar la identidad a través de los datos moleculares obtenidos.

El análisis morfológico, molecular y la identificación taxonómica fue muy difícil en este grupo de hongos, debido a la falta de monografías y literatura especializada en esta familia en centro América y en los trópicos en general. Como también la falta de secuencias de ADN de materiales tipos como referencias depositadas en GenBank.

## Conclusiones y Recomendaciones

El presente estudio representó el primer trabajo taxonómico de Entolomataceae en bosques protegidos de tierras altas en Panamá, siendo una contribución significativa en el aumento del conocimiento sobre la diversidad de Entolomataceae en la provincia de Chiriquí y para todo el país.

### 4.2. Recomendaciones

En futuros trabajos en Entolomataceae es recomendable realizar colectas durante varios meses del año, no sólo en la estación lluviosa, esto permitiría conocer el tiempo de fructificación de algunas especies. De igual forma es necesario ampliar las áreas de colectas en tierras altas e incluir colectas en tierras bajas, ya que para el este de Panamá se tienen algunos reportes de especies de zonas bajas y es muy probable que en el oeste de Panamá también existan Entolomataceae en estas zonas. Se podrán realizar después comparaciones de riqueza de especies entre las diferentes áreas geográficas de Panamá. Es muy importante la documentación en campo de los especímenes colectados como: tipo de hábito, forma y color del píleo y estípites, tipo de vegetación con la cual está creciendo el espécimen, tipo de sustratos, coordenadas y poder utilizar esta información para elaborar mapas de distribución biogeográficas de especies de Entolomataceae.

Al trabajar los hongos de esta familia es recomendable hacerlo con cuerpos fructíferos en estado fresco, ya que algunos caracteres pueden ser más fáciles de observar y otros pueden perderse, como el tipo de pigmentación que se presenta en la pileipellis. Por lo tanto, la adecuada documentación científica de todas las estructuras morfológicas relevantes es imprescindible para futuros estudios taxonómicos en este grupo de hongos.

Adicionalmente, es muy importante complementar el presente estudio taxonómico con énfasis en morfología con análisis moleculares más detallados como la secuenciación en masa para las muestras de Entolomataceae colectadas, para corroborar la identidad de las especies encontradas. Al momento de preservar las muestras, es importante el buen secado de las mismas a una temperatura entre los 30-40 °C, durante uno a tres días. No se deben exceder estas temperaturas, ya que podría causar la desnaturalización del ADN afectando posibles estudios moleculares. Además, sería necesario secuenciar más material tipo de especímenes de zonas templadas y tropicales. A su vez es recomendable la utilización de secuencias de varios marcadores moleculares aparte de la región ITS, como por ejemplo LSU, RPB2 y mtSSU para dilucidar las identidades de las especies de Entolomataceae de esta región y en trabajos posteriores aplicar análisis filogenéticos y comparar los taxones con las demás especies del Neotrópico. Esto ayudaría a aumentar las secuencias de referencias depositadas en

## Conclusiones y Recomendaciones

repositorios como GenBank y fortalecería el mejor entendimiento de la diversidad existente de Entolomataceae a nivel mundial.

Una interrogante que queda por responder o por comprobar con exactitud es con cuales plantas, algunas especies de Entolomataceae podrían estar desarrollando asociaciones micorrízicas y si estas influyen en la diversidad de esta familia tanto en los trópicos como en las zonas templadas.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

Agerer R. & Waller K. (1993). Mycorrhizae of *Entoloma saepium*: parasitism or symbiosis? *Mycorrhiza*. 3: 145-154.

Aime M.C., Largent D.L, Henkel T.W. & Baroni T.J. (2010). The Entolomataceae of the Pakaraima Mountains of Guyana IV: new species of *Calliderma*, *Paraeccilia* and *Trichopilus*. *Mycologia*. 102: 633-649.

Angelini P., Compagno R., Arcangeli A., Bistocchi G., Gargano M.L., Venanzoni R. & Venturella G. (2016). Macrofungal diversity and ecology in two Mediterranean forest ecosystems, *Plant Biosystems*. - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, 150:3, 540-549. Anil Raj K. N. (2015). "A floristic study of the family Entolomataceae (Agaricales, Basidiomycota, Fungi) of Kerala." Thesis. Department of Botany, University of Calicut, 2015.

Autoridad Nacional Del Ambiente (2004). Plan de Manejo Parque Nacional Volcán Barú, Provincia de Chiriquí. Asociación Nacional para la Conservación de la naturaleza y Consultores Ecológicos Panameños S.A: 176 págs.

Autoridad Nacional Del Ambiente (2010). Atlas Ambiental de la República de Panamá (Primera version). Elaborado por URS Holdings Inc. 189 pág.

Baroni T.J. (1981). A revision of the genus *Rhodocybe maire* (Agaricales). *Beihefte zur Nova Hedwigia* 67: 50-100 Cramer, Germany.

Baroni T.J. (1990). Entolomataceae in eastern North America I: new species of *Claudopus* and *Rhodocybe* from the Southern Appalachian Mountains. *Mycotaxon*. 36: 313-323.

Baroni T.J. & R.E. Halling R.E. (1992). New species of *Rhodocybe* from South America with a key to species. *Mycologia* 84: 411-421.

Baroni T.J., Lodge D.J. & Cantrell S.A. (1997). Tropical connection: sister species and species in common between the Caribbean and the Eastern United States. *McIlvanea* 13: 4-19.

Baroni T.J. & Lodge D.J. (1998). *Alboleptonia* from Greater Antilles. *Mycologia*. 90: 680-696.

## Referencias Bibliográficas

- Baroni T.J. & Halling R.E. (2000). Some Entolomataceae (Agaricales) from Costa Rica. *Brittonia*. 52: 121-135.
- Baroni T.J. & Ortiz. B. (2002). New species of *Oudemansiella* and *Pouzarella* (Basidiomycetes: Agaricales) from Puerto Rico. *Mycotaxon*. 82: 268-279.
- Baroni T.J., Cantrell S.A., Perdomo-Sánchez O.P. & Lodge D.J. (2008). New species of *Pouzarella* (Entolomataceae, Agaricales) from Dominican Republic and Jamaica. *North American Fungi* 3: 241-260.
- Baroni T.J., Hofstetter V., Largent D.L. & Vilgalys R. (2011). *Entocybe* is proposed as a new genus in the Entolomataceae (Agaricomycetes, Basidiomycota) based on morphological and molecular evidence. *North American Fungi* 6(12): 1-19.
- Baroni T.J. & Matheny P.B. (2011). A re-evaluation of gasteroid and cyphelloid species of Entolomataceae from Eastern North America. *Harvard Papers in Botany, Cambridge*. 16: 293-310.
- Baroni T.J., Niveiro A.E. & Lechner B. (2012). New species and records of *Pouzarella* (Agaricomycetes, Entolomataceae) from northern Argentina. *Kurtziana* 37: 41-63.
- Baroni T.J. & Lanoureaux Y. (2013). A new species of *Entocybe* (Entolomataceae Agaricomycetes) from Quebec, Canada 123: 353- 361.
- Breitenbach, J. & Kränzlin, F. (1995). Fungi of Switzerland a contribution to the knowledge of the fungal flora of Switzerland. Agarics. Entolomataceae, Pluteaceae, Amanitaceae, Agaricaceae, Coprinaceae, Bolbitaceae, Strophariaceae, *Mycologia* 4(2): 33-117.
- Clémenton H. (2012). Cytology and plectology of the Hymenomycetes. J. Cramer, Stuttgart. 520 págs.
- Co-David D., Langeveld D. & Noordeloos M.E. (2009). Molecular phylogeny and spore evolution of Entolomataceae. *Persoonia*. 23: 147-176.
- Coimbra V.M., Wartchow F. & T.B. Gibertoni T.B. (2013). Studies on *Entoloma* (Agaricales, Basidiomycota) in the Atlantic Forest, Northeast Brazil. *Nova Hedwigia*. 97: 139-157.
- Coimbra V.M. (2014). Checklist of Central and South American Agaricales (Basidiomycota) I: Entolomataceae. *Mycosphere*. 5(3): 475-487.

## Referencias Bibliográficas

- Correa M.D., Galdames C. & Dede Stapf M.S. (2004). Catálogo de las plantas vasculares de Panamá. Quebecor World, Bogota. 599 págs.
- Croat T.B. (1978). Flora of the Barro Colorado Island. By the board of trustees of Leland Stanford Jr. University. 1-601 Págs
- Dennis R.G. (1953). Les Agaricales de l'île de la Trinité: *Rhodosporae-Ochrospora*. Bull. Soc. mycol. Fr. 69: 145-198.
- Dennis R.G. (1961). Fungi venezuelani: IV. Agaricales. Kew Bull. 15(1): 67-156.
- Dennis R.G. (1970). Fungus flora of Venezuela and adjacent countries. Kew Bull. Add. Series. 111: 1-531.
- Donk M.A. (1949). New and revised nomina generica conservanda proposed for Basidiomycetes (Fungi). Bulletin of the Botanical Gardens Buitenzorg. 18: 83-168.
- Fries E. (1818). Observaciones Mycologicae (Mycological Observations) 2: I-X, 1-372, 8 plates. Denmark, Copenhagen; Gerhard Bonnier.
- Fries E. (1821). Systema mycologicum, sistens fungorum ordines, genera et species. Officina Berlingiana, Lundae. Vol. 1.
- Fries E. (1836). Epicrisis Systematis Mycologici, seu Synopsis *Hymenomycetum*. I XII, 1-612. Uppsala; Typographia Academica.
- Gates G. & Noordeloos M.E. (2007). Preliminary studies in the genus *Entoloma* in Tasmania I. Persoonia. 19: 157-226.
- Google Earth (2016). Parque Nacional Volcán Barú y Parque Internacional la Amistad (ubicación de los sitios de muestreo). <https://www.google.com/maps/place/Parque+Nacional+Volcan+Baru/@8.8171436,82.5294065,15z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x20acfc36994c2895!8m2!3d8.8171436!4d-82.5294065> Consultado 15/2/2016.
- Guzmán G. (1998.). Análisis Cualitativo y Cuantitativo de la Diversidad de Los Hongos En México (Ensayo sobre el Inventario Fúngico del País) Halffer (comp.) La Diversidad Biológica de Iberoamérica II, Vol. Especial, Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie., 377págs.
- Guzmán G. & M. Piepenbring M. (2011). Los hongos de Panamá: introducción a la identificación de los macroscópicos. de Panamá: Instituto de Ecología, A.C., 372 págs.

## Referencias Bibliográficas

- Hawksworth D.L. (1991). The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research* 95: 641-655.
- Hawksworth D.L. (2001). The magnitude of fungal diversity: The 1.5 million species estimate revisited. *Mycol Res* 105: 1422-1432.
- Hesler L. (1967). *Entoloma* in Southeastern North America. *Beihefte zur Nova Hedwigia*. 23: 1-196.
- Holdridge L. (1979). *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Costa Rica. 216 pág.
- Horak E. (1976). On cuboid-spored species of *Entoloma* (Agaricales). *Sydowia* 28: 171-236.
- Horak E. (1977). *Entoloma* in South America. I. *Sydowia*. 30: 40-111.
- Horak E. (1980). *Entoloma* (Agaricales) in Indomalaya and Australasia. *Beihefte Nova Hedwigia*. 65: 1-352.
- Horak E. (1982). *Entoloma* in South America. II. *Sydowia*. 35: 75-99.
- Horak E. (2008). Agaricales of New Zealand 1: Pluteaceae - Entolomataceae. The fungi of New Zealand vol. 5. Fungal Diversity Press, Hong Kong. 22: 363-373 págs.
- Karich A., Kellner H., Schmidt M. & Ullrich R. (2015). A remarkable mycotope in the Zittau Mountains with the first record of *Microglossum rufescens* in Germany. *Boletus* 36(2): 151-163.
- Karstedt F. (2010). Entolomataceae em áreas de Mata Atlântica da região metropolitana de São Paulo, SP. 186 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente). Instituto de Botânica, Secretaria de Estado de Meio Ambiente, São Paulo.
- Karstedt F. & Capelari M. (2010). Espécies de *Alboleptonia*, *Entoloma*, *Pouzarella* e *Trichopilus* na região metropolitana de São Paulo: 20 pág. Artigo a ser traduzido e submetido para publicação na revista *Mycotaxon*.
- Karstedt F. & Capelari M. (2013). *Inocephalus* (Entolomataceae, Agaricales) from São Paulo State, Brazil. *Nova Hedwigia* 96: 279-308.
- Kirk P.M., Cannon P.F., Minter D.W & Stalpers J.A. (2008). *Dictionary of the Fungi*. 10th Edition. Wallingford, CABI International. 762 págs.

## Referencias Bibliográficas

Kobayashi H. & Hatano K. (2001). A morphological study of the mycorrhiza of *Entoloma clypeatum* f. *hybridum* on *Rosa multiflora*. *Mycoscience*. 42: 83-90.

Kotlaba F. & Pouzar Z. (1972). Taxonomic and nomenclatural notes on some Macromycetes. *Česká Mykologie*. 26: 217-222.

Kummer P. (1871). *Der Führer in die Pilzkunde*. C. Luppe, Zerbst, 1-146.

Kuo M. (2014a). *Entoloma bloxamii*. Retrieved from the MushroomExpert.Com Web site: [http://www.mushroomexpert.com/entoloma\\_bloxamii.html](http://www.mushroomexpert.com/entoloma_bloxamii.html). Consultado 26/7/15.

Kuo M. (2014b). *Entoloma incanum*. Retrieved from the MushroomExpert.Com Web site: [http://www.mushroomexpert.com/entoloma\\_incanum.html](http://www.mushroomexpert.com/entoloma_incanum.html). Consultado 29/10/16.

Kuo M. (2014c). *Entoloma murrayi*. Retrieved from the MushroomExpert.Com Web site: [http://www.mushroomexpert.com/entoloma\\_murrayi.html](http://www.mushroomexpert.com/entoloma_murrayi.html). Consultado 12/12/16.

Kuo M. (2014d). *Entoloma serrulatum*. Retrieved from the MushroomExpert.Com Web site: [http://www.mushroomexpert.com/entoloma\\_serrulatum.html](http://www.mushroomexpert.com/entoloma_serrulatum.html). Consultado 15/11/15.

Kuo M. (2014e). *Entoloma quadratum*. Retrieved from the MushroomExpert.Com Web site: [http://www.mushroomexpert.com/entoloma\\_quadratum.html](http://www.mushroomexpert.com/entoloma_quadratum.html). Consultado 15/11/15.

Kuyper T. W. (1988). Specific and infraspecific delimitation. In C. Bas, Kuyper T. W., Noordeloos M.E., & Vellinga E.C. (Eds.), *Flora agaricina Neerlandica* Rotterdam: Balkema. (Vol. 1: 30–37). Rotterdam: Balkema.

Largent D.L. (1974) *Rhodophylloid* fungi of the Pacific coast (United States) IV: infrageneric concepts in *Entoloma*, *Nolanea*, and *Leptonia*. *Mycologia* 66: 987-1021.

Largent D.L. (1994). *Entolomatoid* fungi of the Pacific Northwest and Alaska. *Mad River*. 516 págs.

Largent D.L. & Benedict R.G. (1970). Studies in the rhodophylloid fungi II: *Alboleptonia*, a new genus. *Mycologia* 62: 437-452.

Largent D.L. & Thiers H.D. (1972). *Rhodophylloid* fungi of the Pacific Coast (United States) II: new or interesting subgeneric taxa of *Nolanea*. *Northwest Science*.

## Referencias Bibliográficas

46(1): 32-39 Largent D.L., Johnson D. & Watling R. (1977). How to identify mushrooms to genus III: Microscopic features. Mad River Press, Eureka. 149 págs.

Largent D.L. & Baroni T.J. (1988). How to identify mushrooms to genus VI: modern genera. MadRiver Prcss, Eureka. 277 págs.

Largent D.L., Aime A.C., Henkel T.W. & Baroni T.J. (2008). Entolomataceae of the Pakaraima Mountains of Guyana II: *Inocephalus dragonosporus* comb. nov. Mycotaxon. 105: 185-190.

Linnaeus C. (1753). *Species plantarum*. Laurentii Salvii, Holmiae.

Lodge D.J., Ammirati J.A., O'Dell T.E., Mueller G.M., Huhndorf S.M., Wang C.J., Stokland J.N., Schmit J.P., Ryvarden L., Leacock P.R., Mata M., Umaña L., Wu Q. & Czederpiltz D.L. (2004). Terrestrial and lignicolous macrofungi. 127-172 Págs In: Mueller, G.M., Bills, G.F., Foster, M.S. (eds.) Biodiversity of Fungi. Inventory and Monitoring Methods. Academic press, New York.

Manimohan P., Noordeloos M.E., & Dhanya A.M. (2006). Studies on the genus *Entoloma* (Basidiomycetes, Agaricales) in Kerala State, India. *Persoonia* 19: 45-93.

Martin F, Cullen D, Hibbett D, Pisabarro A, Spatafora J.W. & Baker S.E. (2011). Sequencing the fungal tree of life. *New Phytol* 190: 818-821.

Mata H.M., Umaña T.L., Chaves C.J. & Ruíz A. (2009). Protocolo para la recolecta, descripción, identificación y mantenimiento de hongos. Instituto Nacional de Biodiversidad Costa Rica. Colaboración del Museo Nacional de Costa Rica. 28 págs. [http://www.inbio.ac.cr/web\\_herbarios/web/pdf/protocolo-hongos.pdf](http://www.inbio.ac.cr/web_herbarios/web/pdf/protocolo-hongos.pdf), Consultado: 14-5-15.

Matheny P.B., Curtis J.M., Hofstetter V., Aime M.C., Moncalvo J.M., Ge Z.W., Yang Z.L., Slot J.C., Ammirati J.F., Baroni T.J., Bougher N.L., Hughes K.W., Lodge D.J., Kerrigan R.W., Seidl M.T., Aanen D.K., DeNitis M., Daniele G.M., Desjardin D.E., Kropp B.R., Norvell L.L., Parker A., Vellinga E.C., Vilgalys R. & Hibbett D.S. (2006). Major clades of Agaricales: a multilocus phylogenetic overview. *Mycologia*. 98: 982-995.

McNEILL J., Barrie F.R., Buck W.R, Demoulin V., Greuter W, Hawksworth D.L, P.S. Herendeen P.S., S. Knaapp S., K. Marhold K., J.Prado J., W.F Prud- Home Van Reine W.F, Smith G.F., Wiersema J.H., Turland N.J. (2011). MalInternational Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code) adopted by the Eighteenth International Botanical Congress Melbourne, Australia.

## Referencias Bibliográficas

Meijer A. R. (2006). Preliminary list of the Macromycetes from the Brazilian state of Paraná. *Boletim do Museu Botânico Municipal* 68: 01–55.

Moncalvo J.M., Vilgalys R., Redhead S.A., Johnson J.E., James T.Y., Aime M.C., Hofstetter V., Verduin S.W., Larsson E., Baroni T.J., Thorn R.G., Jacobsson S., Clémencón H. & Miller O.K. (2002). One hundred and seventeen clades of euagarics. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 23: 357-400.

Montañez D., Noordeloos M.E., Rodríguez O., Vargas O. & Guzmán-Dávalos. (2016). Notes on the genus *Entoloma* (Basidiomycota, Agaricales) in two volcanic áreas of Jalisco, Mexico. *Phytotaxa* 277(3): 211-236.

Montañez De Azcue D. (2013). Estudio Taxonómico de Género *Entoloma* s.l. (Fungi, Agaricales) en Jalisco (Tesis de Maestría). Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco. 203 págs.

Montecchio L., Roca S., Courty P.E. & Garbaje J. (2006). *Entoloma nitidum* Qué1.1983 *Carpinus betulus* L. Descriptions of Ectomycorrhizae. 9(10): 33-38.

Müller G.M., Schmit J.P., Leacock P.R., Buyck B., Cifuentes J., Desjardin D.E., Halling R.E., Hjortstam K., Iturriaga T., Larsson K.H., Lodge D.J., May T.W., Minter D., Rajchenberg M., Redhead S.A., Ryvarden L., Trappe J.M., Watling R. & Wu Q (2007). Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodiversity and Conservation* 16:37-48.

Naveiro N. & Albertó E. (2014). Checklist of the Argentine Agaricales 7. Cortinariaceae and Entolomataceae. *Check List* 10: 72–96.

Noordeloos M.E. (1981). *Entoloma* subgenera *Entoloma* and *Allocybe* in the Netherlands and adjacent regions with a reconnaissance of its remaining taxa in Europe. *Persoonia* 11: 153–256.

Noordeloos M.E. (1988). *Entoloma* in North America. *Cryptogamic Studies*. 2: 1-164.

Noordeloos M.E. (1992). *Entoloma* s.l. In *Fungi Europaei*. Alassio:vol. 5. Edizioni Candusso. 300 págs.

Noordeloos M.E. (2004). *Entoloma* s.l. *Funghi Europaei*, vol. 5a. Edizione Candusso, Italy. 618 págs.

Noordeloos M.E. (2008a). *Entoloma* in North America 2: the species described by C.H. Peck -type studies and comments. *Ósterr'. Z. Pilzk.* 17: 87-152.

## Referencias Bibliográficas

- Noordeloos M.E. (2008b). *Entoloma*. – In: Knudsen, H. & Vesterholt, J. (eds.): *Funga Nordica*, 433-491.
- Noordeloos M.E. & Gulden G. (1989). *Entoloma* (Basidiomycetes, Agaricales) of alpine habitats on the Hardangervidda near Finse, Norway, with a key including species from Northern Europe and Greenland. *Canadian Journal of Botany* 67: 1727-1738.
- Noordeloos M.E. & Hausknecht A. (2007). The genus *Entoloma* (Basidiomycetes, Agaricales) of the Mascarenes and Seychelles. *Fungal Diversity* 27: 111-144.
- Noordeloos M.E. & Morozova O.V. (2010). New and noteworthy *Entoloma* species from the Primorsky Territory, Russian Far East. *Mycotaxon* 112: 231–255.
- Noordeloos, M.E. & Gates G.M. (2012). The Entolomataceae of Tasmania. *Fungal Diversity Research Series*, Chiang Rai. 400 págs.
- Ovrebo C.L. & Baroni T.J. (2007). New taxa of Tricholomataceae and Entolomataceae (Agaricales) from Central America. *Fungal Diversity* 27: 157-170.
- Pegler D.N. & Young T.K. (1979). Spore form and phylogeny of Entolomataceae (Agaricales). *Sydowia*. 8: 290-303.
- Pegler D.N. (1983). Agaric flora of the Lesser Antilles. *Kew Bulletin Additional Series*. 9: 1-668.
- Pegler D.N. (1997). The Agarics of São Paulo, Brazil: an account of the agaricoid fungi (Holobasidiomycetes) of São Paulo State, Brazil. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Pennycook S. R. (2002). An index to Kummer's *der Führer in die Pilzkunde*, 1871. *Mycotaxon*, Ithaca. 84:163-219.
- Pérez Puente A. (2012). Seis especies del género *Entoloma* raros o poco frecuentes en Cantabria. *Yesca* 24:35-48.
- Piepenbrig M. (2006). Checklist of fungi in Panama. *Puente Biológico (Revista Científica de la Universidad Autónoma de Chiriquí)*. 1: 1-190.
- Quélet L. (1886). *Enchiridion fungorum in Europa Media et praesertim in Gallia* Octave Dion. 1-352 págs.

## Referencias Bibliográficas

- Singer R. (1949). The Agaricales in modern taxonomy. Lilloa, Tucumán. 22: 832 págs.
- Singer R. (1969). Mycoflora australis. Beihefte zur Nova Hedwigia. 29: 1-405 págs.
- Singer R. (1986). The Agaricales in modern taxonomy. Koeltz Scientific Books, Koenigstein. 857 págs.
- Smith A.H. & Hesler L.R. (1940). New and unusual agarics from the Great Smoky Mountains National Park. Jour. Elisha Mitchell Sci. Soc. 56: 302-324.
- Stamets P. (2005). Mycelium Running: How Mushrooms Can Help Save the World. Ten Speed Press, Berkeley. 352 págs.
- Zervakis G.I. & Venturella G. (2007). Adverse effects of human activities on the diversity of macrofungi in forest ecosystems. *Bocconea* 21: 77-84.
- Zuck R.K. (1946). *Claudopus variabilis* on gray duck from shaded aerial exposure in Panama. *Mycologia*. 38(6): 677-678.